

N°  
012002

**SERIE DE ESTUDIOS Y EVALUACIONES  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E  
INNOVACIÓN**





**COLCIENCIAS**  
Ciencia, Tecnología e Innovación



**Título:**  
**La evaluación de programas de investigación y de su impacto en la sociedad colombiana**

**Tipo de evaluación: Resultados**

**Autor(es):**

Investigador Principal: Clemente Forero Pineda  
Comité de Coordinadores: José Luis Villaveces Cardozo, Ocyt  
Hernán Jaramillo Salazar, Universidad del Rosario  
Bernardo Herrera Herrera, Universidad de Los Andes

Coautores: María Alejandra Botiva, Víctor Bucheli Guerrero,  
Jorge Charum Diaz, Sandra Patricia Daza, Abelardo Duarte Rey,  
César Orlando González, Bibiana Gutiérrez Sepúlveda, Eugenio  
Llanos Ballestas, Carlos Murcia Linares, Doris Lucía Olaya, Luis  
Antonio Orozco, Sergio Riaga Guerrero, Jaime Ruiz Gutiérrez,  
Adriana Eleonora Silva, Diana Usgame Zubiela, Andrés  
Valderrama Pineda, María Velasco Campuzano, Ana María Villa,  
Federico Viviescas Ramírez, Jorge Andrés Zambrano.

**Organización: Observatorio de Ciencia y Tecnología**

**Descripción de la evaluación:**

El objetivo de este estudio se centra en evaluar la inversión en investigación científica y tecnológica realizada a través de los programas del sistema nacional de ciencia y tecnología (SNCyT). En particular, se analiza el papel de las políticas públicas de CyT, partiendo de la base que éstas políticas en la década de los noventa en Colombia se organizaron por la definición de “programas de investigación”, lo que hace posible adoptar una perspectiva de análisis de sus efectos. La noción de “programa de investigación” vuelve homogéneos los espacios de la ciencia y la tecnología permitiendo así superar las diferencias de evaluación de una y otra. se concentra en tres ámbitos: producción, políticas públicas y cultura.

**Año de realización: 2002**

*Palabras claves: Metodología, Evaluación, Programas Nacional de CTeI*

**ESTUDIOS DE EVALUACIÓN REALIZADOS EN COLCIENCIAS  
UNIDAD DE DISEÑO Y EVALUACIÓN DE POLÍTICAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN****TÍTULO EVALUACIÓN****LA EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN Y DE SU IMPACTO EN LA SOCIEDAD COLOMBIANA****TIPO DE EVALUACIÓN**

RESULTADOS

**FECHA REALIZACIÓN EVALUACIÓN**

2002

**ESTADO EVALUACIÓN**ENTREGADA Y  
FINALIZADO**PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN RELACIONADO**

I+D

**AUTOR(ES)**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: CLEMENTE FORERO PINEDA

COMITÉ DE COORDINADORES: JOSÉ LUIS VILLAVECES CARDOZO, OCYT; HERNÁN JARAMILLO SALAZAR, UNIVERSIDAD DEL ROSARIO; BERNARDO HERRERA HERRERA, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

COAUTORES

MARÍA ALEJANDRA BOTIVA, VÍCTOR BUCHELI GUERRERO, JORGE CHARUM DIAZ, SANDRA PATRICIA DAZA, ABELARDO DUARTE REY, CÉSAR ORLANDO GONZÁLEZ; BIBIANA GUTIÉRREZ SEPÚLVEDA, EUGENIO LLANOS BALLESTAS, CARLOS MURCIA LINARES, DORIS LUCÍA OLAYA, LUIS ANTONIO OROZCO, SERGIO RIAGA GUERRERO, JAIME RUIZ GUTIÉRREZ, ADRIANA ELEONORA SILVA, DIANA USGAME ZUBIELA, ANDRÉS VALDERRAMA PINEDA, MARÍA VELASCO CAMPUZANO, ANA MARÍA VILLA, FEDERICO VIVIESCAS RAMÍREZ, JORGE ANDRÉS ZAMBRANO.

**OBJETIVO**

EVALUAR EL IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA REALIZADA A TRAVÉS DE LOS PROGRAMAS DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (SNCYT)

**DESCRIPCIÓN**

EN ESTE ESTUDIO SE ANALIZA EL PAPEL DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, PARTIENDO DE LA BASE QUE ÉSTAS POLÍTICAS EN LA DÉCADA DE LOS NOVENTA EN COLOMBIA SE ORGANIZARON POR LA DEFINICIÓN DE "PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN", LO QUE HACE POSIBLE ADOPTAR UNA PERSPECTIVA DE ANÁLISIS DE SUS EFECTOS. LA NOCIÓN DE "PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN" VUELVE HOMOGÉNEOS LOS ESPACIOS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA PERMITIENDO ASÍ SUPERAR LAS DIFERENCIAS DE EVALUACIÓN DE UNA Y OTRA. SE CONCENTRA EN TRES ÁMBITOS: PRODUCCIÓN, POLÍTICAS PÚBLICAS Y CULTURA.

**METODOLOGÍA**

LA METODOLOGÍA PROPUESTA SE RESUME EN DOS GRANDES LÍNEAS DE ANÁLISIS: (A) OBSERVAR, CARACTERIZAR Y CUANTIFICAR LOS CAMBIOS OCURRIDOS EN LOS ÁMBITOS DE LA MISMA CIENCIA, DE LA PRODUCCIÓN, DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS Y DE LA CULTURA, Y BUSCAR LAS RELACIONES ENTRE LAS POLÍTICAS Y ACCIONES DE LOS PROGRAMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Y LOS PRINCIPALES CAMBIOS OBSERVADOS; (B) OBSERVAR LAS ACCIONES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (PROYECTOS, DOCUMENTOS PROGRAMÁTICOS, ACTIVIDADES DE GRUPOS DE INVESTIGACIÓN), EXPLORAR LOS IMPACTOS INTENCIONADOS Y NO INTENCIONADOS DE ESTAS ACCIONES Y COMPARAR LOS OBJETIVOS PROPUESTOS CON LOS RESULTADOS. FINALMENTE, PROPONE UNA CATEGORIZACIÓN DE LOS INDICADORES QUE PERMITEN OBSERVAR ESOS IMPACTOS.

**MÉTODO UTILIZADO**

CUANTITATIVA-CUALITATIVA

**PRINCIPALES RESULTADOS**

DENTRO DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS DE ESTE ESTUDIO SE DESTACA QUE ENTRE 1966 Y 2002 SE PRODUCEN UN TOTAL DE 7.454 ARTÍCULOS. LAS TRES ÁREAS QUE PRODUCEN MÁS ARTÍCULOS, EN TÉRMINOS RELATIVOS Y DE ACUERDO CON LA CLASIFICACIÓN DE ISI, SON CIENCIAS VEGETALES Y ANIMALES (18.8% DEL TOTAL PUBLICADO EN EL PERIODO), FÍSICA (17.1% DEL TOTAL) Y MEDICINA CLÍNICA (13.7%).

DENTRO DEL TODO EL PERIODO ANALIZADO (1996-2002), LAS ÁREAS DONDE MÁS CITACIONES SE HAN RECIBIDO SON MEDICINA CLÍNICA, FÍSICA, Y CIENCIAS VEGETALES Y ANIMALES.

LOS CIENTÍFICOS COLOMBIANOS PUBLICAN EN EL 30.86% DEL TOTAL DE REVISTAS "MEJOR CLASIFICADAS EN ISI".

SE TIENE UN TOTAL DE 87,93 CITACIONES PROMEDIO POR ARTÍCULO PUBLICADO POR AUTORES COLOMBIANOS ENTRE 1966 Y 2002, EN LAS REVISTAS MEJOR CLASIFICADAS.

EN CUANTO A LOS PAÍSES QUE HAN CITADO LOS MEJORES ARTÍCULOS COLOMBIANOS ESTÁN: ESTADOS UNIDOS TIENE EL MAYOR NÚMERO DE CITACIONES QUE HACEN EL 28.32% DE LAS APARICIONES. LE SIGUEN: FRANCIA 5,48%; ALEMANIA 5,27%; INGLATERRA 5,18%; JAPÓN 3,47%; HOLANDA 3,47%; BRASIL 3,46%. Y SÓLO EL 14,3% DE LAS CITACIONES LAS HAN HECHO PAÍSES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. EL 7,3 % DE LOS ARTÍCULOS COLOMBIANOS SE PUBLICAN EN LAS REVISTAS DE MAYOR PUNTAJE.

**PRINCIPALES RECOMENDACIONES**

TRAZA LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA MÁS ADECUADO DE INDICADORES DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN PARA UN PAÍS COMO COLOMBIA, A PARTIR DEL MARCO CONCEPTUAL Y DE LOS EJERCICIOS QUE, EN ANTERIORES CAPÍTULOS, HAN DEMOSTRADO LA VIABILIDAD DE MEDIR DETERMINADOS IMPACTOS DE LA INVESTIGACIÓN. COMO ESOS EJERCICIOS NO SON EXHAUSTIVOS, SE TRATA DE ENMARCARLOS EN UN ESQUEMA GLOBAL Y ABARCANTE, PARA LO CUAL SE TOMA COMO AGENDA UNA PROPUESTA RECIENTE DE GODIN Y DORÉ (2000).

**LA EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN Y DE SU  
IMPACTO EN LA SOCIEDAD COLOMBIANA**

Informe Final  
Presentado a Colciencias

*Universidad de los Andes  
Universidad del Rosario  
Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología*

Mayo 18 de 2004

# LA EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN Y DE SU IMPACTO EN LA SOCIEDAD COLOMBIANA

## Índice

	<b>Páginas</b>
Presentación y Síntesis de la Investigación. <i>Por Clemente Forero Pineda y Jose Luis Villaveces Cardozo</i>	16
<b>Parte I: OBJETIVOS, MARCO CONCEPTUAL Y METODOLOGÍA</b>	
1. Marco general de análisis del proyecto. <i>Por Clemente Forero Pineda y Jose Luis Villaveces Cardozo</i>	20
2. Notas hacia un documento sobre la medición del impacto de la ciencia y tecnología. <i>Por Jose Luis Villaveces Cardozo</i>	46
3. Recuento crítico de la literatura sobre los impactos de la investigación y sus indicadores. <i>Por Jorge Andrés Zambrano, Hernán Jaramillo Salazar y Clemente Forero Pineda</i>	32
4. Políticas de ciencia y tecnología y resultados. <i>Por Hernán Jaramillo Salazar, Maria Alejandra Botiva y Jorge Andrés Zambrano</i>	23
<b>Parte II: EL IMPACTO INTERNACIONAL DE LA CIENCIA COLOMBIANA</b>	
1. Tendencias de las publicaciones colombianas en revistas indexadas internacionales (1966-2002). <i>Por Sergio Riaga Guerrero, Abelardo Duarte Rey, Jorge Andrés Zambrano,</i>	51

	<i>Bibiana Gutiérrez Sepúlveda y Ana María Villa</i>	
2.	Las revistas indexadas internacionales donde publican los colombianos. <i>Por Bibiana Gutiérrez Sepúlveda, Abelardo Duarte Rey y Ana María Villa</i>	51
3.	¿Quiénes citan a los top-papers de colombianos? <i>Por Ana María Villa y Bibiana Gutiérrez Sepúlveda</i>	29
4.	Tendencias de la participación de científicos colombianos en publicaciones internacionales indexadas. <i>Por Bernardo Herrera Herrera, César Orlando González, Abelardo Duarte Rey, Bibiana Gutiérrez Sepúlveda y Ana María Villa Díaz</i>	46

### **Parte III. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE ALGUNOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN**

1.	Metodología para la medición del impacto de los programas nacionales de ciencia y tecnología en la sociedad colombiana. El caso del programa nacional de biotecnología . <i>Por Luis Antonio Orozco y Doris Lucía Olaya</i>	88
2.	Evaluación de los logros del programa nacional de ciencias sociales y humanas. <i>Por Carlos Murcia Linares y Eugenio Llanos Ballestas</i>	33
3.	Propuesta metodológica para el análisis de redes sociales – ars en el programa ciencias sociales y humanas. <i>Por Víctor Bucheli Guerrero y Sandra Patricia Daza</i>	24

4. Análisis de la información presente en la base CAB de autores vinculados a instituciones colombianas, 1995 a 2002. 84  
*Por Jorge Charum Diaz y  
Diana Usgame Zubiela*

#### **Parte IV. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN EN ALGUNOS ÁMBITOS DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA**

1. El impacto del sistema nacional de ciencia y tecnología en el ámbito de la producción. 35  
*Por Abelardo Duarte Rey y  
Jorge Andrés Zambrano*
2. Acompañamiento de la ciencia colombiana a las políticas públicas. 44  
*Por Sergio Riaga Guerrero,  
Ana María Villa y  
María Velasco Campuzano*
3. Acompañamiento de la investigación a las grandes transformaciones culturales del país. 69  
*Por Jaime Ruiz Gutiérrez,  
Sergio Riaga Guerrero y  
Ana María Villa*

#### **Parte V. EVALUACIONES COMPLEMENTARIAS DE LOS IMPACTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

1. Coordinación de entornos regionales y procesos de conocimiento. 46  
*Por Bernardo Herrera Herrera,  
Abelardo Duarte Rey y  
Federico Virviescas*
2. Una lectura encaminada a la identificación de las unidades de análisis de las actas. 10  
*Por Adriana Eleonora Silva*
3. La relación entre ciencia e industria en el mundo vista a través de patentes y publicaciones. 69  
*Por Jorge Andrés Zambrano y  
Clemente Forero Pineda*

4. Interacción entre capital humano, capital social y capital intelectual, en el contexto del nuevo contrato social. <i>Por Bibiana Gutiérrez Sepúlveda y Hernán Jaramillo Salazar</i>	33
5. 26 top papers colombianos. <i>Por Andrés Valderrama, Clemente Forero Pineda y Bibiana Gutiérrez Sepúlveda</i>	77
<b>Parte VI. PAUTAS GENERALES PARA UN ESQUEMA DE INDICADORES DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN.</b>	
1. Capítulo Único. <i>Por Abelardo Duarte Rey, Sergio Riaga Guerrero, José Luis Villaveces Cardozo, Bernardo Herrera Herrera y Clemente Forero Pineda</i>	31
Bibliografía.	13



***EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN  
Y DE SU IMPACTO EN LA SOCIEDAD COLOMBIANA***

**Entidades Ejecutoras**

*Universidad de los Andes  
Universidad del Rosario  
Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología*

**Investigador Principal**

Clemente Forero Pineda

**Comité de Coordinadores**

José Luis Villaveces Cardozo, OCYT  
Hernán Jaramillo Salazar, Universidad del Rosario  
Bernardo Herrera Herrera, Universidad de los Andes

**Coautores**

**María Alejandra Botiva**, Joven Investigadora, Facultad de Economía, Universidad del Rosario.

**Víctor Bucheli Guerrero**. Investigador, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

**Jorge Charum Diaz**. Investigador, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

**Sandra Patricia Daza**. Investigador, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

**Abelardo Duarte Rey**. Asistente de Investigación, Facultad de Administración, Universidad de los Andes.

**César Orlando González**. Soporte Técnico, Coordinación de Investigaciones, Universidad de los Andes.

**Bibiana Gutiérrez Sepúlveda.** Joven Investigadora, Facultad de Economía, Universidad del Rosario.

**Bernardo Herrera Herrera.** Coordinador de Investigaciones, Facultad de Administración, Universidad de los Andes.

**Hernán Jaramillo Salazar.** Decano, Facultad de Economía, Universidad del Rosario.

**Eugenio Llanos Ballestas.** Investigador, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

**Carlos Murcia Linares.** Investigador, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

**Doris Lucía Olaya.** Investigador, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

**Luis Antonio Orozco.** Investigador, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

**Sergio Riaga Guerrero.** Investigador Asociado, Facultad de Administración, Universidad de los Andes.

**Jaime Ruiz Gutiérrez.** Profesor, Facultad de Administración, Universidad de los Andes.

**Adriana Eleonora Silva.** Investigador, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

**Diana Usgame Zubiela.** Investigador, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

**Andrés Valderrama Pineda.** Profesor Asistente, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes.

**María Velasco Campuzano.** Profesora, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes.

**Ana María Villa.** Asistente Graduada, Facultad de Administración, Universidad de los Andes.

**Jose Luis Villaveces Cardozo.** Director, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

**Federico Viviescas Ramírez.** Asistente de Investigación, Universidad de los Andes.

**Jorge Andrés Zambrano.** Joven Investigador, Facultad de Economía, Universidad del Rosario.

**LA EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN Y DE SU  
IMPACTO EN LA SOCIEDAD COLOMBIANA**

**Índice**

**Páginas**

Presentación

**Parte I: OBJETIVOS, MARCO CONCEPTUAL Y METODOLOGÍA**

1. Marco general de análisis del proyecto
- 2.

# ***EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN Y DE SU IMPACTO EN LA SOCIEDAD COLOMBIANA***

## **Coautores**

**Clemente Forero Pineda.** Investigador principal del proyecto. Profesor, Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Profesor, Facultad de Administración, Universidad de los Andes.

**Hernán Jaramillo Salazar.** Decano Facultad de Economía, Universidad del Rosario.

# **LA EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN Y DE SU IMPACTO EN LA SOCIEDAD COLOMBIANA**

## **Presentación y Síntesis de la Investigación**

*Por Clemente Forero Pineda y*

*José Luis Villaveces Cardozo*

En Octubre de 2002, atendiendo una convocatoria de Colciencias, un equipo conformado por investigadores del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, la Universidad del Rosario y la Universidad de los Andes inició una investigación orientada a evaluar los programas de investigación científica y tecnológica y su impacto sobre la sociedad colombiana. Este es el informe de esa investigación.

La evaluación hubiera podido abordarse de muchas maneras. El equipo de investigación pensó que, más allá de la evaluación por una vez de lo avanzado en una década de funcionamiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, era conveniente dejar el camino sembrado de metodologías para un proceso continuo de seguimiento de las actividades científicas y tecnológicas.

Ese fue el carácter que se le imprimió a la investigación propuesta. El objetivo de la investigación quedó plasmado en consecuencia: a partir de evaluaciones específicas, se construiría un conjunto de modelos generales de evaluación del impacto de la investigación en la sociedad, para luego extenderlos a un esquema general de indicadores viables que permitan hacer un seguimiento permanente a los impactos de la investigación en la sociedad colombiana.

En el desarrollo de esta tarea, se hicieron muchos estudios que se sostienen por sí mismos, como ilustraciones del enfoque de los estudios de CTS+I. En su conjunto, estos trabajos

conforman el trabajo más ambicioso de evaluación de la actividad científica y tecnológica que se haya realizado en Colombia. Está compuesto de veintiún ensayos, agrupados en seis partes:

- I. Objetivos, Marco Conceptual y Metodología General
- II. El Impacto Internacional de la Ciencia Colombiana
- III. Evaluación del Impacto de Algunos Programas de Investigación
- IV. Evaluación de los Impactos de la Investigación en Tres Ámbitos
- V. Evaluaciones Complementarias de los Impactos de la Investigación
- VI. Pautas Generales para un Esquema de Indicadores de Impacto de la Ciencia y la Tecnología.

El proyecto fue una colaboración inter-institucional. Este rasgo marcó el desarrollo del trabajo y permitió experimentar con distintas formas de colaboración. En la primera fase, el intercambio de puntos de referencia y la discusión académica de las fuentes se realizó en un seminario periódico de todos los participantes. Los documentos se fueron acopiando en un sitio de la red al que tuvieron acceso todos los investigadores.

En la segunda fase se asignaron responsabilidades a cada institución buscando asegurar un cubrimiento de los temas ofrecidos en la propuesta pero permitiendo una amplia libertad en su tratamiento. Dos seminarios permanentes se desarrollaron a lo largo de todo el proyecto, uno en el Observatorio y otro en las Universidades de los Andes y El Rosario. Las decisiones fundamentales del proyecto se tomaron en un comité de directores conformado por José Luis Villaveces, director del Observatorio, Hernán Jaramillo, decano de Economía de la Universidad del Rosario, Bernardo Herrera, coordinador de investigaciones de la Universidad de los Andes y Clemente Forero, investigador principal del proyecto.

En esta fase, tuvieron lugar varias largas jornadas de recolección de información y organización de la información para el análisis. Estas se dieron alrededor de la base de datos de Colciencias, los archivos de los programas BID-Colciencias, las bases de datos de

algunos programas de ciencia y tecnología, la base CAB, el Web of Science de ISI, los documentos de política social del CONPES, las bases Caldas-2000 y Grup-Lac, las entrevistas a los autores de artículos top, la revisión de las actas de Colciencias, y otras más. Una recomendación central que se deriva de esta experiencia es la necesidad de disponer de un sistema automático de recolección y actualización de la información, para hacerle seguimiento a los distintos impactos de la investigación.

En la tercera fase, los trabajos fueron presentados al equipo completo de investigadores, en donde recibieron comentarios que fueron posteriormente incorporados. Esto se realizó en seminarios de un día, antes de la entrega de los informes parcial y final del proyecto. El rico intercambio de ideas que allí se dio no sólo mejoró la calidad de cada uno de ellos sino que originó algunas referencias cruzadas y permitió una mejor integración de los estudios y su integración en un hilo unificado.

Dos interpretaciones globales de los trabajos y resultados de esta investigación pueden darse. En ambos casos, los distintos aportes pueden ser vistos como el desarrollo de posibilidades metodológicas para la comprensión y valoración del rol que desempeñan la ciencia y la tecnología en la sociedad colombiana.

En la primera interpretación, los métodos propuestos en los 21 capítulos se orientan a hacer un seguimiento de los programas de investigación y observar en qué forma han contribuido a transformar ciertos ámbitos de la sociedad o simplemente han acompañado procesos de transformación social. El esquema básico de explicación y valoración propuesto establece una conexión entre el sistema de ciencia y tecnología (sus actores, sus actividades, sus intenciones programáticas, sus relaciones) y los cambios sociales que se dan en determinados ámbitos: la producción, las políticas públicas, la cultura, el propio sistema de conocimiento (educación y ciencia) de la sociedad.

Este enfoque parte de reconocer la imposibilidad de atribuir a la investigación la totalidad o una parte cuantificable de los cambios económicos, sociales y culturales que se observan en

la sociedad. Siempre, además del conocimiento, intervienen distintos condicionantes sociales que potencian o limitan la proyección que puede tener el conocimiento. Otro punto de partida es la observación de una gran distancia temporal entre la creación de conocimiento nuevo y la difusión de los impactos de ese conocimiento. Estas dos premisas y otras más son estudiadas en más detalle en el capítulo primero.

En la segunda interpretación, los métodos desarrollados se centran en identificar las actividades, la estructura organizativa, la circulación y la integración de los resultados de actividades de los actores que hacen parte del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

En desarrollo de esta interpretación, se constituyó un modelo básico de referencia que, de manera matricial, permite ubicar los resultados según la posición institucional de los actores que los producen, en niveles macro, meso y micro, y simultáneamente declinar los resultados, que se presentan en tres casos: productos, logros y efectos que se encuentran definidos en los documentos.

La intención de pasar de la descripción a la explicación de las problemáticas abordadas exige una caja de herramientas que provea nociones generales, definiciones particulares y métodos de medición. En estos trabajos se ha apelado a la teoría del Actor-red y al modelo de las Redes tecno-económicas para identificar las múltiples relaciones que se han establecido entre los investigadores, los intermediarios, las instituciones y los usuarios de la investigación. Una red tecno-económica completa es aquella donde actores heterogéneos como laboratorios, centros de desarrollo tecnológico, empresas, legisladores, organismos de financiación, burócratas, pacientes de determinada enfermedad, gentes que soportan la contaminación de una región, aquellos que padecen formas específicas de violencia y otros actores organizados diversamente, se relacionan, interviniendo en la construcción, desarrollo, aplicación, circulación y uso del conocimiento, el cual en algunas ocasiones finaliza en procedimientos de producción o bienes y servicios que tienen valor como mercancía. (Véase por ejemplo Callon, 1991). Para el funcionamiento de la red es necesario que existan procesos de comunicación y de traducción entre actores que se mueven entre



tres polos que definen actividades complementarias: las científicas, las tecnológicas y las de mercado.

El régimen de traducción se expresa en colaboraciones, alianzas, convenios y financiación de proyectos y otras actividades de investigación; relaciones que se ponen en acción dentro de un marco jurídico e institucional que permite algún grado de certidumbre sobre las responsabilidades asumidas por los actores de la red. Se trata de redes con relaciones convergentes por traducciones exitosas, estables en el tiempo, es decir redes irreversibles, y construcción de un modelo para medir el impacto de los programas nacionales de ciencia y tecnología sobre la sociedad colombiana. OCyT donde existe correspondencia entre los diferentes fines estratégicos de los actores inscritos en alguno de los polos de la red, o sea redes estratégicas. Así, la descripción precisa de las relaciones de todos los segmentos posibles de una red puede dar lugar a que se dé cuenta de una red completa, convergente, irreversible y estratégica. También puede dar lugar a identificar redes incompletas, con poca o ninguna articulación entre los polos, con relaciones débiles y efímeras, sin estrategia determinante, sin preocupaciones epistemológicas importantes o sin responsabilidad social.

En ambas interpretaciones, el modelo básico de referencia que se ha constituido para este estudio es un avance hacia la construcción de uno general explicativo. Ambas están marcadas por la hipótesis que considera que la finalidad de todo programa de investigación en ciencia y tecnología es la estructuración de redes de tipo socioeconómico en el ámbito de preocupaciones que le compete. Nuestro modelo se fundamenta en la construcción de una matriz que constituye un centro de acopio de información organizada, a la cual da estructura. En la diagonal principal de esta matriz se ubican las relaciones más importantes. La matriz incorpora la noción de red tecno-económica lo que orienta el estudio del estado de tal red en los programas estudiados y ayuda a ver hasta dónde se han estructurado las relaciones entre los polos científico, tecnológico y de mercado.

La pregunta por el impacto de la ciencia y la tecnología tuvo que ser interpretada bajo la noción de utilidad social de la ciencia, ya que la noción de impacto es comúnmente

empleada en la literatura económica por los modelos de insumo – producto y por los modelos de sensibilidad o de elasticidad de la ciencia y la tecnología sobre variables socio-económicas fundamentales, ejercicios que necesitan de dos condiciones, a) que los recursos destinados para ciencia y tecnología sean lo suficientemente significativos y dirigidos para que alteren variables socioeconómicas fundamentales, y b) que la información sea completa.

Ninguna de estas dos condiciones se cumple para el caso colombiano. Por una parte, es notoria la insuficiencia de recursos, cuando todos los estudiosos recomiendan que la inversión global sea al menos del 1% del PIB y en nuestro país no se ha alcanzado ni siquiera la mitad de esa cota. Peor aún, a pesar de que el Decreto 585 de 1991 coloca como una de las funciones de los programas nacionales de ciencia y tecnología la coordinación de todos los recursos que invierte el Estado, el examen de las actas de los consejos de tales programas muestra claramente que la mayor parte del tiempo se limitaron a disponer de los recursos presupuestales de Colciencias, a pesar de que el estado siguió asignando muchos recursos por otras vías, como los ministerios de salud, agricultura o minas o a través de las universidades. Es decir, los recursos han sido insuficientes y poco dirigidos. Enfocados desde el punto de vista macro, esa escasa participación de la investigación en la economía del país hace que los efectos de la ciencia no puedan ser muy visibles.

Por otra parte, la información general de los programas nacionales de ciencia y tecnología es incompleta y se encuentra poco estructurada en bases de datos o tablas en formato digital. Esto implica que sólo podemos identificar partes de la red. Existe una base general de la oficina de registro de proyectos de Colciencias que cuenta con metadatos útiles para la administración. El Sistema Integral de Gestión de Proyectos, SIGP, desarrollado por la misma entidad sólo contiene información a partir del año 2000. En distintos capítulos de este trabajo se hace referencia a esas insuficiencias del sistema de información que sirve de apoyo a las dinámicas del sistema nacional de ciencia y tecnología.

## *Partes y capítulos*

La primera parte del informe presenta los **Objetivos, marco conceptual y metodologías generales** de evaluación de los impactos de la investigación en la sociedad colombiana. Recoge dos ensayos de carácter conceptual y metodológico, una revisión crítica de la literatura sobre impacto de la investigación y sobre sus indicadores y un ensayo que relaciona los cambios de la política de ciencia y tecnología de Colombia con cambios en las tendencias de los resultados de esta de esta actividad.

El capítulo I.1. *Marco general de análisis del proyecto*, recoge parte de las discusiones del seminario inicial en el que participó todo el equipo del proyecto y fue redactado por Clemente Forero Pineda y José Luis Villaveces. Este capítulo explica en detalle los objetivos del proyecto. Parte de una caracterización de las diferencias entre la práctica de la ciencia y la tecnología en países industrializados y países en desarrollo. Explica las consecuencias de estas diferencias en los impactos que se pueden esperar en uno u otro ambiente. La metodología propuesta se sintetiza en dos grandes líneas de análisis: (a) observar, caracterizar y cuantificar los cambios ocurridos en los ámbitos de la misma ciencia, de la producción, de las políticas públicas y de la cultura, y buscar las relaciones entre las políticas y acciones de los programas de ciencia y tecnología y los principales cambios observados; (b) observar las acciones de ciencia y tecnología (proyectos, documentos programáticos, actividades de grupos de investigación), explorar los impactos intencionados y no intencionados de estas acciones y comparar los objetivos propuestos con los resultados. Finalmente, propone una categorización de los indicadores que permiten observar esos impactos.

El capítulo I.2, *Notas hacia un documento sobre la medición del impacto de la ciencia y tecnología*, elaborado por José Luis Villaveces, comienza por presentar de manera general la noción de impacto como efecto resultante de una intencionalidad e insiste en que sólo puede medirse el impacto de acciones programadas. Por eso es indispensable conocer los programas y utilizarlos como referencia para juzgar los resultados desde el punto de vista

del impacto. Los resultados son, a su vez, la medida del impacto y estos pueden organizarse en tres tipos: productos, logros y efectos y en tres niveles: micro, meso y macro. De esta forma es posible construir una Matriz de Impacto Sistémico que permite organizar el análisis de impacto. Luego entra en el problema del impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología de Colombia, resultante de una política larga y coherente que se ha extendido por más de treinta y cinco años.

El capítulo I.3, *Recuento crítico de la literatura sobre los impactos de la investigación y sus indicadores* (Jorge Andrés Zambrano, Hernán Jaramillo Salazar y Clemente Forero Pineda), recoge las principales tendencias de la literatura sobre impactos e indicadores de impacto de la investigación, y sienta las bases para la elaboración de un sistema específico para el estudio de impactos e indicadores en Colombia. En sus distintas secciones estudia las múltiples definiciones de los sistemas de innovación y del impacto de dichos sistemas; la visión institucionalista de los sistemas de innovación; la evaluación de impactos de la investigación; el nuevo enfoque que se está dando al análisis de los impactos, centrado en la formación de redes; y el debate sobre el impacto de la investigación en ciencias básicas y la justificación para su financiación. En una sección final discute la literatura sobre formas de medir los impactos de la investigación a través de indicadores.

El capítulo I.4, *Políticas de ciencia y tecnología y resultados* (Hernán Jaramillo Salazar Maria Alejandra Botiva y Jorge Andrés Zambrano) relaciona los hitos importantes de la historia de ciencia y tecnología reciente, la acumulación de capacidades para el desarrollo de las políticas, los instrumentos de la política y el desarrollo institucional de la ciencia y la tecnología en Colombia, asociados a factores exógenos y endógenos que han influenciado el comportamiento actual con los resultados observables, y en algunos casos medibles, de la actividad científica. El resultado de estas políticas se puede observar a través de diversos indicadores, tales como consolidación de los grupos de investigación y de capacidades científicas y tecnológicas del país; el desarrollo de proyectos de investigación que conforman en el mediano y largo plazo la continuidad de líneas y programas de investigación de las instituciones del sistema; la formación de recursos humanos en los

diferentes niveles: jóvenes investigadores, estudiantes de maestría y doctorado; la inserción en redes internacionales y nacionales de conocimiento; la influencia en las políticas públicas y privadas de los proyectos de investigación, y el volumen de publicaciones científicas.

La parte II evalúa **El impacto internacional de la ciencia colombiana**. Se trata de una aproximación a la evaluación del impacto de la investigación en el ámbito científico. El capítulo II.1, *Tendencias de las Publicaciones Colombianas en Revistas Indexadas Internacionales 1966-2002* (Riaga, Duarte, Zambrano, Gutiérrez, Villa) propone un análisis cuantitativo de la producción de artículos indexados que se han realizado en Colombia, en el período comprendido entre 1966 y 2002. Se examinan el volumen, la distribución, y la visibilidad de la producción científica nacional que ha sido publicada en revistas indexadas internacionales, en diferentes áreas temáticas de las ciencias. También se hace un primer ejercicio exploratorio sobre las redes de coautorías que han formado entre 1966 y 2002. En la primera parte, se explica el uso del artículo indexado como unidad de análisis del estudio. En la segunda, se presenta la base de datos, describiendo los pasos metodológicos que permitieron su construcción y codificación. En la tercera, se hacen mediciones y valoraciones de la investigación científica nacional más reconocida internacionalmente. En la última, se hace un balance general del estudio y se señalan los principales elementos metodológicos y conceptuales que hay que tener en cuenta para diseñar indicadores confiables que permitan medir y caracterizar la ubicación y la dinámica de la investigación colombiana en el contexto científico internacional.

Los demás capítulos de esta parte complementan el análisis. El capítulo II.2, *Las revistas indexadas internacionales donde publican los colombianos* (Gutiérrez, Duarte, Villa) busca aproximarse a una medida de la calidad de las revistas indexadas internacionalmente en donde publican los científicos colombianos y a una valoración de las publicaciones de colombianos por la calidad de las revistas de publicación y parte de la hipótesis que la difusión internacional de la producción científica puede ser atribuible a decisiones de política que influyen la actividad investigativa y al desempeño de los programas de

investigación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. El capítulo II.3, *¿Quiénes citan a los top papers de colombianos?* (Ana María Villa), concentra su atención en los artículos que el ISI clasifica como top papers por ser los más citados de su área y hace un análisis de los trabajos, autores y países que los citan. El capítulo II.4 analiza las *Tendencias de la participación de científicos colombianos en publicaciones internacionales indexadas* (Herrera, Duarte, Gutiérrez, Villa, González) destaca la dinámica de esa participación, sus tendencias y profundiza en un análisis por áreas de las publicaciones de autores vinculados a instituciones académicas colombianas.

La metodología adoptada propone la evaluación de los impactos de la investigación en dos dimensiones principales: una evaluación a partir de los programas nacionales de ciencia y tecnología y otra evaluación del impacto del conjunto del sistema nacional de ciencia y tecnología sobre distintos ámbitos de la sociedad colombiana.

La parte III hace la **Evaluación del impacto de algunos programas de investigación**. El capítulo III.1, *Metodología para la medición del impacto de los programas nacionales de ciencia y tecnología en la sociedad colombiana: El Caso del Programa Nacional de Biotecnología*, elaborado por Luis Orozco y Doris Olaya, presenta una metodología para evaluar el impacto de un programa nacional de ciencia y tecnología que se construye a partir de el concepto de competitividad sistémica. Esta se entiende desde la lógica de las redes tecno-económicas, donde se busca estructurar la información de las actividades científicas y tecnológicas matricialmente bajo un esquema de niveles y tipos de resultados. Estos a su vez se generan en tres ámbitos complementarios, para encontrar las relaciones, los vínculos y las dinámicas de quienes desarrollan las actividades científicas y tecnológicas y de cómo estas trascienden en el bienestar de la sociedad. La acción de coordinación que ejecutan los programas es el eje central de la metodología, y para dar cuenta de su gestión, se define una matriz sistémica que permite avanzar en la comprensión de la multicausalidad del impacto, ya que permite la incorporación de otros niveles de política y de otros indicadores adicionales a los de ciencia, tecnología e innovación. El

documento finaliza con el caso del programa nacional de biotecnología donde se muestran los indicadores que se pudieron construir con la información existente.

El capítulo III.2, realizado por Carlos Murcia y Eugenio Llanos, *Evaluación de los logros del Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas*, tiene como objetivo indagar por los logros obtenidos por la política de investigación desarrollada por el Consejo del Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas según los propósitos y estrategias propuestos en los documentos de política que en diferentes momentos de la década de los noventa presentó el programa. Los productos de la comunidad de investigadores, y su utilidad por la circulación en los ámbitos identificados, dieron contenido material a la noción de logro colectivo, dado que el modelo básico de referencia supone que la producción científica está permeada por las intenciones y las acciones estratégicas originadas desde la política de investigación. Así, el estudio plantea entender la dinámica del programa como un ejercicio de coordinación de los actores e intermediarios de la investigación, inscritos en un marco institucional definido, que da lugar a que se construyan e interioricen normas de comportamiento y un lenguaje propio, se deriven productos de investigación, en sintonía con las señales emitidas por el ente coordinador. El aporte metodológico consiste en el desarrollo de una propuesta para la reconstrucción y análisis de la política de investigación a través de un ejercicio lexicométrico elaborado a partir de la construcción de un modelo para medir el impacto de los programas nacionales de ciencia y tecnología sobre la sociedad colombiana.

El capítulo III.3, escrito por Victor Bucheli y Sandra Daza *Propuesta metodológica para el análisis de redes sociales – ARS- en el programa ciencias sociales y humanas*, parte de la definición de red formal de Callon para proponer una metodología para la aplicación de la técnica de análisis de redes sociales (ARS) indagando en el Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas con el objeto de hacer evidente la existencia de éstas. La primera parte describe los aspectos conceptuales de dicho análisis, se observan las propiedades estructurales de las relaciones y se explican mediciones tales como la densidad, centralidad por grado, por cercanía e intermediación. En la segunda parte, se hace un ejercicio práctico

con dicha metodología tomando proyectos desarrollados en cooperación y observando a las entidades que se vinculan en actividades de producción de conocimiento basado en la información obtenida de Tecnos. Se concluye que este tipo de metodología es útil pues devela la características de actores y su identificación dentro del sistema de relaciones.

El capítulo III.4, *Análisis de la información presente en la base CAB de autores vinculados a instituciones colombianas, 1995 a 2002*”, presentado por Jorge Charum y Diana Usgame, discute sobre la utilización de la bibliometría para hacer el análisis de la dinámica de la producción científica y tecnológica que se apoya en el tratamiento de las diferentes informaciones contenidas en las publicaciones científicas, sobretudo en los artículos, las patentes y los informes de investigación. La información recogida en la base bibliográfica CAB, que cubre el campo de investigación de la biotecnología, de uso y aplicación de sus técnicas y sus procedimientos por parte otras disciplinas, ha sido estructurada, por una parte, para hacer emerger los temas nacionales de investigación y, por otra parte, para establecer los contextos cognitivos en que se ubican las temáticas propias de la biotecnología y se presentan sus evoluciones. La información de los documentos integrados a la base CAB desde 1995 a abril de 2003, que tienen autores vinculados a organizaciones e instituciones nacionales, ha sido analizada utilizando el método de las palabras asociadas. La comparación entre las propuestas y las orientaciones del programa de biotecnología y los resultados ubicados permite tener evidencias sobre los logros obtenidos. Es posible la generalización del método general utilizado para el estudio de otros programas nacionales de investigación.

La parte IV, **Evaluación del impacto de la investigación en algunos ámbitos de la sociedad colombiana**, aborda el análisis de los impactos desde la óptica de algunos ámbitos donde se producen esos impactos: la producción, las políticas públicas y la cultura.

El capítulo IV.1 enfoca *El Impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en el Ámbito de la Producción* (Abelardo José Duarte, Andrés Zambrano). Su objetivo es crear las bases de unos indicadores y métodos de evaluación que logren la adecuada medición de



cómo la investigación ha logrado transformar los procesos productivos interviniendo en procesos de innovación. Describe distintos enfoques teóricos que se han utilizado para la evaluación del impacto de la ciencia en el ámbito de la producción y los indicadores que de allí han resultado. En la primera sección, hace una síntesis del concepto de sistema de conocimiento y conceptualiza su impacto en el sector productivo. También caracteriza las relaciones entre uno y otro. Expone los principales enfoques teóricos de medición. En la segunda sección describe algunas limitaciones institucionales a la innovación en Colombia. En la tercera, se evalúa el impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en el ámbito del sector productivo, a través de estadísticas provenientes de la convocatoria a grupos de investigación.

El capítulo IV.2, *Acompañamiento de la ciencia colombiana a las políticas públicas* (Sergio Riaga Guerrero, Ana María Villa, María Velasco) estudia el acompañamiento que los programas nacionales de Ciencias Sociales y Humanas, Estudios Científicos de la Educación y Ciencia y Tecnología de la Salud, han realizado a las políticas públicas en Colombia, en especial las referidas a la promoción y el mejoramiento del bienestar social. A través de un doble análisis cualitativo y cuantitativo de los proyectos aprobados por Colciencias en estos programas, se evalúa la distribución y la cobertura temática de estas investigaciones, en los diversos tópicos asociados con las políticas públicas para el desarrollo social. En la primera parte, propone un esquema básico que ordena y caracteriza los principales tópicos o áreas de desarrollo social alrededor de las cuales el Estado y los gobiernos nacionales aplican políticas y transformaciones institucionales explícitas. En la segunda, hace una clasificación de los proyectos en cada uno de los temas y los ejes establecidos en la primera sección. En esta parte, aplica tres metodologías complementarias para medir la distribución absoluta y relativa de las investigaciones en las diversas áreas de desarrollo y política social. En la última sección se resumen las principales conclusiones del análisis y se señalan algunos aspectos de carácter metodológico que hay que tener en cuenta para ampliar y mejorar los estudios sobre el acompañamiento e impacto de la ciencia en el diseño, aplicación y evaluación de las políticas públicas nacionales. En la presente investigación, el concepto de acompañamiento se propone como una aproximación

analítica a la cuestión fundamental del impacto de la ciencia en el ámbito de las políticas públicas. Dentro de la noción de impacto, la ciencia se concibe con una orientación o un “giro” normativo, enfocada hacia “el deber ser”. En esta visión, la ciencia y los científicos guardan una intencionalidad explícita por discutir o influir directamente en medidas particulares de política que transformen el entorno circundante. El impacto de la ciencia en las políticas se evalúa, entonces, mirando los procesos a través de los cuales las actividades científicas y académicas determinan algún aspecto específico de la forma o el contenido de las decisiones de política pública (la manera cómo se diseña la política, la implantación de una nueva ley o una nueva norma, su aplicabilidad en el mundo real, la evaluación de sus métodos y sus resultados, etc.).

El abordaje a partir del concepto de “acompañamiento” también se adopta en el capítulo IV.3, *Acompañamiento de la investigación a las grandes transformaciones culturales del país* (Jaime Ruiz, Sergio Riaga, Ana María Villa). Para ello, construye un esquema básico de referencia de los cambios culturales que se han operado en el país en las últimas dos décadas. Este esquema fue construido con base en entrevistas a investigadores. Luego contrasta las temáticas de las investigaciones de varios programas nacionales de ciencia y tecnología con esas temáticas, con la intención de observar la coincidencia entre unas y otras. Para ello se hicieron dos análisis de la información empírica. El primero consistió en una asignación a partir de la metodología de redes neuronales. El segundo consistió en una asignación manual. Los resultados apuntan a construir indicadores cuantitativos que miden el acompañamiento que la comunidad de investigadores ha hecho, a través de sus investigaciones, a los principales cambios culturales que se observan en la sociedad colombiana.

La parte V, **Evaluaciones Complementarias de los Impactos de la Investigación**, presentan estudios adicionales que enriquecen las evaluaciones sistemáticas por programas y por ámbitos de las partes anteriores. A pesar de la diversidad de sus enfoques, son estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad del mayor interés para evaluar impactos y concebir políticas de ciencia y tecnología.

El capítulo V.1, *Coordinación de entornos regionales y procesos de conocimiento* (Bernardo Herrera, Abelardo Duarte, Federico Virviescas), realiza un balance de la investigación en Colombia en una perspectiva de coordinación de entornos y procesos, y desde una mirada a la vez institucional y territorial. De acuerdo con la perspectiva adoptada, los procesos de aprendizaje en red se entrecruzan con los flujos de conocimiento. Las redes se miran en su proyección espacial. Algunas redes cuentan con dinámicas de aprendizajes propias, relacionadas por ejemplo con el apoyo y financiación de los programas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Sin embargo, el análisis demuestra que muchas de ellas, si bien cuentan con nodos intermedios en Colombia, están articuladas y dependen de investigadores localizados en ciudades centrales en el contexto mundial. El capítulo analiza los cambios de políticas de asignación de recursos de apoyo a la financiación de la CyT, busca establecer cuáles de esos cambios se ven acompañados de mejoramientos en las relaciones entre instituciones del territorio, y por último, a partir de algunos casos o ejemplos estudiados a profundidad, deriva recomendaciones metodológicas que permitan medir la co-incidencia o incidencia conjunta de financiación, cambio institucional y distribución territorial de recursos.

El capítulo V.2, elaborado por Adriana Silva, presenta una propuesta metodológica para la descripción e interpretación de los discursos registrados en las actas a partir de su segmentación en unidades de análisis y la organización de la información contenida en éstas; esto con el fin de evaluar las políticas de investigación adoptadas por los consejos nacionales de programa de ciencia y tecnología.

El capítulo V.3 explora *La relación entre ciencia e industria en el mundo vista a través de patentes y publicaciones* (Jorge Andrés Zambrano, Clemente Forero Pineda). Propone una caracterización de países desarrollados y en desarrollo distinta de la tradicional: en vez de comparar el ingreso per-cápita o la producción industrial, explora la dinámica de los sistemas de ciencia y de innovación de cerca de ochenta países en 20 años. En su primera sección, cuestiona el uso de las patentes y publicaciones como indicadores de innovación.

En la segunda, cuestiona anteriores resultados y propone una categorización de niveles de desarrollo basada en las dinámicas de sus sistemas de ciencia y de innovación y la relación entre ellos. Finalmente, analiza en mayor detalle los casos de Colombia y América Latina.

El capítulo V.4, *Interacción entre Capital Humano, Capital Social y Capital Intelectual en el Contexto del Nuevo Contrato Social* (Bibiana Gutiérrez, Hernán Jaramillo) busca una aproximación a una línea de evaluación de impactos a través de los capitales humano, intelectual y social, en el contexto del llamado “nuevo contrato social de la ciencia”. A partir de una breve definición de conocimiento y de tipos de conocimiento, introduce los distintos tipos de capital y las relaciones que se presentan entre los capitales humano, intelectual y social. Explora su significado en el contexto del nuevo contrato de la ciencia y las implicaciones sobre la evaluación de los impactos de la actividad investigativa. Finalmente propone una forma de evaluar el impacto que tiene la investigación sobre el capital humano, el capital intelectual y el capital social.

El capítulo V.5, *26 top-papers colombianos* (Andrés Valderrama, Clemente Forero P.) es un estudio clásico de CTS, basado en entrevistas a los científicos vinculados a instituciones colombianas cuyas publicaciones han sido consideradas como top-papers por el ISI, por estar entre las más citadas de su área temática. El capítulo caracteriza la composición de los equipos de investigación, las condiciones en que trabajan, sus relaciones internacionales y los apoyos que reciben. También explora la estructura de gastos de sus proyectos y se adentra en las razones científicas por las que sus artículos son citados. Aunque se trata de un trabajo preliminar ofrece algunas conclusiones interesantes. Entre ellas se destaca la importancia que tiene en estos grupos su conexión con redes internacionales y su vinculación con los líderes científicos mundiales en su campo de investigación.

La Parte VI propone **Pautas generales para un esquema de indicadores de impacto de la investigación** y comprende un único capítulo (Duarte, Riaga, Villaveces, Herrera y Forero). Traza lineamientos para el diseño de un sistema más adecuado de indicadores de impacto de la investigación para un país como Colombia, a partir del marco conceptual y de

los ejercicios que, en anteriores capítulos, han demostrado la viabilidad de medir determinados impactos de la investigación. Como esos ejercicios no son exhaustivos, se trata de enmarcarlos en un esquema global y abarcante, para lo cual se toma como agenda una propuesta reciente de Godin y Doré (2000). En la sección 2, presenta el esquema de impactos e indicadores de Godin y Doré y para cada una de las principales dimensiones propuestas por estos autores, señala cómo se podrían implantar en Colombia indicadores que permitan una evaluación sistemática y permanente de ese impacto. En la sección 3, presenta la dimensión del impacto de la investigación en la construcción de redes y capital social. La demás secciones hacen recomendaciones generales sobre el sistema de información necesario para soportar los indicadores y permitir su utilización permanente, y los procedimientos de evaluación periódica.

#### *Agradecimientos*

En esta investigación participaron 22 investigadores, que son autores o coautores de los 21 ensayos en donde se recogen los resultados del proyecto. Estos investigadores contaron con el apoyo sin condiciones de Colciencias. La dirección, los jefes de programas, los “demonios de Maxwell” que orientan y registran la entrada de proyectos a la entidad, y las distintas dependencias académicas y administrativas ayudaron a recoger una información compleja y esquiva al análisis. Más de una docena de destacados científicos colombianos y once secretarios técnicos de los programas de ciencia y tecnología de Colciencias enriquecieron con sus conceptos el análisis del equipo de investigación. Colciencias, el grupo Académico CT&S de la Universidad Nacional y la Regional de Sur América de la empresa ISI-Thomson nos permitieron consultas y acceso temporal a sus bases de datos, que sirvieron de base a varios de los capítulos de este trabajo.

**Parte I**

**OBJETIVOS, MARCO CONCEPTUAL Y  
METODOLOGÍA**

## Parte I

### OBJETIVOS, MARCO CONCEPTUAL Y METODOLOGÍA

#### Capítulo 1

#### Marco general de análisis del proyecto

*Clemente Forero Pineda  
José Luis Villaveces Cardozo<sup>1</sup>*

### 1. EL DISEÑO DE METODOLOGÍAS EN ENTORNOS DIFERENCIADOS

#### 1.1 Objetivos del proyecto, formas de hacer ciencia y eficiencia relativa

El propósito central del proyecto consiste en proponer metodologías para analizar el impacto *del sistema nacional de ciencia y tecnología* sobre algunos ámbitos de la vida nacional: la producción, las políticas públicas, la cultura y la producción científica y académica<sup>2</sup>.

Existe una amplia literatura de evaluación de impactos, desarrollada principalmente en países industrializados. Por ello, para iniciar, cabe preguntarse ¿por qué es pertinente desarrollar metodologías especiales de evaluación de impacto aplicables a un país como Colombia?

La respuesta es sencilla. Por una parte, los impactos de las actividades de ciencia y tecnología dependen del contexto. Por ejemplo, el mismo proyecto de ciencia y tecnología desarrollado en un país en desarrollo o en un país industrializado no puede tener el mismo impacto. Éste depende de la capacidad de la sociedad para asimilar el nuevo conocimiento creado por el proyecto.

Por otra parte, los impactos de las actividades de ciencia y tecnología dependen de la forma de hacer ciencia, porque al hacer ciencia se generan subproductos como la experiencia y la disposición de mejores instrumentos. Estas externalidades de los proyectos dependen de cómo estén dispuestos los recursos humanos y físicos cuando se desarrolla una actividad científica.

Los más comunes métodos de evaluar los impactos de la ciencia y la tecnología no tienen en cuenta estas diferencias de asimilación del nuevo conocimiento por parte del medio

<sup>1</sup> Este capítulo recoge en parte las discusiones del seminario del proyecto y numerosos aportes de los investigadores de las tres entidades ejecutoras.

<sup>2</sup> Aunque no formaba parte de la propuesta, se presenta una exploración preliminar del análisis del impacto de la investigación sobre la cultura.

ambiente (suponen condiciones idénticas a este respecto) e ignoran diferencias sustanciales que pueden tener los procesos de producción de conocimiento.

Basado en estudios empíricos de Collins y otros<sup>3</sup>, Callon (1999)<sup>4</sup> distingue entre dos estados posibles de las dinámicas de producción de conocimiento en los países industrializados: el estado de *ciencia consolidada* y el estado de *ciencia emergente*. Además de su justificada preocupación por diferenciar modos de hacer ciencia en aspectos que son críticos para comprender esta actividad, el autor ofrece una distinción que es útil para iniciar la consideración de diferencias en los modos de hacer, comunicar y usar el conocimiento.

La noción de *ciencia consolidada* está emparentada con la de ciencia normal de Thomas Kuhn. En este sentido, los resultados de la ciencia consolidada son previsibles y se comunican por escrito a otros científicos de una comunidad previamente interesada en el tema, dispuesta a replicar y validar el conocimiento. En este caso, los costos de transmisión y de asimilación del conocimiento producido son muy bajos y el supuesto de diseminación gratuita, en que se funda la consideración del conocimiento como un bien no rival, es aceptable.

En contraste, la *ciencia emergente* se refiere al estado en que la difusión del conocimiento no puede suponerse gratuita. El tema y sus problemas están apenas emergiendo, y son necesarios grandes esfuerzos de los investigadores para interesar a otros científicos en la investigación que se realiza. Éstos, a su vez, tienen que modificar sus propias temáticas, fabricar o adquirir instrumentos y, en muchos casos, hasta construir laboratorios. El supuesto económico de no-rivalidad de la información y el conocimiento pierde validez en este ambiente: la transmisión del conocimiento no es gratuita ni para el emisor ni para el receptor.

La ciencia en los países en desarrollo se hace de una manera que tiene aspectos comunes tanto con la ciencia emergente como con la ciencia consolidada de los países industrializados.

La principal similitud con la ciencia emergente está en la necesidad de grandes esfuerzos de parte de los investigadores para interesar a sus colegas, local o internacionalmente. Esta es observable en la más alta participación de los viajes y de los programas de “movilidad” en los presupuestos de proyectos y entidades financiadoras de la ciencia y la tecnología de los países en desarrollo. La réplica (no sólo de los experimentos más innovadores sino de cualquier experimento, por simple que sea), resulta costosa en exceso, por la rareza<sup>5</sup> y espaciamiento de la infraestructura, en contraste con la mayor

---

<sup>3</sup> *Changing Order, Replication and Induction in Scientific Practice*, Sage 1985.

<sup>4</sup> Michel Callon (1999). “*Le réseau comme forme émergente et comme modalité de coordination: ...interactions stratégiques...*”, *Réseau et Coordination*, Economica, Paris.

<sup>5</sup> Cualidad de una cosa cuyos componentes, partes o elementos están separados más de lo regular en su clase (Diccionario de la Real Academia Española).



densidad de la dispuesta en los países más avanzados. La rareza no afecta sólo a la infraestructura material sino a los recursos virtuales<sup>6</sup>. La frecuencia con que se encuentran números aislados y colecciones de revistas científicas muy incompletas en las bibliotecas de los países en desarrollo es buena muestra de la baja densidad de los recursos de información disponibles en estos países. Estos segmentos de colecciones se obtienen de los presupuestos de proyectos aislados y no como resultado de una gestión colectiva de los recursos de información.

A pesar de estas paradójicas similitudes de carácter entre la ciencia emergente de los países industrializados con y el conjunto de la ciencia que se practica en los países en desarrollo, los resultados esperados de los proyectos y demás actividades científicas de estos países son generalmente normales, y en tal sentido corresponden más a la ciencia consolidada. Al igual que en esta, se puede observar una mayor dependencia del conocimiento codificado. Esto es observable igualmente en la mayor participación del rubro de recursos documentales dentro de los presupuestos de los proyectos de investigación de los países en desarrollo.

A estas diferencias en la forma de hacer ciencia se agregan, como se ha explicado, diferencias en las relaciones de los espacios de la ciencia y la tecnología con el entorno. La capacidad de absorción del conocimiento no es la misma en los dos tipos de países. La posibilidad de aprovechar externalidades es más baja. Los marcos institucionales y los mercados financieros y de conocimiento incompletos, impiden que proyectos de gran proyección e impacto potencial puedan realizarlo en los entornos de los países en desarrollo.

A este respecto conviene introducir el concepto de *eficiencia-X*, que se utiliza para relativizar la eficiencia de una forma organizativa a las posibilidades reales de alcanzar un alto rendimiento. No solamente se adopta un enfoque comparativo con un *benchmark* de eficiencia, como lo sugiere Leibenstein (1983)<sup>7</sup> y lo adapta Hodgson (1988)<sup>8</sup> al análisis institucionalista. Además, se expande a la consideración del macro-entorno, en la construcción de los indicadores de impacto propuesta en este estudio<sup>9</sup>.

Ubicado en este contexto que reconoce especificidades en las formas de hacer ciencia y que relativiza la eficiencia a las condiciones del entorno, como lo hace el concepto de

---

<sup>6</sup> Clemente Forero P. (2003). "Database Protection and Scientific Information in Developing Countries". Symposium on Open Access and the Public Domain in Digital Data and Information for Science, París, March.

<sup>7</sup> H. Leibenstein (1983). "Property Rights and X-efficiency: Comment". *American Economic Review*, 73:4, 831-42.

<sup>8</sup> G. Hodgson (1988). *Economics and Institutions*. Polity Press, Blackwell, London. 364 pp.

<sup>9</sup> De este mismo principio diferenciador de entornos aplicado a los diseños de metodologías parten Jaramillo, Lugones y Salazar (2000) *Manual de Bogotá*, OEA, Bogotá, al proponer una normalización de indicadores de ciencia y tecnología específica para América Latina.

eficiencia-X, se puede comprender mejor el objetivo de diseño de una metodología de análisis del impacto de los programas de investigación en la sociedad colombiana.

## **1.2 Características de la actividad científica en los países en desarrollo y evaluación de impacto**

En la evaluación del impacto de los programas de investigación, la aplicación de las metodologías tradicionales de evaluación social de proyectos de inversión no parece conveniente por distintas razones, entre las que se destacan las siguientes:

1. La incertidumbre radical acerca de los resultados de los proyectos.
2. El largo rezago que normalmente existe entre una investigación, especialmente la de carácter fundamental y su aplicación. Mansfield calcula este rezago entre 18 y 30 años para avances fundamentales. Otras fuentes los ubican en 7 años (SIAF).
3. La amplitud del abanico de externalidades de cualquier proyecto de investigación: además de productos (proposiciones científicas, artículos, productos industriales, procesos productivos y políticas públicas), la investigación genera una “producción conjunta” (joint-production) de capacidades, saberes, bases para el desarrollo de otros conocimientos. Estos co-productos no solamente tienen magnitudes extremadamente variables sino que no están relacionados en proporciones regulares con el valor de los productos directos.
4. La mayor dificultad para separar, en el caso de los proyectos de investigación, los efectos de un proyecto de investigación -específico de los efectos del conjunto de las actividades de los programas, por el inmenso volumen de externalidades.
5. La ausencia de una línea de base *ex ante*, que permita evaluaciones longitudinales.

Dadas las anteriores consideraciones, la comparación de situaciones sin y con proyecto, para inferir una valoración por comparación diferencial (como se hace en la evaluación social de proyectos) no es practicable. Se opta por un método de apreciación de indicios de valor de los proyectos, acciones de ciencia y tecnología y programas.

La evaluación de los programas de ciencia y tecnología ha comenzado a hacerse en muchos países definiendo referentes multidimensionales con el propósito de aproximarse a través de indicios a la contribución de la investigación a las actividades valoradas por la sociedad. En estos desarrollos, generalmente asociados con los Estudios de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, se han diseñado y construido instrumentos de recolección de información que materializan esos referentes conceptuales.

Un resultado del presente proyecto son las recomendaciones de implantación de un sistema permanente de evaluación de impactos de los programas de ciencia y tecnología, que permita, contando con la información indispensable, aproximarse mejor a una valoración de los esfuerzos que hacen el Estado, las comunidades de investigadores, los sectores privado y no gubernamentales, y la población en general, para desarrollar el conocimiento.

## **2. CONCEPTOS Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1 Esquema general**

La metodología propuesta se sintetiza en dos grandes líneas de análisis:

- a. Observar, caracterizar y cuantificar los cambios ocurridos en esos ámbitos, y buscar las relaciones entre las políticas y acciones de los programas de ciencia y tecnología y los principales cambios observados.
- b. Observar las acciones de ciencia y tecnología (proyectos, documentos programáticos, actividades de grupos de investigación), explorar los impactos intencionados y no intencionados de estas acciones y comparar los objetivos propuestos con los resultados.

En el presente documento, las metodologías propuestas se ilustran con base en observaciones del período 1991-2002 y los ámbitos propuestos se precisan en la siguiente sección.

Este capítulo presenta los conceptos fundamentales del análisis (ámbitos, programas, sistema, actividades, acciones e impacto) en la forma como se les utiliza en el proyecto y esboza las grandes líneas de la metodología propuesta.

### **2.2 Los ámbitos**

*El ámbito de la producción.* La conexión entre las actividades de investigación y los sectores de la producción se ubican en un ámbito al que la literatura se refiere como “lo económico-tecnológico”<sup>10</sup>. Comprende las actividades que se mueven dentro de la lógica del trabajo productivo, en los sectores agropecuario, pesquero, minero, industrial, y de los servicios transados en los mercados. En la ilustración de la metodología propuesta, se observarán los cambios tecnológicos que se han dado en las formas de producción de algunos sectores, el industrial especialmente y se les relacionará con las políticas y acciones de los programas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

El impacto de la ciencia y la tecnología en este ámbito se manifiesta en nuevos procesos y productos, que en algunos casos son patentados o registrados; en otros, son incorporados al saber-hacer explícito de las organizaciones; en otros se mantiene como conocimiento tácito (no codificado). Este impacto puede en muchos casos medirse en estadísticas y en variables económicas o de mercado: patentes registradas, incrementos en

---

<sup>10</sup> Callon (1999).

productividad de una empresa, un sector o un cluster. Pero también se dan impactos de difícil medición: externalidades, contribución al desarrollo de otras tecnologías, contribución al mejoramiento global de la competitividad.

*El ámbito de las políticas públicas.* Es muy amplio y las conexiones entre las actividades de ciencia y tecnología y la gestión estatal y no estatal de lo público son muy variadas. En el presente documento, el impacto de la investigación sobre las políticas públicas se ilustra en uno de sus objetos principales: las políticas sociales. Éstas comprenden las actividades que desarrollan el Estado y otras organizaciones con el objeto de transformar las condiciones de vida de ciertos sectores de la población. El impacto de la investigación se expresa en normas, leyes, protocolos, documentos de política, presupuestos, programas de intervención y acciones específicas que materializan esos distintos tipos de textos. Al igual que en el caso de los cambios culturales, el enfoque es el de medir el acompañamiento de la actividad científica y tecnológica a las políticas que se expresan en las intervenciones mencionadas.

*El ámbito de la producción científica y la academia.* Se refiere a aquellas actividades que buscan la comprensión de determinados temas, el avance del conocimiento en un asunto determinado o en los fundamentos de una ciencia o disciplina particular, y a las actividades de transmisión e “interesamiento”<sup>11</sup> en el conocimiento propias del sector de la educación. La ciencia y la tecnología se transforman a sí mismas. Las formas de investigar cambian a medida que avanza el conocimiento. El impacto de la investigación en la producción científica y la academia se manifiesta en cambios en las formas de producir, validar, comunicar, difundir y usar el conocimiento.

*El ámbito de la cultura.* En este trabajo, la exploración se centra en observar el acompañamiento que las actividades de ciencia y tecnología le han hecho a los grandes cambios culturales que ha tenido Colombia en las últimas dos décadas, agrupados en tres ejes: Identidad, comportamiento social y evolución social y económica.

### **2.3 Los programas de ciencia y tecnología**

Se entiende por “*programa de ciencia y tecnología*” un acuerdo de voluntades que define una intencionalidad y el conjunto de las acciones que se ejecutan con esa finalidad.

#### *a. El marco legal de los programas*

Aunque el marco legal se presenta en la parte desarrollada por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, aquí se resume para tomarlo como referencia en el análisis de la evolución real que han tenido el sistema, los programas y las entidades gestoras de la ciencia y la tecnología en Colombia.

---

<sup>11</sup> Callon (1999).

### i. Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología de Colombia es un objeto preciso, bien definido por la Ley colombiana, creado en febrero de 1991. *“El SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA es un sistema abierto, no excluyente, del cual forman parte todos los programas, estrategias y actividades de ciencia y tecnología, independientemente de la institución pública o privada o de la persona que los desarrolle”*. Artículo 4. Decreto 585 de 1991

### ii. Programas

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se organiza en programas de ciencia y tecnología. Cada uno de ellos es *“un ámbito de preocupaciones científicas y tecnológicas estructurado por objetivos, metas y tareas fundamentales, que se materializa en proyectos y otras actividades complementarias que realizarán entidades públicas o privadas, organizaciones comunitarias o personas naturales”*. Artículo 5. Decreto 585 de 1991.

El análisis de los documentos de definición de los programas permite precisar tales preocupaciones y entender la forma en que cada programa ha sido estructurado. El impacto puede evaluarse en relación con tales preocupaciones y con la estructura que se dio por objetivos, metas y tareas, e implica una comparación entre esas propuestas y los resultados obtenidos.

Los efectos que sobre la sociedad producen esos resultados generan indicios del impacto de los programas en la sociedad.

Los programas nacionales de ciencia y tecnología han realizado dos grandes ejercicios de planeación estratégica. La primera tuvo lugar en 1992 y dio como resultado once libros que fueron publicados por Colciencias. La segunda, hacia 1999, dio como resultado una segunda colección, esta vez de Planes Estratégicos de los programas.

Si bien el análisis de los programas nacionales de ciencia y tecnología y de los impactos del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología tiene como una de sus tareas fundamentales el estudio de las mencionadas publicaciones, también es importante observar los efectos no intencionados de las actividades desarrolladas en el curso de la ejecución de los programas.

### iii. Actividades de ciencia y tecnología

El Decreto Ley 393 de 1991 define formalmente las actividades de ciencia y tecnología:

- a) *Adelantar proyectos de investigación científica*
- b) *Apoyar la creación, el fomento, el desarrollo y el financiamiento de empresas que incorporen innovaciones científicas o tecnológicas aplicables a la*

*producción nacional, al manejo del medio ambiente o al aprovechamiento de los recursos naturales.*

*c) Organizar centros científicos y tecnológicos, parques tecnológicos e incubadoras de empresas*

*d) Formar y capacitar recursos humanos para el avance y la gestión de la ciencia y la tecnología*

*e) Establecer redes de información científica y tecnológica*

*f) Crear, fomentar, difundir e implementar sistemas de gestión de calidad.*

*g) Negociar, aplicar y adaptar tecnologías nacionales y extranjeras.*

*h) Asesorar la negociación, aplicación y adaptación de tecnologías nacionales y extranjeras.*

*i) Realizar actividades de normalización y metrología*

*j) Crear fondos de desarrollo científico y tecnológico a nivel nacional y regional, fondos especiales de garantías y fondos para la renovación y el mantenimiento de equipos científicos*

*k) Realizar seminarios, cursos y eventos nacionales o internacionales de ciencia y tecnología*

*l) Financiar publicaciones y el otorgamiento de premios y distinciones a investigadores, grupos de investigación e investigaciones.*

#### iv. Acciones

En la medida en que el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología haya financiado, promovido, fomentado, patrocinado, estimulado o ayudado en cualquier forma a la realización de actividades como las arriba mencionadas, estará actuando (realizando **acciones**). Una medida de impacto supone la determinación de la forma en que diversos resultados perceptibles hoy en la sociedad colombiana puedan haber sido causados total o parcialmente por actividades de ciencia y tecnología.

#### *b. La construcción de los programas de ciencia y tecnología*

Más que categorías, los programas son construcciones humanas, que han evolucionado desde su creación en 1991.

Los programas se pueden enfocar como políticas públicas específicas. Como toda política pública<sup>12</sup>, los programas se conforman en la interacción entre el Estado y otros actores, en este caso los investigadores y el resto de la sociedad. Tienen unos objetivos, unas metas y unas acciones que se han ejecutado. En su formulación y en las políticas de ejecución, van evolucionando a través del tiempo.

---

<sup>12</sup> Dixit, Avinash. 1996 a. *The Making of Economic Policy: A Transaction-Cost Politics Perspective*. Cambridge, MA: MIT Press, 1996.

Qué tanto han recogido los programas las políticas del gobierno? Los programas son acuerdos tripartitos: gobierno, investigadores, comunidad. Unos han recogido las políticas del gobierno más que otros. Las convocatorias expresan un dirigismo del programa, no necesariamente del gobierno, aunque el gobierno usa su poder de financiación para ejercer un dirigismo en función de sus propias políticas, como se expresan en los planes de desarrollo o en los documentos de las agencias del gobierno.

Las instituciones de investigación también tienen sus visiones del mundo, sus enfoques sobre lo que es pertinente, sus intereses y sus prioridades. Ellas configuran una interpretación propia del país y tienen intereses institucionales. Lo mismo puede decirse de las entidades financiadoras que imponen condiciones, tanto los bancos internacionales como las entidades estatales que cofinancian – en proporciones muy variadas – los programas. Las comunidades (por lo general débiles y poco organizadas) también intervienen en la determinación de los programas. A pesar de su debilidad se les reconoce como actores que juegan un rol esencial.<sup>13</sup>

En los programas confluyen los distintos intereses, prioridades y visiones, negocian entre ellos y llegan a acuerdos. Además, esos programas buscan construir una audiencia. En los programas hay una intersección de visiones, pertinencias, intereses y prioridades.

En la mayoría de los programas de ciencia y tecnología, la principal determinación está en Colciencias. En el caso de las ciencias básicas, a pesar de que ha y universidades que participan con fondos propios de magnitudes que superan las de Colciencias, el sistema se encuentra relativamente integrado en sus criterios y en su dinámica. Sin embargo, en forma creciente en agricultura, oscilante en salud, y quizá decreciente en tecnología, el sistema se encuentra menos articulado y han emergido polos relativamente aislados con respecto al sistema nacional de ciencia y tecnología formal. La financiación para-fiscal y ministerial de la investigación que se hace por fuera del sistema, ha hecho viable esta multi-polaridad de las políticas y actividades de investigación. Las políticas del gobierno no son unívocas. Distintas agencias tienen políticas diferentes y contradictorias.

Desde la fundación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en 1991, se han desarrollado intentos orientados a hacer confluir los intereses de los actores. Los resultados han quedado documentados. Los más importantes han sido los dos grandes procesos de planeación participativa. El primero (1991-1992) dejó una colección de once volúmenes que contienen los documentos de sus respectivos programas, aportes adicionales de la comunidad científica, y el recuento de los debates de simposios nacionales muy amplios, además de un libro resumen. El segundo (1999-2000) generó los planes estratégicos que se encuentran hoy en ejecución. Es importante el análisis de esos

---

<sup>13</sup> Esta probable debilidad y falta de organización de las comunidades es uno de los puntos más importantes que se deben analizar, puesto que una de las intenciones explícitas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología ha sido la de construcción y fortalecimiento de comunidades. Por eso, en distintos momentos y con distintos énfasis ha apoyado todas las estrategias típicas de fortalecimiento de comunidades: creación de consejos tripartitos a la Sábato, simposios y reuniones de planeación, becas a estudiantes, es decir, a nuevos miembros de la comunidad, publicaciones, apoyo a consejos, apoyo a redes, etc.

textos y su comparación con los efectos (cambios) observables en cada uno de los ámbitos. Un ejemplo de estos impactos es el siguiente. En 1992 se decía en el Simposio de Ciencias Básicas en Buga: “El Estado debe generar programas de becas con fondos estatales.... (para promover los doctorados), .. El sistema de becas debe centrarse en el apoyo de estudios en aquellas universidades que demuestren la suficiente calidad....” “es necesario un sistema de estímulos para que aquellos que tengan títulos doctorales se vinculen a la universidad”. En estas afirmaciones hay recomendaciones concretas. Diez años después se observa que se han adelantado programas de becas con fondos estatales, programas de estímulo a doctorados nacionales, programas de retorno de becarios y apoyo a su inserción en el sistema investigativo. Cabe analizar en qué medida esos programas se pueden entender como desarrollo de esta política. Por otra parte, además de esos dos grandes ejercicios de planeación participativa, hay otros momentos en que la planeación y los consensos quedaron plasmados en documentos que circularon ampliamente. Un ejemplo de ello es la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo que, entre 1994 y 1995 publicó también una decena de volúmenes que recogían la expresión de la voluntad de actores que fueron considerados como altamente representativos.

Los impactos se enfocan desde esa multiplicidad de intereses. Esto repercute en la conceptualización y propuesta de medición de los impactos que se desarrolla en este proyecto.

Los programas no se concibieron como programas de Colciencias sino del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. En ese espacio, se le daba un rol a Colciencias para que impulsara unas políticas institucionales dentro de los programas y en el sistema. Colciencias es su secretaría técnica pero también un actor como cualquiera otro dentro de cada organismo de ciencia y tecnología. Este actor institucional tiene su propia interpretación de la realidad e impulsa unas políticas. A Colciencias se la concibió como un actor con audiencia y capacidad de persuasión y determinación en los consejos y en los programas. Además, en su manejo diario, Colciencias tiene un poder adicional en la materialización de las políticas.

Para algunos observadores, es posible que el sistema originalmente diseñado como sitio de confluencia de interpretaciones y propuestas haya evolucionado hacia uno en el cual los programas son vistos como de Colciencias y los investigadores y la sociedad que participan en los consejos como asesores. La hipótesis sobre esta evolución puede explorarse de distintas maneras. Una es a través de una comparación entre los documentos de planeación de 1992 y de 1999; otra es el análisis de los documentos internos de los consejos de los programas y su evolución a medida que pasa el tiempo.

En el curso de los últimos años, también se observa la existencia de “feudos” que se encuentran distanciados del sistema. En algunos sectores, estos feudos funcionan y lo hacen por fuera del sistema.



## 2.4 Los impactos

En el capítulo siguiente, se elabora en detalle una conceptualización de los impactos de la investigación en la sociedad. En esta sección se sintetiza esa conceptualización colocándola en relación con los demás conceptos fundamentales.

Concebimos los impactos como efectos visibles y valorables en distinto grado que resultan del entrelazamiento de acciones de ciencia y tecnología orientadas por los programas y políticas generales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

En este proyecto, el objetivo principal es definir unas metodologías de evaluación de impacto y sugerir formas de puesta en práctica de un esquema permanente de observación y medición de los impactos. El proyecto debate la literatura internacional sobre metodologías de evaluación de impacto, propone metodologías generales y específicas y, finalmente, en algunos casos ilustra cómo puede ser su aplicación. Las líneas generales de la metodología propuesta para evaluar los impactos son las siguientes:

a. El impacto se observa en este proyecto a través de los cambios ocurridos en un período terminado. En los ejemplos desarrollados, la evaluación del impacto abarca los cambios ocurridos entre 1991 y 2002. Para ese período, se observa qué aspectos de los cambios son atribuibles a la ejecución de los programas de ciencia y tecnología.

b. Debe anotarse que el cambio se da en medio de una tensión entre las instituciones formales (leyes y decretos de ciencia y tecnología, reglamentos escritos, leyes que tocan a la ciencia y la tecnología) y las informales (las prácticas internas de Colciencias, las prácticas de los demás actores del programa). Más aún, los cambios no son discretos sino incrementales, en razón de esa tensión entre las costumbres establecidas y la voluntad expresada en una nueva ley o documento de programa.

c. Los impactos de los programas deben diferenciarse de los impactos de los proyectos. Debe quedar claro que este proyecto no se orienta a determinar un índice de impacto de los proyectos. Los proyectos son algunas de entre una multitud de pequeñas acciones a través de las cuales los programas se concretan y pasan a la práctica. ¿Cómo atribuir, por ejemplo, un cambio cultural a un proyecto? Eso no es posible, porque los cambios son multi-causales y porque cada causa tiene múltiples consecuencias. En cambio, es posible acercarse a establecer relaciones entre el agregado (coherente o no) de las acciones que se ejecutan dentro de un programa y los cambios de escala mezo que se dan en los ámbitos. Más aún, la política expresada en los programas se concreta también a través de otras acciones no denominadas “proyectos”. Un ejemplo importante son los proyectos no aprobados. Cuando se toma la decisión de no apoyar un cierto proyecto o de interrumpirlo, se está desarrollando y concretando también la política. Pero cuando se toman otras decisiones políticas, como cuando se crea la política de estímulos a investigadores o se la suspende, cuando se modifica radicalmente la política de ciencia para niños, etc., se están concretando o dejando de hacerlo, las políticas y los impactos de

estas decisiones –no visibles en los proyectos—pueden ser decisivos a la hora de evaluar los impactos de la política del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

d. Se observarán las correlaciones y el contraste entre la intencionalidad de los programas y la realidad de la gestación y la aplicación de las políticas, tal como se expresan respectivamente en construcciones colectivas y luego en ejecutorias concretas. Esto permitirá observar no solamente la forma como distintas acciones se potencian al entrelazarse sino también, en el marco de los conceptos derivados de la eficiencia-X, los entramientos y descarrilamientos de las intencionalidades de los programas nacionales de ciencia y tecnología, que llevan a resultados no esperados y en ocasiones contrarios a la intencionalidad que los origina.

e. La evaluación de los impactos de los programas debe explicar también la evolución de los documentos de política que definen los programas: los documentos de programa, los reglamentos internos de las distintas organizaciones que intervienen en ellos, las leyes que se relacionan con ellos. Los principales documentos se han producido en 1992 y 1999. La Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo también fue una instancia de programación.

El marco del análisis propuesto para evaluar los impactos de los programas se sintetiza así: el programa contiene de manera explícita las intenciones asumidas y declaradas por un grupo de actores. Estas intenciones se concretan en actividades de distintos tipos – entre las cuales están los proyectos--. Algunas de estas actividades son de corto vuelo y no llegan muy lejos. Otras se pierden en rumbos distintos al imaginado originalmente, o encuentran obstáculos que no las dejan prosperar. Algunas vencen los obstáculos y logran producir impacto en uno o más ámbitos. Los impactos son perceptibles en el ámbito como cambios en los comportamientos, en las acciones, en las cifras y otros espacios de observación, pero debe recordarse que tales impactos pueden ser multicausados. En tal sentido no todo en ellos es atribuible a los programas de ciencia y tecnología. Se trata de identificar estos cambios y detectar en qué medida pueden asociarse con los programas originales.

La siguiente tabla refleja la propuesta de analizar los impactos de la investigación de cualquier programa sobre los cuatro ámbitos escogidos:

Programa/Ámbito	Producción	Políticas Públicas	Ciencia y Academia	Cultura
Ciencias Básicas				
Ciencias Sociales				
Biotecnología				
Educación				
Salud				
Etc.				

## 2.5 Indicadores de impacto

En el análisis de los impactos, se sugiere utilizar cinco clases de indicadores:

- a. Indicadores de redes.
- b. Indicadores de permanencia, sostenibilidad e irreversibilidad.
- c. Indicadores de receptividad (respuesta social) a las acciones del programa.
- d. Indicadores de presencia de incentivos a converger hacia la intercomunalidad de los programas.
- e. Indicadores de externalidades de las acciones que se ejecutan dentro de los programas.

El plan de trabajo de la parte central del proyecto se puede desprender de la siguiente matriz que cruza las cinco clases de indicadores con los tres ámbitos escogidos para estudiar los impactos.

Indicadores/Ámbitos	Ámbito de la producción	Ámbito de las políticas públicas	Ámbito académico científico	Ámbito de la cultura
Indicadores de redes	Sub-ámbitos: (objetos de estudio)			
Indicadores de Permanencia (sostenibilidad)				
Indicadores de respuesta social				
Indicadores de presencia de incentivos				
Indicadores de externalidades				

## 2.6. Esquema metodológico general de evaluación de los impactos

### 1) Multicausalidad de los impactos

Los impactos son multicausales. No es fácil encontrar impactos que sean causados por una sola actividad de ciencia y tecnología y ni siquiera que hayan sido causados sólo por actividades de ciencia y tecnología. Lo normal es que los impactos, sean resultantes de muchas causas económicas, sociales, climáticas, políticas, etc., entre las cuales se encuentren las actividades de ciencia y tecnología.

Tampoco hay una relación causal única entre las políticas de ciencia y tecnología y las actividades de ciencia y tecnología. Si bien es claro que las políticas inciden en que algunas actividades se puedan realizar y otras no, aquellas que logran realizarse también tienen otras causas externas a la política, entre las cuales se cuentan la voluntad de los individuos y las instituciones, los esquemas de cooperación internacionales, la demanda social de ciencia y tecnología

### 2) Relaciones entre los programas nacionales de ciencia y tecnología y los ámbitos donde los impactos son observables

Los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología fueron definidos como ámbitos de preocupaciones. Distintas personas, grupos, instituciones, comparten un conjunto de preocupaciones y alrededor de ellas organizan su acción. En la forma en que han sido

planteados en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, tales ámbitos tienen elementos disciplinarios o semidisciplinarios, económicos, sectoriales, académicos, etc. Los ámbitos de cada uno de los programas nacionales han sido definidos de manera diferente a los ámbitos que definimos acá como tres tipos de efectos diferentes en la sociedad. De hecho, cada uno de los Programas Nacionales, a su manera, busca producir en mayor o menor medida, efectos en los tres ámbitos de impacto.

De hecho, cuando se leen los programas estratégicos de los once programas nacionales de ciencia y tecnología, es claro que cada uno de ellos planea estrategias que se dirigen a cada uno de los ámbitos de acción social. Sin duda, cada programa privilegia algunos.

Tal vez el programa de ciencias básicas tiene objetivos un poco más académicos, pero cuando se encuentra que muchos de los grupos que se autoclasifican en ciencias básicas han obtenido patentes y en cambio muy pocos de los que se autoclasifican en desarrollo industrial lo han hecho, cuando se ve que los grupos de educación y de salud colaboran con los de ETI para el desarrollo de softwares o los de energía están tan preocupados por el desarrollo de modelos académicos de planeación energética como de plantas de energía solar para comunidades muy necesitadas, es claro que cada uno de los programas nacionales apunta a varios de los ámbitos de acción y por lo tanto su impacto puede encontrarse en uno cualquiera de ellos.

3) Niveles *micro, meso y macro* y niveles *local, regional y nacional* de impactos e indicadores

Aunque en otra parte de este informe se desarrolla una estructura instrumental de análisis de los impactos y los indicadores en sus niveles micro, meso y macro, conviene hacer aquí algunas consideraciones metodológicas generales.

En la tradición económica y del análisis de sistemas, no se suele hacer una muy fuerte distinción entre los niveles micro y meso, mientras que la distinción entre estos y el nivel macro es profunda. Esto tiene que ver con el carácter abierto del análisis micro y meso, por cuanto no abarcan la totalidad del sistema. En contraste, el análisis macro, al abarcar la totalidad, plantea otro tipo de relaciones que no siempre constituyen agregados y en las que se producen emergencias de entidades conceptuales nuevas. Lo propio puede decirse cuando estos niveles se aplican al territorio y surgen localidades, regiones y nación. Esta tensión analítica entre lo micro y lo macro es fundamental para el análisis propuesto por este proyecto. Sin embargo, el nivel meso surge como necesidad imperiosa, por ubicarse allí los programas, principal unidad de análisis de nuestra propuesta metodológica y porque, a pesar de su mayor complejidad, es donde se observan haces de acciones que pueden producir impactos significativos.

El capítulo 2 operacionaliza los conceptos desarrollados en las anteriores secciones. A continuación, se presentan los principios que guiaron la construcción de indicadores de impacto de las actividades científicas y tecnológicas sobre la sociedad.

### 3. LOS INDICADORES DE MEDICIÓN DE IMPACTO

#### 3.1 Naturaleza y clases de indicadores

La medición de los impactos se hace compleja porque en cada ámbito los valores y las posibilidades de observación son distintos:

- En el ámbito de la producción, el valor fundamental está determinado por el mercado y por las relaciones económicas que se dan dentro de las organizaciones. Los indicadores son, principal pero no exclusivamente, de naturaleza económica e institucional. En este ámbito, el Sistema de Ciencia y Tecnología intersecta con el Sistema Nacional de Innovación.
- En el ámbito de las ciencias básicas y la academia, el valor está dado por la renovación del conocimiento y el reconocimiento de la comunidad científica. Los indicadores son principalmente sociales (en particular cienciométricos). En este ámbito el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología intersecta el Sistema de Educación Superior.
- En el ámbito de las políticas públicas, el valor está dado por el bienestar. Los impactos se observan especialmente en nuevos instrumentos, formas organizativas e instituciones de intervención del Estado y de otras entidades en las condiciones de la población.

Este proyecto conceptualiza indicadores en cada uno de los ámbitos. La propuesta de clases de indicadores partió de una revisión crítica de la bibliografía y las experiencias de uso de indicadores en distintos países y sectores. Los indicadores de impacto han sido diseñados para evaluar la marcha de los procesos de valoración del conocimiento en el ámbito respectivo. Aunque los indicadores que se desarrollan en cada ámbito son distintos, tienen características comunes que permiten clasificarlos en cinco categorías globales, según el tipo de fenómenos y dinámicas que observan:

- a. La construcción de redes de conocimiento de naturaleza variada;
- b. La permanencia de ciertas actividades o procesos críticos;
- c. La magnitud de las respuestas a los esfuerzos específicos y agregados en cada ámbito;
- d. El desarrollo de incentivos y otros tipos de refuerzos que le dan sustentabilidad a los procesos.
- e. Las externalidades que generan los procesos de investigación a nivel de la sociedad

Estas cinco clases de indicadores permiten caracterizar aspectos cruciales de los sistemas de innovación, de generación de políticas públicas, de divulgación de conocimiento científico y de formación de recursos humanos. Las clases (c) y (d) permitirán en

especial, caracterizar las dinámicas de generación y aplicación de conocimiento en los ámbitos que sirven de ilustración en el desarrollo metodológico propuesto. La información específica de los proyectos de investigación será utilizada para construir los mapas generales de impactos observados y también para establecer relaciones cualitativas entre ciertos componentes de los esfuerzos de inversión y la evolución de los indicadores de impacto. Sin embargo, en consecuencia con el enfoque propuesto, no se pretende que todos los impactos puedan ser atribuidos exclusivamente a esos esfuerzos.

### 3.2 Desarrollo de la actividad científica y espacios de observación de los impactos

#### *Publicaciones*

En el caso de las comunidades científicas, el mecanismo más importante para tejer relaciones y, por lo tanto, para constituir capital social, es el de las publicaciones. Las revistas científicas, desde su nacimiento en el siglo XVII han sido elementos de construcción de comunidad científica. A partir del desarrollo de estas revistas, comienza a consolidarse *la comunidad de quienes escriben y leen en una revista específica*. La revista se convierte en vehículo de comunicación y diálogo entre ellos y, a su vez, en elemento definitorio que los separa de otras comunidades que leen otras revistas.

Un fenómeno que fue ignorado durante mucho tiempo por los epistemólogos es que las revistas se convirtieron en mecanismos de *validación del conocimiento* a través de los mecanismos de comunicación y diálogo; convirtieron el conocimiento en la propiedad colectiva de la comunidad que lee la revista en todo el mundo y en cualquier época.<sup>14</sup> La evolución de las publicaciones científicas en el lapso estudiado y su impacto en la formación de comunidades científicas son ilustrativas de esta evolución.

Un segundo instrumento en la construcción de una comunidad científica, que contribuye de manera crítica a tejer relaciones que constituyen el capital social de la comunidad son los Congresos y otros tipos de reuniones científicas. En los Congresos, los interesados en un cierto tema, logran un nivel de comunicación directa que complementa la comunicación mediada ofrecida por las publicaciones. El análisis de la actividad de

---

<sup>14</sup> Los epistemólogos, desde el siglo XVII han estado buscando la respuesta a la pregunta por la naturaleza del conocimiento científico en una dirección muy distinta a aquella en la cual la estaban construyendo los científicos. Así, los unos desarrollaban un proceso sobre el cual creían estar hablando los otros, pero en realidad están hablando de algo muy distinto. Los filósofos hablaban de la comprobación de LA verdad, mientras que los científicos construían *descripciones* detalladas de lo que hacían y daban el máximo valor a la descripción detallada de sus resultados, de tal manera que cualquier otro los pudiera repetir. Mientras que los epistemólogos creían que se estaba alcanzando una verdad objetiva por la eliminación del sujeto, como deseaba Bacon, los científicos alcanzaban sus verdades objetivas a través de compartir el conocimiento entre todos los sujetos interesados.

organización de congresos y de su relación con las políticas de ciencia y tecnología es aspecto importante de las mediciones de impacto que busca este proyecto.<sup>15</sup>

### *Sociedades*

La formación de sociedades científicas es una de las formas evidentes de constitución de *capital social*, es decir, de *redes de conversación y comunicación* entre los interesados en determinada temática. ¿ha cambiado de alguna manera la formación de sociedades científicas y tecnológicas en Colombia desde la creación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y por su acción? Algunos casos pueden analizarse: el cambio en el rol de la ACAC, el papel de la Academia, la creación de las redes de óptica y de catálisis, etc.

### *Pregrados y Posgrados*

Algunos prefieren no hablar de ciencias, sino de disciplinas. Podría pensarse, de manera preliminar, que al hablar de ciencia se habla sobre todo del objeto de interés y de la metodología que usa una determinada comunidad científica, mientras que al hablar de disciplina se habla más bien de los practicantes, disciplinados en cierta forma de mirar el mundo, disciplinados en la práctica de un cierto lenguaje, disciplinados en el dominio de un conjunto particular de técnicas. La gente se disciplina en la universidad, que es una entidad esencialmente disciplinante: el primer día, los bachilleres que llegan a ella son muy parecidos entre sí. Cinco años después han adquirido disciplinas totalmente diferentes y es fácil diferenciar a los artistas de los ingenieros o de los matemáticos. Para Kuhn, lo que permite que una ciencia determinada se desarrolle es la incorporación de la siguiente comunidad al paradigma profesado por los miembros actuales. Es decir, la disciplinación de los jóvenes para que actúen y piensen como los mayores. La formación de los aprendices es, por lo tanto, un momento culminante en la constitución de la comunidad y la consolidación del capital social. En Colombia hay un cambio fundamental en los procesos de formación de aprendices que coincide con el período que estamos analizando: la creación y consolidación de los doctorados. Un análisis a fondo del mismo debe hacerse, pero también de los impactos que haya podido tener en otros niveles de la formación. Este proceso debe analizarse no sólo en cuanto a la formación misma, sino también en cuanto a los procesos de organización. ¿existe relación entre la creación, legitimación y consolidación del Consejo Nacional de Acreditación o de la Comisión Nacional de Maestrías y Doctorados y el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología? Varias hipótesis pueden adelantarse para decir que sí: el CESU fue creado a imagen y semejanza del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la noción de evaluación por pares que ha sido fundamental en la consolidación de los mecanismos de calidad de la educación superior, fue traída del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología donde había sido ensayada y legitimada, etc.

---

<sup>15</sup> Un ejemplo excelente de este tipo de análisis es el ofrecido por el artículo de Hebe Vessuri y María Victoria Canino "Latin American Catalysis: as seen through the Ibero American Catalysis Symposia" publicado en *Science, Technology and Society* 7, 2, (2002).



### ***Redes temáticas especializadas, intereses privados válidos y colectivos de los actores e instituciones***

Existen elementos comunes metodológicos de evaluación para las áreas temáticas seleccionadas, así como aspectos particulares que las diferencian. A título de ejemplo, de aspectos comunes, caben señalar tres preguntas básicas sobre las que hay respuestas metodológicas para abordar [Koostoff, R. N. (1997)]: ¿Cuál es la amplitud de los impactos de largo plazo de las investigaciones realizadas en el pasado?; ¿Cuál es el impacto y el éxito de las investigaciones realizadas recientemente?; ¿Cuál es el conocimiento que se proyecta de las investigaciones propuestas y la probabilidad de sus resultados de largo plazo? La respuesta a estas preguntas, y el componente metodológico para su abordaje incorpora necesariamente la complejidad del relacionamiento de tres espacios importantes: la política de investigación; los programas de investigación y los proyectos específicos.

De manera similar [Hansson, F. (2002)] se preocupa, a nivel general por entender en el tema de la evaluación, la incorporación de la dimensión social al conocimiento científico, como una manera “moderna” de concebir la calidad de la evaluación de la investigación en cuanto a su impacto, trascendiendo la tradicional evaluación por pares al analizar el cambio de rol y función de la ciencia en la sociedad.

Scott (2001) analiza igualmente las relaciones entre la investigación y la toma de decisiones, particularmente en ciencias sociales, a través del análisis de la relación de tres factores fundamentales: el sistema de toma de decisiones; las características del conocimiento de la investigación y la interacción entre investigadores y tomadores de decisiones, que trascienden las decisiones simplemente académicas. Así mismo una de las preocupaciones desde el punto de vista metodológico, con relación a este aspecto anterior, es el de cómo relacionar y conectar la evaluación de impacto y la toma de decisiones [Susanne, M. (1999)].

Por otra parte, y frente a un tema fundamental planteado inicialmente, como es el de la diseminación de los resultados de la investigación, se hace necesario contemplar en un modelo de evaluación el contexto de la investigación y el contexto de los usuarios. El relacionamiento de estos dos contextos es el que conduce los mecanismos de relación e intermediación y al diseño de predictores de “*uso local*”, para así con la evaluación de cada una de las características que definen los espacios anteriores plantearse los elementos de evaluación que deben contener los esfuerzos de diseminación de esfuerzos para al final evaluar los impactos y las externalidades, o efectos secundarios de resultados [Huberman, M (1994 – 1995)]

Con relación a las ciencias básicas, surgen varios aspectos a tener en cuenta, que implican análisis metodológicos complementarios: (a) un primer aspecto es la consideración de por qué la investigación básica encierra beneficios económicos de la asignación de fondos públicos [Salter, A. Y Martín, B. (1999)], a través del análisis de tres modelos de

evaluación: estudios econométricos que incorporan el análisis de los “*spillovers*”; encuestas y estudios de caso, sabiendo que estos dos últimos puede tomar diversas formas; (b) otros aspectos a tener en cuenta son los diversos trabajos que analizan el tránsito de la investigación básica al desarrollo tecnológico, particularmente en el campo de la biología molecular; (c) el análisis tradicional del impacto de la investigación en las comunidades científicas y en la circulación internacional de conocimiento [Godín, B. y Doré, C. (2002)] y [Katz, J. (2000)]

Finalmente, en los estudios metodológicos sobre innovación tecnológica, es necesario destacar los esfuerzos conceptuales en el análisis de redes de innovación y de flujos de conocimiento y como estos son la particularidad de los procesos de innovación actuales y de las decisiones de inversión de las firmas [Cassiman, B., Pérez-Castrillo, D. Y Vergless, R. (2000)].

#### **4. IMPACTOS Y SU RELACIÓN CON TEMAS CRUCIALES DE LOS ESTUDIOS DE CTS**

En el desarrollo del trabajo aparecieron en forma reiterativa algunos temas clásicos de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. En algunos casos orientaron la medición de los impactos, en otros la medición de los impactos encontraba su pertinencia en los interrogantes que plantean. Con base en una propuesta hecha por Hernán Jaramillo, a continuación se presentan esos temas recurrentes.

##### **a. El aprendizaje desde la perspectiva de cambios organizacionales y comportamiento de actores en el funcionamiento de los mercados e instituciones del conocimiento.**

Este aspecto se refiere a los nuevos modos de relación entre ciencia y sociedad, y a las nuevas prácticas: ciencia-gobierno-universidad; ciencia-industria-sociedad; ciencia-educación-sociedad. Los modos organizativos que rigen estas relaciones tienen capacidades diferentes de adaptación a los cambios sobrevinientes. El diseño de métodos de evaluación de los impactos tiene en cuenta estos aspectos organizacionales e institucionales.

##### **b. Coordinación en procesos y entornos: lo local, lo regional, lo nacional y lo internacional.**

La comprensión de las dinámicas de los sistemas de conocimiento e innovación espacialmente ubicados permite entender el saberes locales, su proyección y su articulación con saberes globales. Las primeras exploraciones estadísticas se han desarrollado precisamente en relación con este tema.

c. **Flujos de conocimientos e información:** Este tema surge de ahondar en la preocupación de "los mercados de conocimiento" y en la relación ciencia y sociedad. Surge una pregunta: ¿Qué tanto la información se puede considerar un bien público, un bien colectivo y que tanto un bien privado? Estamos perdiendo la categoría de bienes públicos puros en estos nuevos relacionamientos y funcionamiento de "mercados de conocimiento"?

d. **Nuevas competencias.** ¿Que requerimientos de competencias deben ser adecuados para logra un mayor impacto social del quehacer científico y tecnológico?

e. **Valoración económica del conocimiento y de la información.** Si el conocimiento y la información son valores económicos, ¿cómo se relacionan en el "mercado del conocimiento"?

f. **Distintas traducciones de "lenguajes" Codificación\decodificación del conocimiento y de la información entre actores-agentes e instituciones: privados-académicos-públicos.** ¿Cómo se mantiene la naturaleza de los agentes, su aporte y sus "traducciones" en la relación ciencia -sociedad, dentro de "mercados" que se han transformado en su estructura y dentro de los cuales hay que generar externalidades pero tener también competitividad y un mayor impacto social?

g. **Interacción entre capital Humano (individuos y sus atributos), capital intelectual (organizaciones) y capital social (relacionamientos): valor de cada uno y valor agregado de la interacción.** Lo anterior en el contexto del nuevo contrato social y del nuevo contexto de relacionamiento ciencia-sociedad.

h. **La construcción de capital social en las comunidades científicas.**

Además de la estrategia de Estado que ha sido guiada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por los Consejos de los Programas Nacionales y por Colciencias, las comunidades científicas tienen mecanismos tradicionales de construir capital social. Estos mecanismos, en general, pertenecen a lo que en el proyecto hemos denominado el "*ámbito del feedback*".

Los anteriores aspectos surgen de la discusión de los impactos evaluados en este trabajo con la "*nueva literatura*" relacionada con los temas de ciencia, tecnología, sociedad e innovación. Los debates acerca del "*nuevo contrato social de la ciencia y la tecnología*", alimentaron igualmente el planteamiento de estas directrices.

## Primer Documento

### Notas hacia un documento sobre la medición del impacto de la ciencia y tecnología

José Luis Villaveces C

#### Tabla de Contenido

EL PROPÓSITO DE ESTA INVESTIGACIÓN.....	1
LOS RESULTADOS COMO MEDIDA DEL IMPACTO.....	3
NOMENCLATURA BÁSICA.....	4
LOS ÁMBITOS DE IMPACTO DEL CONOCIMIENTO.....	7
EL IMPACTO DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA 1991-2002 .....	10
ACUMULACIÓN DE CAPITAL SOCIAL COMO MEDIDA DE IMPACTO DE LAS POLÍTICAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	13
EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA COMO RED SOCIAL Y COMO INSTRUMENTO PARA GENERAR CAPITAL SOCIAL .....	16
UNA POLÍTICA COHERENTE Y DE LARGO ALCANCE.....	17
LA IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA:¿CÓMO CONOCER LOS PROPÓSITOS DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ENTRE 1992 Y 2002?.....	36
EL IMPACTO DE LOS PROGRAMAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	38
LOS PROPÓSITOS DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	41
Y, ¿SÍ HA TENIDO IMPACTO EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA? DOS EJEMPLOS DE CASO.....	41

## NOTAS HACIA UN DOCUMENTO SOBRE LA MEDICIÓN DEL IMPACTO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

José Luis Villaveces C\* .

**Resumen:** El documento comienza por presentar de manera general la noción de impacto como efecto resultante de una intencionalidad e insiste en que sólo puede medirse el impacto de acciones programadas. Por eso es indispensable conocer los programas y utilizarlos como referencia para juzgar los resultados desde el punto de vista del impacto. Los resultados son, a su vez, la medida del impacto y estos pueden organizarse en tres tipos: productos, logros y efectos y en tres niveles: micro, meso y macro. De esta forma es posible construir una Matriz de Impacto Sistémico que permite organizar el análisis de impacto. Luego entra en el problema del impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología de Colombia, resultante de una política larga y coherente que se ha extendido por más de treinta y cinco años. Termina resumiendo los dos estudios de caso sobre el Programa Nacional de Biotecnología y sobre el de Ciencias Sociales y Humanas, hechos por Olaya y Orozco y por Murcia y Llanos respectivamente, para concluir que en el primero es posible discernir un impacto positivo que es menos claro en el segundo.

**Palabras clave:** Impacto, programa, resultados, matriz de impacto, medida del impacto.

### El propósito de esta investigación

Se plantea en este proyecto de investigación el problema general de proponer y elaborar un sistema de indicadores de impacto de la ciencia y tecnología adecuados para Colombia al comenzar el siglo XXI. Su propósito es construir teoría y conceptos sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en una sociedad como la nuestra y hacer unas primeras aplicaciones empíricas de tales indicadores. Es natural que un sistema social se pregunte por el efecto de la ciencia y la tecnología sobre él y a esto hace referencia la noción de impacto.

En realidad, el uso de la expresión “impacto” en este contexto es problemático y parece ser el resultado de una de esas transliteraciones caras a los tecnócratas, que vierten palabras del inglés a aquellas que les parecen similares en español, sin ningún control de calidad.

Según la Academia de la Lengua, impacto es:

**impacto.** (Del lat. tardío *impactus*). **1.** m. Choque de un proyectil o de otro objeto contra algo. **2.** m. Huella o señal que deja. **3.** m. Efecto de una fuerza aplicada bruscamente. **4.** m. Golpe emocional producido por una noticia desconcertante. **5.** m. Efecto producido en la opinión pública por un acontecimiento, una disposición de la autoridad, una noticia, una catástrofe, etc.

Ese uso de la palabra “impacto” parece provenir de una metáfora balística y está lleno del poder y de las debilidades de tal metáfora y en este sentido denota los efectos sobre un ente externo al que produce la causa: el cazador dispara y el impacto o bien recae sobre su presa o bien

---

\*Director ejecutivo del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. Contacto: [jlillaveces@ocyt.org.co](mailto:jlillaveces@ocyt.org.co)

se pierde: impacto positivo o nulo, según el caso. Si el cazador hiere a su compañero de cacería tal vez se hablará de impacto negativo. En todo caso hace alusión a una acción premeditada, con efectos deseados que se logran o no se logran. No parece interesante analizar el impacto de una bala perdida o tirada al azar, sino aquel que causa en el blanco la bala disparada con intención de acertar en él.

Interpretando esta metáfora, el análisis de impactos debe ser análisis de consecuencias buscadas, de actividades programadas y realizadas con los medios adecuados, de los resultados producidos por tales actividades y de la relación entre estos y las intenciones declaradas.

Un análisis de impacto debe, por lo tanto, incluir:

1. Un estudio del programa de trabajo, esto es de la expresión de unas intenciones originales y sus propósitos
2. Un análisis de los medios puestos en obra, y de su adecuación frente a los propósitos expresados.
3. Un recuento de los resultados obtenidos después de un tiempo prudencial.

Esta idea del tiempo prudencial es importante. Cualesquiera sean los propósitos, ellos requieren de un tiempo para ser logrados y la duración razonable depende de muchas cosas, entre las cuales están la naturaleza del propósito buscado, los medios puestos en juego y las circunstancias externas que afectan favorable o desfavorablemente el proceso.

La medición del impacto debe por lo tanto comenzar por la identificación de un programa, de los medios puestos en acción para el desarrollo de ese programa y de los resultados obtenidos por tal programa una vez transcurrido un tiempo prudencial para lograrlos. No hay medidas de impacto “en el vacío”, como no tiene sentido pensar si dio en el blanco un cazador que no sabía a qué apuntaba.

Aun así, la noción de impacto es muy imprecisa. Algo que cabe destacar es que está relacionada con la noción de efecto, que a su vez supone la noción de causa. No hay efectos sin causa y no hay impactos sin programa intencionado que los busque.

Tampoco hay impacto sin acción. El objetivo de un programa es generar un acuerdo de voluntades que acopie unos recursos y movilice unos actores para que desarrollen determinadas actividades y obtengan ciertos resultados.

La existencia de recursos y de actores en movimiento muestra que el programa logra iniciar las acciones que busca. Por eso, pueden tomarse como sugerentes, más que indicadores. En

la literatura tradicional de los indicadores de Ciencia y Tecnología, recursos y actores se consideran indicadores de entrada: el programa traza una voluntad de realizar unas acciones y luego hace ingresar unos recursos financieros, logísticos, institucionales y humanos al proceso. Son necesarios pero no suficientes para que se produzca el impacto. Se requiere además que el proceso funcione y obtenga resultados.

### **Los resultados como medida del impacto**

Si se quiere medir impactos hay que poner atención a las consecuencias, a los resultados de la acción intencional cuyo impacto interesa. Así, el impacto se mide constatando los resultados, haciéndolos evidentes, contándolos o midiéndolos y, luego, poniéndolos en correlación con la intención inicial.

Los resultados logrados, que son evidencia del impacto, pueden clasificarse de varias maneras:

- a. En cuanto a la tangibilidad
  - i. Resultados tangibles, verificables y puestos en circulación
  - ii. Resultados intangibles
- b. En cuanto al acuerdo con lo previsto
  - i. Resultados previstos y obtenidos
  - ii. Resultados previstos y no obtenidos
  - iii. Resultados obtenidos y no previstos
- c. En cuanto al ámbito afectado por los resultados
  - i. Resultados cuyo ámbito se circunscribe al mismo grupo de practicantes de la ciencia y la tecnología o a instituciones en las que estos grupos tienen importancia grande, esto es, resultados cuyo ámbito se circunscribe al “**grupo de referencia**”.
  - ii. Resultados cuyo ámbito trasciende de lejos al del grupo de referencia. En este caso, el ámbito acepta varios niveles, institucional, regional, sectorial, nacional, internacional, etc.

## Nomenclatura básica

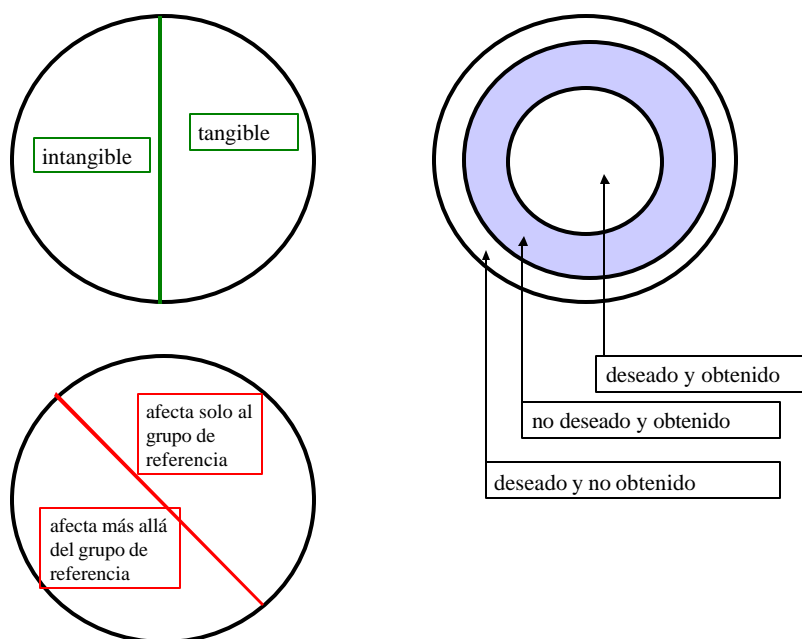
En las clasificaciones anteriores hemos subrayado tres tipos de resultados que son particularmente interesantes desde el punto de vista del impacto:

**Productos:** Llamaremos “*Productos*” a los resultados tangibles, verificables y puestos en circulación, que son sin duda los más fáciles de medir.

**Logros:** Llamaremos “*Logros*” a los resultados previstos y obtenidos, pero manejaremos como indicadores de logro a la medida del grado de acuerdo entre lo previsto y lo obtenido.

**Efectos:** Llamaremos “*Efectos*” a los resultados cuyo ámbito trasciende al del grupo de referencia. La medida de los efectos estará relacionada directamente con la medida de los cambios producidos en los grupos sociales que reciben el efecto debidos a la actividad de Ciencia y Tecnología.

Así el producto es claro, tangible, patente, artículo, documento gris, etc. El resultado no tiene eso *a priori*, pero tiene la novedad proceso, conocimiento, que luego pueden ser concretables en productos. El efecto es aquello que lo anterior cause en la sociedad. Si bien una de las causas de un efecto es alguna investigación, también hay otras causas: políticas, directivas, etc. Los resultados tienen ordinariamente muchas causas.





### Productos

La atención al medir impactos se porta de manera importante sobre los productos. Su primera característica es que son claramente *medibles* y se puede asegurar su *existencia*, su *cantidad* y su *calidad*. El punto central es el énfasis en las condiciones de tangibilidad, verificabilidad y circulación de los productos.

Varios tipos de productos de la ciencia y la tecnología satisfacen estas condiciones. Los más típicos son:

Productos publicados

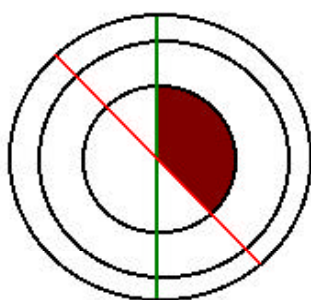
Productos registrados

Normas y leyes

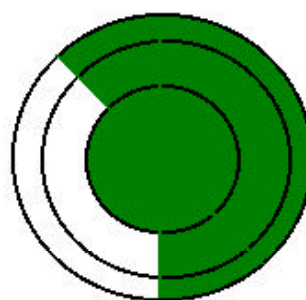
Mercancías

### Efectos

Un elemento importante en la determinación de un *efecto* es la existencia de un cambio, de una transformación cualitativa, estructural en la sociedad. Los impactos implican transformaciones sociales, entre ellas las económicas; sin embargo, hay que tener en cuenta que tales cambios pueden darse y registrarse en todos los niveles: micro, meso y macro y muchas veces es más fácil medir los efectos en el nivel micro y generar luego, por agregación o integración la medida en el nivel macro.



Impacto en sentido estricto:  
lo que es simultáneamente  
producto y logro y efecto



Impacto en sentido amplio:  
la suma de productos y  
efectos y logros

Entre los cambios más notables en el nivel micro están las transformaciones internas de las comunidades científicas. Estos comienzan por la aparición de grupos humanos dedicados a un campo de la ciencia en particular. Continúan con la consolidación a través de la producción y de la generación de mecanismos de construcción de comunidad, tales como las revistas, las asociaciones, los congresos e incluso los pregrados y posgrados. Los anteriores son evidencias tangibles y verificables del desarrollo de la comunidad y de los cambios cualitativos ocurridos en ella por acción de la política. En un momento más avanzado, emergen nuevas relaciones y fenómenos que pueden también registrarse. La aparición de redes que demuestran las distintas formas de cooperación de los miembros de la comunidad es evidencia de la maduración de ella. La red ha puesto en tensión a una gran cantidad de actores entre los cuáles hay expertos, científicos, técnicos y muchos más que no lo son, pero que son igualmente necesarios para la evolución o construcción de un nuevo objeto o una nueva noción. Así, un impacto de importancia sería la transformación del campo de trabajo.

### **Logros**

Los logros pueden ser fuente de la más clara medida de impacto. Sin embargo, hay que tener en cuenta que una medida de logro es una medida de segundo orden: no se mide directamente el resultado como tal, sino el grado de acuerdo entre lo propuesto y lo obtenido. Así, hay que tener en cuenta dos observaciones: el resultado y la intención declarada y expresada y luego se mide el acuerdo entre los dos.

De hecho, es importante tener en cuenta que, aunque los impactos deben analizarse a partir de actividades programadas e intencionalmente dirigidas, muchas de ellas no alcanzan el impacto por razones perfectamente explicables. En primer lugar, pueden encontrar obstáculos de distinta índole que hagan imposible lograr el efecto deseado. Muchas actividades se pierden también y no logran el efecto deseado porque se desvían, ya sea por mala planeación, por circunstancias cambiantes o por cualquier otra razón.

En cualquier caso, lo que cabe resaltar es que un programa es un motor que genera actividades y son estas actividades las que producen efectos. Sólo una fracción de estos efectos está relacionada con el impacto deseado.

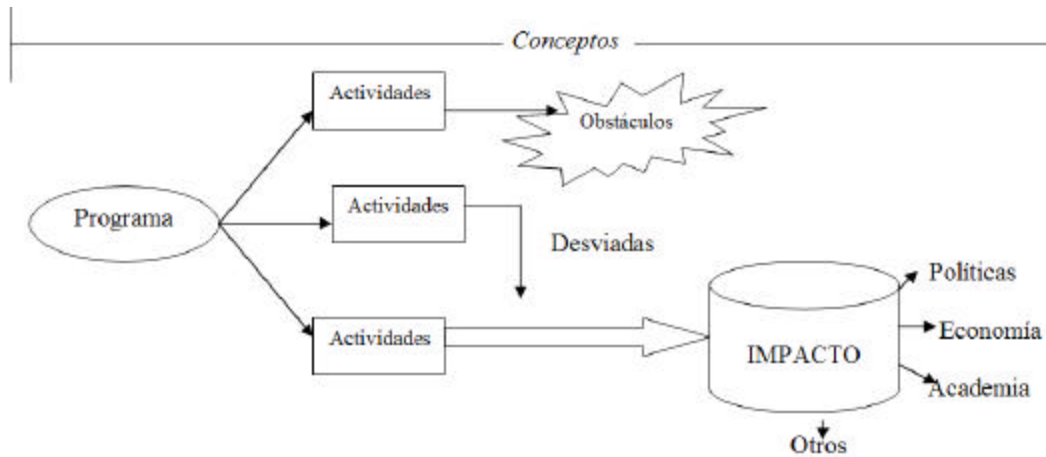


FIGURA 1

**Varias formas de entender el impacto.**

Al hablar de impacto de la ciencia y la tecnología pueden entenderse varias cosas distintas, entre las cuales pueden citarse:

- 1) El efecto de las *políticas* de Ciencia y Tecnología
- 2) El efecto del uso del conocimiento científico y tecnológico en la sociedad. Este incluye los efectos económicos, en la calidad de vida, en los modos de producción, etc.
- 3) El efecto de los desarrollos científicos y tecnológicos sobre la mentalidad y la cultura en general. Este incluye temas como los que trata la bioética.
- 4) El efecto del uso de resultados del desarrollo científico o tecnológico en el medio ambiente.
- 5) El efecto de la ciencia y la tecnología en consolidar una capacidad nacional para usar el conocimiento en beneficio de la sociedad. Este es un efecto esencialmente cultural y va en la dirección de lo que la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo llamaba en 1994 la tarea de *endogenizar* la ciencia y la tecnología en Colombia.
- 6) Etc.

**Los ámbitos de impacto del conocimiento**

Esto lleva a la posibilidad de clasificar los ámbitos de acción de posible impacto en muchas posibilidades, entre las cuales y para los fines de este trabajo, tomaremos tres principales:

- El ámbito tecnológico-económico

- ☑ El ámbito de las políticas sociales
- ☑ El ámbito académico científico.



FIGURA 2

**Ciencia relevante**

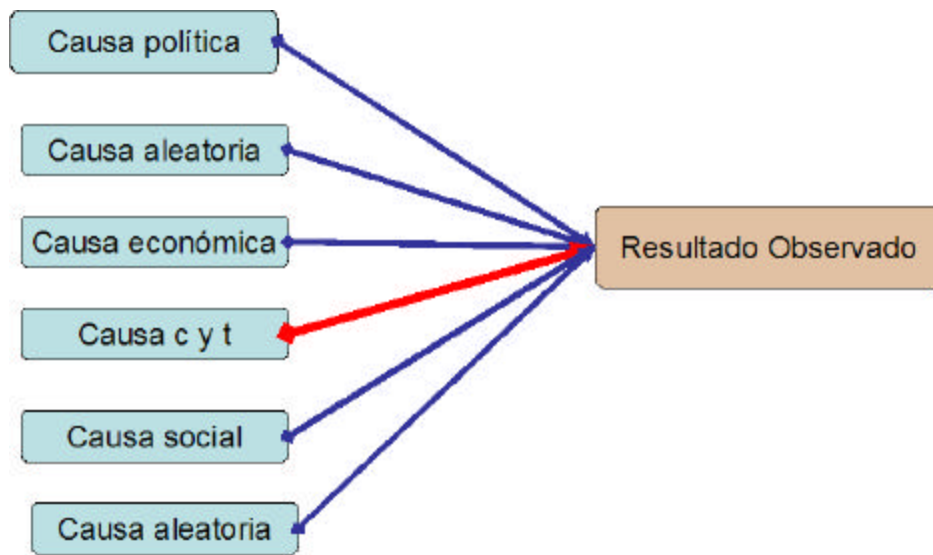
De hecho, usualmente se vincula la idea de impacto de la ciencia y la tecnología con la idea de ciencia *relevante* o *pertinente*, pero la *relevancia* o la *pertinencia* pueden verse de muchas maneras distintas y no son cualidades objetivas, medibles o verificables en ausencia de un contexto preciso y particular. La relevancia o la pertinencia son características esencialmente *subjetivas*, dependientes de un enfoque particular: se es pertinente con relación a una política peculiar o a un sistema de valores caracterizado previamente. La pertinencia depende de las opciones ideológicas de quien la define.

Dentro de ciertas formas de entender la política, la relevancia sólo tiene sentido en relación con el crecimiento económico. Los indicadores apropiados de impacto están relacionados en consecuencia con el crecimiento del PIB nacional o regional, con el PyG de las empresas, etc. Pero hay muchas otras formas de mirar la política e incluso los planes de desarrollo nacionales desde 1990 hasta 2002 han tenido enfoques muy diferentes: el de Gaviria fue marcadamente

economicista, el de Samper se declaraba “social” y el de Pastrana restringía el papel de la ciencia y la tecnología al del aumento de la competitividad internacional. En el trasfondo, lo único que puede quedar como denominador común que sirva a todas estas intenciones es el desarrollo global de la capacidad de producir, adaptar, asimilar, transformar y aprender el conocimiento en la sociedad. Si esta capacidad es grande, puede utilizarse eficazmente cualesquiera sean los fines políticos, empresariales, gremiales o personales buscados. Si no hay capacidad real de generar conocimiento, ningún fin logrará alcanzarse y la pertinencia será nula en cualquier sentido.

**Multicausalidad de los impactos**

El análisis de impactos de la ciencia y la tecnología a partir de resultados conlleva una dificultad adicional a las que hemos mencionado y es su *multicausalidad*. Es decir, cada uno de los resultados que puede llamar nuestra atención depende o puede depender de muchas causas, algunas explícitas, otras implícitas, unas bien identificadas, y otras desconocidas, de tal manera que un diagrama de causa-efecto podría parecerse al siguiente:



**FIGURA 3**

A lo cual debe añadirse explícitamente que muchas de las causas de Ciencia y Tecnología pueden ser del extranjero y tener incidencia sobre el resultado directamente o a través de un proceso de *asimilación* por la comunidad nacional de Ciencia y Tecnología antes de producir el efecto:

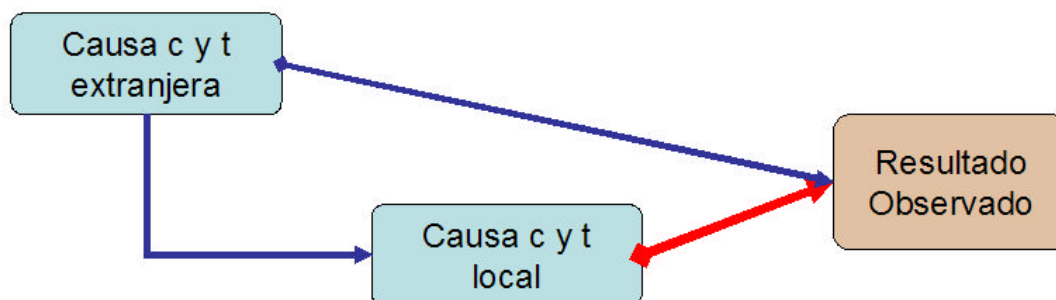


FIGURA 4

Así, si se busca analizar el impacto de las causas de Ciencia y Tecnología locales parece necesario aislar, dentro de esta multicausalidad la fracción de interés, pero esto es una tarea muy difícil e incluso imposible en muchos casos.

#### **Una restricción necesaria**

Los párrafos anteriores ilustran que la noción de impacto es amplia y difusa y para poder avanzar hacia su medición y la precisión al menos en el estudio de algunos casos, se hace necesario fijar límites al alcance del estudio. Desde el punto de vista planteado que busca el impacto allí donde hay intenciones anteriores bien expresadas, se hace evidente que donde más precisa es la noción de impacto es en relación con los efectos de las políticas, puesto que estas son precisamente declaraciones expresas y esfuerzo de mover recursos para lograrlas. Además, un análisis somero muestra que en el caso colombiano, son bastantes los esfuerzos que se han hecho de generar políticas de Ciencia y Tecnología y vale la pena analizar los efectos logrados con ellas.

#### **El impacto del sistema nacional de ciencia y tecnología 1991-2002**

Por todo lo anterior, precisamos que el alcance de esta investigación particular se circunscribe al estudio de los efectos del conjunto de políticas que se organizan alrededor del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología desde su creación en 1991 hasta el año 2002, cuando comenzó este estudio.

Esta es una restricción metodológica, pero los resultados pueden después extrapolarse convenientemente al estudio de otras circunstancias o a otras modalidades de impacto de la ciencia y la tecnología.

Esto circunscribe el campo de acción al análisis de unas políticas que se han puesto en acción coherentemente desde el Estado y han involucrado a un gran número de actores en ellas

venidos de los tres vértices del Triángulo de Sábato: Investigadores, Administración Pública y Empresariado.

Esta ha sido una política deliberadamente construida, es decir, claramente *programada*, y razonablemente *participativa*, de tal manera que se da la primera de las condiciones para poder hacer un análisis de impacto: la *programación*. Ha habido en este lapso dos grandes momentos de planeación: uno al comienzo, entre 1990 y 1993, fundamentado en los libros de la Misión de Ciencia y Tecnología, publicados en 1990 en el libro “Ciencia y Tecnología para una Sociedad Abierta, publicado en 1991, en los simposios de los once programas nacionales realizados en 1992 y en los libros resultantes de cada uno de estos simposios publicados en 1993. Son de esta época, además, los documentos de las comisiones de la Constituyente que trabajaron sobre Ciencia y Tecnología, así como el informe de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, “*Misión de los diez sabios*”, publicado a partir de 1994. El segundo momento se desarrolló entre 1997 y 2000, partió de una primera evaluación a la que convocó el entonces Subdirector de Colciencias en 1997 y produjo una serie de presentaciones internas de los Jefes de Programa, que luego dieron lugar en algunos casos a evaluaciones más profundas de lo hecho y se concretó en los Planes Estratégicos Quinquenales con los que los once Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología comenzaron el nuevo siglo.

### **Capital de conocimiento**

Es una nota descollante en toda esta planeación, que el propósito principal del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología al menos en esta década fue la construcción de capital de conocimiento en la sociedad colombiana, es decir, de acumulación de capacidades para poder hacer cosas en la sociedad colombiana. De un medio de producción de resultados para la sociedad colombiana en la medida en que ella sea propietaria de ese capital.

Este capital de conocimiento se concreta en diversas formas:

- Capital Humano, es decir, en personas con capacidad de actuar sobre el conocimiento;
- Capital Institucional, es decir en reglas de juego para la inclusión de la Ciencia y Tecnología en la vida nacional
- Capital Financiero, es decir, en financiación creciente para las actividades de Ciencia y Tecnología
- Capital Social, es decir, en una multitud de redes de relaciones entre distintos actores, que potencien el desarrollo de las actividades de Ciencia y Tecnología en la nación y

permitan su aplicación a la resolución de problemas de la vida cotidiana, al aumento de la competitividad, al manejo de la salud y el medio ambiente, a la comprensión de los problemas sociales, etc.

Todos los documentos escritos durante los primeros años de funcionamiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología apuntan a esta creación y consolidación de capital conocimiento. En cuanto a capital humano, muchos esfuerzos estuvieron dirigidos explícitamente a formar gentes a través de apoyar estudiantes para viajar a realizar estudios al exterior, de consolidar las maestrías de investigación en el país, de ayudar a la creación y consolidación de los doctorados, a apoyar migraciones de extranjeros hacia el país o retorno de colombianos que estaban en el exterior. Desde el punto de vista del capital institucional, primero el conjunto de decretos que dieron origen inicialmente al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, luego la creación de Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, la formación del Sistema Nacional de Innovación y el esfuerzo para crear Incubadoras de Empresas, Centros de Productividad y Centros de Desarrollo Tecnológico. Esfuerzos para crear capital financiero hubo en la negociación y ejecución de los créditos del BID y de las distintas formas de atraer y coordinar dineros de todos los sectores de la vida nacional. Pero lo más importante de todo y esto hay que mirarlo con mucho cuidado, es que el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se planteó como un esfuerzo deliberado por crear *capital social para la ciencia y la tecnología*, como medio de crear capital conocimiento para la sociedad colombiana.

No puede desconocerse esto al hacer un análisis de impacto, pues la intencionalidad declarada fue la creación de múltiples relaciones entre actores de toda índole en la nación, para construir o desarrollar sobre estas relaciones la capacidad de desarrollar ciencia y tecnología y aplicar el conocimiento para la vida nacional.

***Esto lleva a pensar que un primer enfoque de medida del impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología debe estar relacionado con su acción como instrumento de generar Capital de conocimiento en la sociedad colombiana***

En un intento de avanzar sobre estas dificultades, Hebe Vessuri ha propuesto que los indicadores del impacto de la ciencia y la tecnología sobre el desarrollo en los países periféricos sean pensados como "**indicadores de capacidad científica y tecnológica**". Estos indicadores medirían la forma en que crece la capacidad local de asimilar, transformar, desarrollar, absorber, usar, generar y distribuir conocimientos.



Los indicadores de capacidad científica y tecnológica se conciben desde este enfoque como medidas de la capacidad para utilizar socialmente la ciencia y la tecnología, y tomados en toda su extensión deben ir mucho más allá de los ámbitos estrictamente científicos o tecnológicos. Como dice Callon, para que la aviación ingrese a una sociedad como medio de comunicación con impacto social no basta con tener un avión, hay que tener aeropuertos, radiofaros, torres de control, agencias de viajes, etc. Es decir, hay que construir de manera completa la red social tecnológica que permite la utilización completa de la nueva tecnología. Este es el Capital Social que permite la endogenización de la ciencia y la tecnología en una nación.

## **Acumulación de capital social como medida de impacto de las políticas de ciencia y tecnología**

### **Definición y generalidades**

La noción de capital social parece muy importante de usar para el análisis de las redes, del trabajo en red, de lo que puedan haber ganado los investigadores colombianos en los últimos doce años por haber trabajado en red, de lo que puede ser la estrategia más importante en el proceso de mover a Colombia hacia una Sociedad del Conocimiento. El conocimiento puede jugar un papel importante en la sociedad cuando existen redes que permiten que circule y se desplace en todos los sentidos. Ningún grupo y aún menos un individuo puede ser autosuficiente en la producción, asimilación, adaptación, transferencia del conocimiento. La mala caricatura del sabio escondido en el sótano del castillo haciendo descubrimientos trascendentes es uno de los obstáculos más grandes que aún tenemos, pues hace creer a nuestros administradores de la ciencia, a nuestros tecnócratas y aún a algunos investigadores que basta con apoyar algún proyecto de investigación para exigirle poco tiempo después resultados trascendentes sobre la sociedad, como el del monstruo de Frankenstein escapándose a su creador y no los deja comprender que la implantación de la ciencia y la tecnología requiere de una acción social y política de envergadura y que el trabajo sobre el conocimiento es tal que sólo cuando grupos humanos muy grandes que forman extensas cadenas se incorporan a la tarea puede rendir su fruto social.

En primer lugar, se necesita que los practicantes de una disciplina particular interactúen entre ellos, pero también se necesita que estén en interacción fuerte con muchas personas del entorno: administradores de las entidades donde trabajan, empresarios, gremios, sector financiero, representantes estatales, estudiantes, pares de otros países, etc. El proceso que lleva una buena idea a través del laboratorio y de la planta hasta el público en general es un proceso complejo que requiere de muchas instancias organizadas en redes más o menos formales. Los lazos de tales

redes son las relaciones sociales y su existencia y su mayor o menor efectividad es lo que se conoce como Capital Social.

La expresión “capital social” no es tan antigua. Parece venir de los años ochenta. Textos citados como seminales son:

- a) Bourdieu, Pierre. 1980. “Le capital social: notes provisoires”. *Actes Rech. Sci. Soc.* 31 : 2-3
- b) Bourdieu, Pierre. 1985 “The forms of Capital”. In *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education* ed. J.G. Richardson pp. 241-58 NY. Greenwich
- c) Coleman, James S. 1988 “Social Capital in the creation of Human Capital”. *American Journal of Sociology* **94**:S 95-120.
- d) Coleman, James S. 1990 *Foundations of Social Theory*, Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press
- e) Sandefur, Rebecca L. and Laumann Edward O. 1988 “A Paradigm for Social Capital” *Rationality and Society* Vol 10 (4) pp 481-501. Copright 1998, Sage Publications.

A pesar de que la expresión “capital social” sea reciente, la idea puede considerarse como muy vieja y vincularse a la diferencia hecha por Marx entre una “clase-en-sí”, atomizada y una “clase-para-sí”, movilizadora y eficaz, o a las ideas de Durkheim que presentan la vida de grupo como un antídoto contra la anomia.

La novedad y el poder heurístico de la noción de capital social vienen de dos fuentes.

1. El concepto enfoca la atención en las consecuencias positivas y necesarias de la sociabilidad y de las relaciones humanas.
2. Ubica esas consecuencias positivas en el marco de una discusión más amplia sobre la noción de capital y sus diversas formas y llama la atención sobre cómo las formas no monetarias del capital pueden ser importantes fuentes de influencia y poder.
3. Reduce la distancia entre los enfoques sociológicos y económicos. El extremo sociológico es el que ve a los actores sociales como gobernados enteramente por normas, reglas y obligaciones sociales y el extremo económico es el que ve a los actores como individuos guiados únicamente por la búsqueda de metas que les dictan un principio de acción basado en la maximización de la utilidad.

El primer análisis contemporáneo del capital social se debe a Bourdieu que definió el Capital Social como “*el agregado de los recursos actuales y potenciales que están ligados a la posesión de una red durable de relaciones más o menos institucionalizadas de conocimiento y reconocimiento mutuos*”. Acá utilizaremos este enfoque y miraremos por tanto el agregado de todas las formas de generar relaciones, que, repetimos, ha constituido el mayor esfuerzo del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología: relaciones entre los miembros del “Triángulo de Sábato” en los Consejos e instancias directivas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología; relaciones entre científicos colombianos, relaciones entre universidad y empresa, relaciones internacionales, relaciones que construyen “Región”, etc.

### **Los mecanismos generales**

Además de la estrategia de Estado que ha sido guiada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por los Consejos de los Programas Nacionales y por Colciencias, las comunidades científicas tienen otros mecanismos más tradicionales de construir capital social. Estos mecanismos, en general, pertenecen a lo que Clemente Forero ha denominado el “*ámbito del feedback*”,

### ***Las “publicaciones”***

En el caso de las comunidades científicas, el mecanismo más importante para tejer relaciones y, por lo tanto, para constituir capital social, es el de las publicaciones. Las revistas científicas, desde su nacimiento en el siglo XVII han sido elementos de construcción de comunidad científica. A partir del desarrollo de estas revistas, comienza a consolidarse *la comunidad de quienes escriben y leen en una revista dada*. La revista se convierte en vehículo de comunicación y diálogo entre ellos y, a su vez, en elemento definitorio que los separa de otras comunidades que leen otras revistas. Algo muy importante, de lo cual no se dieron cuenta los epistemólogos durante mucho tiempo fue que las revistas se convirtieron en los *instrumentos de validación del conocimiento* a través de los mecanismos de comunicación y diálogo, que convirtieron el conocimiento en la propiedad colectiva de la comunidad que lee la revista en todo el mundo y en cualquier época.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Los epistemólogos, desde el siglo XVII han estado buscando la respuesta a la pregunta por la naturaleza del conocimiento científico en una dirección muy distinta a aquella en la cual la estaban construyendo los científicos, Estos desarrollaban un proceso sobre el cual creían estar hablando los otros mientras hablaban de algo muy distinto. Los filósofos hablaban de la comprobación de LA Verdad, mientras que los científicos construían *descripciones* detalladas de lo que hacían y daban el máximo valor a la descripción detallada de sus resultados, de tal manera que cualquier otro los pudiera repetir. Mientras que los epistemólogos creían que se estaba alcanzando una verdad objetiva por la eliminación del sujeto, como deseaba Bacon, los científicos alcanzaban sus verdades objetivas a través de compartir el conocimiento entre todos los sujetos interesados.

### ***Congresos***

Un segundo elemento muy importante para construir comunidad científica, para tejer las relaciones que constituyen el capital social de la comunidad son los Congresos y actividades similares. En los congresos, los interesados en un cierto tema, logran un nivel de comunicación directa que complementa la comunicación mediada ofrecida por las publicaciones.

### ***Sociedades***

La formación de sociedades científicas es claramente una de las formas evidentes de constitución de *capital social*, es decir, de *redes de conversación y comunicación* entre los interesados en determinada temática.

### ***Pregrados y Posgrados***

Para Kuhn, lo que permite que una ciencia determinada se desarrolle es la incorporación de la siguiente comunidad al paradigma profesado por los miembros actuales. Es decir, la disciplina de los jóvenes para que actúen y piensen como los mayores. La formación de los aprendices es, por lo tanto, un momento culminante en la constitución de la comunidad y la consolidación del capital social.

## **El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología como Red Social y como instrumento para generar capital social**

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología es una construcción desde la ley. Es una construcción política, que ha intentado ser también una construcción social. El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología ha sido un conjunto de normas, expresadas en la Ley 29 de 1990, en los Decretos Ley 393, 585 y 591 de 1991, en la creación por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Sistema Nacional de Innovación en 1995 y en muchas otras. Ha sido también un esfuerzo para incorporar a los tres vértices del “Triángulo de Sábato” a la planeación y gestión de la ciencia y tecnología haciendo de los Consejos y Comisiones del sistema instancias participativas con presencia de investigadores, empresarios y representantes del estado en ellas. Ha buscado explícitamente la creación de redes y la consolidación de comunidades, así como el estímulo a muchas formas de cooperación. Una tarea enorme cuyo impacto hay que analizar es la vinculación entre el sector productivo y los investigadores. El esfuerzo del Sistema Nacional de Innovación ha estado dirigido principalmente a esto y la consolidación de Centros de Desarrollo Tecnológico, de Agendas y Estrategias, de Centros de Productividad y de todas las demás formas institucionales impulsadas en este sistema ha tenido como objeto principal la generación y consolidación de

vínculos entre los productores de conocimiento y los productores de manufacturas, de productos agrícolas o de servicios.

### **Los programas nacionales de ciencia y tecnología**

Los programas nacionales de ciencia y tecnología pueden ser vistos como instrumentos para la construcción de capital social.

En primer lugar, son creados como *estructuras de relaciones* entre el Estado, los investigadores y el sector productivo y empresarial, lo cual los coloca directamente en el ámbito del capital social y permite interrogarlos en tal carácter: ¿Ha funcionado eso así? Es posible imaginar indicadores que midan la construcción de estas redes de relaciones y el proyecto se consagró a diseñar tales indicadores, entre otros.

En segundo lugar, todos los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología tuvieron dos ciclos intensos de planeación participativa: en 1992, los simposios que dieron origen a la serie de 11 libros y entre 1999 y 2000, los procesos que dieron origen a los planes quinquenales estratégicos que están ejecutándose en este momento. Eso nos provee de una buena cantidad de material para analizar en el sentido de las intenciones declaradas, de la planificación consciente. Sobre esos planes hay que mirar las ejecutorias. ¿Se cumplieron los planes? ¿generaron el capital social que podrían haber generado? ¿qué indicadores pueden detectarse de eso? ¿usaron los investigadores ese capital social para la producción de conocimiento?

En este tema también es posible buscar indicadores precisos.

### **Una política coherente y de largo alcance**

La politología colombiana suele regirse por frases de cajón, chispazos ilustres que en algún momento fueron pronunciadas y años después, desprovistas de sentido y separadas del contexto continúan repitiendo alelados periodistas y funcionarios ministeriales que encuentran en ellas vacua inspiración para su acción: que “el país está sobrediagnosticado”, que “somos un país violento”, etc. Favorita entre muchas es aquella que reclama o anuncia, según quien la pronuncie, “*políticas de estado y no políticas de gobierno*”, políticas coherentes y de largo alcance, que trasciendan el cuatrienio de cada gobernante. Sugiriendo, entre otras cosas, que habría un Estado que vive y opera por encima o a espaldas de los gobernantes que serían incapaces de trascenderse a sí mismos.

Como en tantos otros temas, en ciencia y tecnología son perfectamente discernibles tales políticas coherentes y de largo alcance, a las que distintos gobiernos han hecho sus respectivos aportes, pero cuya coherencia se ha debido a una fuerza social representada por la comunidad

científica en gestación, por cientos primero y luego por miles de colombianos que han ido hallando en la ciencia y la tecnología motivo para sus vidas y salida a sus intereses sociales, y ha encontrado apoyo en el exterior en presiones encarnadas en acuerdos y convenios, así como en préstamos y orientaciones de la banca multilateral. Los gobiernos de turno, algunos más que otros, han respondido a estos movimientos sociales tomando medidas adecuadas y también se han convertido en obstáculos, demorando tales medidas o sobreimponiendo derivaciones erráticas nacidas del endémico adanismo (¿"evismo" deberíamos decir a veces?).<sup>2</sup>

### **Tres etapas:**

En este proceso largo y coherente, a lo largo de los últimos cuarenta años, son discernibles tres grandes etapas: en la primera, el esfuerzo estuvo concentrado en la formación de gente y de grupos de investigación y en el paso de la investigación como actividad individual a la investigación institucional, la segunda fue de formación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y la tercera de consolidación de este sistema buscando estándares generales e internacionales. Como sucede con los procesos históricos, estas etapas son discernibles a posteriori, pero no tienen fechas ni límites exactos, si bien la primera puede decirse que se extendió más o menos entre 1968 y 1988, la segunda desde este momento hasta mediados de la última década del siglo XX y la tercera hasta hoy.

### ***Los fundamentos: 1968 -1988***

En la década del sesenta, comienza este proceso, que se percibe en la transformación de la universidad pública colombiana, impulsada en la Nacional por la Reforma Patiño y en las demás por lo que dio en llamarse el "Plan Básico para la Educación Superior" forjado en la política de "Alianza para el Progreso" y respaldado por la concepción Cepalina de lograr una industria autosuficiente que lograra la sustitución de importaciones. Las reformas de 1968 marcan un hito, con la fundación de Colciencias, como primer esfuerzo estatal de apoyo a la ciencia y la tecnología, y se ven reforzadas con la fundación del ICFES, la reestructuración de las universidades que lleva a la aparición de profesorado de tiempo completo y la transformación de institutos como el Instituto Nacional de Salud, que absorbió a los antiguos Samper Martínez y Carlos Finlay, el Ingeominas,

---

<sup>2</sup> **Adanismo. (De Adán)** m. Hábito de comenzar una actividad cualquiera como si nadie la hubiera ejercido anteriormente. Aplícase sobre todo a los políticos que al ocupar una nueva posición declaran que ahora sí, con ellos, llegó el verdadero impulso y pretenden hacer *tabula rasa* de todo lo hecho anteriormente. Aunque a veces se debe a ideales políticos totalmente opuestos a los de sus antecesores, que los llevan a querer "enderezar" todo lo "malo hecho hasta ahora", la causa principal suele ser la ignorancia de la historia del tema, fácilmente discernible cuando empiezan a proponer hacer como gran innovación lo que ya se ha hecho, desconociendo los aciertos y desaciertos anteriores y perdiendo así todo el aprendizaje institucional.

que absorbió al Laboratorio Químico Nacional y al Inventario Minero Nacional, la reestructuración del ICA o la aparición del INDERENA.

Planteada la necesidad de iniciar tareas científicas, se vio que era indispensable la formación de gentes de nivel superior al profesional y se hizo un esfuerzo grande por enviar colombianos a estudiar maestrías y doctorados fuera del país. Las universidades públicas colombianas se apoyaron en la cooperación internacional y además dieron masivamente comisiones remuneradas a sus jóvenes docentes. Simultáneamente, se iniciaron los programas de maestría en el país con el ánimo de formar en ellos investigadores. A mediados de los setenta empezaron a egresar los primeros colombianos y aunque la baja cultura investigativa en la universidad colombiana hizo que muchos de los nuevos programas perdieran su rumbo, sirvieron sobre todo para afianzar los grupos de investigación en las universidades, que empezaron a producir resultados de interés, se sostuvieron en el tiempo y comenzaron a acumular recursos.

El proceso logró un impulso adicional muy importante a mediados de la década del ochenta, cuando el país contrató el empréstito BID-ICFES orientado a apoyar maestrías de investigación con criterios de excelencia, que modernizó los laboratorios y permitió la venida de profesores visitantes que reanimaron los grupos de investigación colombianos. Por la misma época se contrató el Crédito BID-COLCIENCIAS 1, que dio apoyo a la financiación de la investigación por Colciencias. Se fortalecieron también algunos centros de investigación privados entre los cuales comenzaron a destacarse la Corporación de Investigaciones Biológicas de Medellín, referencia internacional en micosis tropicales, el CIDEIM en Cali importante en el estudio de la Leishmaniasis, el CID en la Universidad Nacional, el Invemar en Santa Marta y surgió el Centro Internacional de Física que trajo muchos de los temas de punta de la física, a veces con los mismos Premios Nóbel que los habían creado, como León Lederman o Abdus Salam a nuestra Sabana de Bogotá. Entonces se planteó la tarea que era necesaria para completar la etapa de formación de investigadores: que las universidades colombianas impartieran formación al nivel doctoral y después de muchas vacilaciones, en 1986 se crearon los primeros cuatro en la Nacional. Cinco gobiernos y muchos rectores habían pasado, pero la política de formar personas con niveles adecuados para poder hacer ciencia y tecnología se había mantenido y comenzaba a mostrar sus frutos y hacer ciencia básica comenzó a ser una actividad posible en Colombia.

El tema de los doctorados comenzó a tomar importancia. A comienzos de 1990 se reunió en el Hotel La Fontana un grupo de personas que manejaban doctorados en Estados Unidos, Canadá, Francia, Inglaterra, China, Chile, México y Brasil, además de quienes manejaban los de la Nacional y los que trataban de iniciarlos en Cali, Bucaramanga y Medellín. La conclusión unánime

de ese evento, cuyas memorias constituyeron un importante documento (Cárdenas, 1991) fue que Colombia estaba ampliamente madura para iniciar programas doctorales. Hoy, 12 años después, hay cincuenta programas doctorales aprobados en Colombia y el número de egresados de ellos pasa del primer centenar. El comienzo ha sido lento pero muy seguro. La gran mayoría han tenido jurados internacionales y el número de publicaciones hechas en revistas internacionales por los egresados supera las trescientas.

Las décadas del setenta y del ochenta habían sido también épocas de reflexión sobre la temática en la América Latina. La OEA impulsó la creación de “Centros de Excelencia” que dinamizaron el pensamiento sobre las políticas y hubo pensadores importantes como Amilkar Herrera, el uruguayo Máximo Halty-Carrere, el peruano Francisco Sagasti o el argentino Jorge Sabato que desarrollaron ideas vernáculas sobre la forma de organizar las políticas de ciencia y tecnología en el contexto latinoamericano. Cabe anotar que en los últimos años se habla mucho de la “Triple Hélice” como la necesaria conjunción de los sectores académicos, empresariales y gubernamentales para que la ciencia y la tecnología puedan influir en la vida de una nación, idea que había sido desarrollada dos décadas antes de que la UNESCO la adoptara, por Jorge Sabato, y por eso en la literatura latinoamericana se habló del “Triángulo de Sábato” mucho antes.

### ***La construcción del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología: 1988 – 1996***

La política de apoyo a la ciencia y la tecnología por parte del gobierno nacional estuvo concentrada durante veinte años en Colciencias, que era un Fondo dentro del Ministerio de Educación, destinado a financiar actividades en estos campos. Se sentía que se requería algo más que un Fondo a disposición del Ministro y, de hecho, la participación cada vez creciente de los funcionarios de Colciencias en discusiones políticas internacionales o sobre ámbitos de la vida nacional que iban mucho más allá de la educación, como los del agro, la salud, la industria o el medio ambiente, planteaba la necesidad de replantear la forma de organizar el apoyo institucional a la ciencia y la tecnología. Otros países en América Latina habían organizado Ministerios de Ciencia y Tecnología y se inició el debate que buscaba tener algo más que un Fondo, eventualmente un Ministerio.

Un evento marcó el clímax de esa discusión: el Foro Internacional sobre Política de Ciencia y Tecnología convocado por el presidente Barco y por Colciencias, que reunió a ministros, empresarios, dirigentes gremiales e investigadores para ayudarle al país a organizar *“la capacidad de la ciencia como medio para mejorar la sociedad y de la tecnología en el incremento de la producción o el mejoramiento de la calidad de la vida”* como dijo el presidente en la introducción.

El Foro fue sobre todo un detonante de otros procesos. En sus conclusiones se dijo:



*“Declarar el año julio de 1988-junio de 1989 como el Año Nacional de la Ciencia y la Tecnología... Crear un grupo de trabajo que elabore un proyecto de ley marco que faculte al gobierno para estructurar el Plan de Desarrollo Científico y Tecnológico de largo plazo y el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología”.*

Las dos tareas se cumplieron. El año de la Ciencia y la Tecnología generó algunas actividades nuevas, entre ellas la primera “Expociencia”, que mostró al país que ya se estaba realizando ciencia y tecnología. El Grupo de Trabajo se creó con el nombre de “Misión de Ciencia y Tecnología”, un grupo de científicos e intelectuales colombianos que trabajó durante año y medio, estudiando la institucionalidad de la Ciencia y Tecnología en Colombia. Los cinco tomos de su informe, publicado en 1990 fueron una carta de ruta esencial. Entre lo más importante de ese trabajo estuvo la recomendación de que se formulara y adoptara una Ley de Ciencia y Tecnología, que se aprobó el 27 de febrero de 1990, como Ley 29 y se desarrolló a través de facultades extraordinarias que otorgó al Gobierno, mediante varios decretos-ley en agosto de 1990 y febrero de 1991. Uno de ellos, el 585 de 1991, creó el “Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología”, que fue la respuesta a la necesidad planteada de una nueva institucionalidad de la ciencia y la tecnología en Colombia.

Colombia, pues, no optó por Ministerio, sino por algo diferente: un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, cuyo propósito no era generar instituciones nuevas ni actividades particulares, sino coordinar todas las ya existentes en el país.

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se organizó explícitamente mediante el Decreto 585 del 26 de Febrero de 1.991 que lo definió en su artículo 4 como un *“sistema abierto, no excluyente, del cual forman parte todos los programas, estrategias y actividades de ciencia y tecnología, independientemente de la institución pública o privada o de la persona que los desarrolle”*. En esto radica su originalidad y al mismo tiempo la dificultad de ponerlo en práctica. Según el artículo 5 del mismo Decreto, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se organiza en programas de ciencia y tecnología, por lo cual se entiende *un ámbito de preocupaciones científicas y tecnológicas estructurado por objetivos, metas y tareas fundamentales, que se materializa en proyectos y otras actividades complementarias que realizarán entidades públicas o privadas, organizaciones comunitarias o personas naturales*.

Desde su comienzo, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se dedicó a programar, y la medida del impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología debe, por lo tanto partir de esta actividad programática que se ha dado principalmente a través de las instancias directivas del Sistema y de la cual puede seguirse fácilmente la traza, puesto que hay una documentación completa que detallaremos más adelante.

En julio del mismo año, 1991, la nueva Constitución Política Nacional definió la obligación del Estado de apoyar la ciencia y la tecnología, dando así el máximo respaldo político al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología:

**Artículo 70.** El Estado tiene el deber de promover y fomentar el acceso a la cultura de todos los colombianos en igualdad de oportunidades, por medio de la educación permanente y la enseñanza científica, técnica, artística y profesional en todas las etapas del proceso de creación de la identidad nacional.

La cultura en sus diversas manifestaciones es fundamento de la nacionalidad. El Estado reconoce la igualdad y dignidad de todas las que conviven en el país. El Estado promoverá la investigación, la ciencia, el desarrollo y la difusión de los valores culturales de la Nación.

**Artículo 71.** La búsqueda del conocimiento y la expresión artística son libres. Los planes de desarrollo económico y social incluirán el fomento a las ciencias y, en general, a la cultura. El Estado creará incentivos para personas e instituciones que desarrollen y fomenten la ciencia y la tecnología y las demás manifestaciones culturales y ofrecerá estímulos especiales a personas e instituciones que ejerzan estas actividades.

### *La Programación Institucional*

En 1991 se crearon los once Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología que aún funcionan – Biotecnología, Ciencias Básicas, Ciencias Sociales y Humanas, Ciencias del Mar, Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat, Estudios Científicos de la Educación, Ciencias de la Salud, Ciencias de la Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, Ciencias de la Energía y Minería, Ciencias Agropecuarias y el Programa de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad cubriendo entre ellos una buena cantidad de los “*ámbitos de preocupaciones científicas y tecnológicas*”. Para “estructurarlos en objetivos, metas y tareas fundamentales”, cada programa tuvo a su cabeza un Consejo que es otro paso en la dirección de la construcción del Capital Social, puesto que en él se reúnen los tres vértices del triángulo de Sábato, representado el Estado por el Ministro del ramo respectivo, el Director de Colciencias, el Director del Departamento Nacional de Planeación, el Director del Sena

y otros funcionarios, pero además hay investigadores nombrados por sus trayectorias destacadas, así como empresarios designados por su vinculación con actividades de ciencia y tecnología.

Tan pronto se instalaron, buscaron estos Consejos desarrollar una planeación participativa, que concentró todos los esfuerzos a lo largo de 1992. En ese proceso intervinieron muchos miembros de las comunidades de los once programas, haciendo evidente la existencia clara de tales comunidades en franca producción. Más de mil doscientas personas participaron en el esfuerzo, cuyos resultados quedaron consignados en once libros publicados por Colciencias en 1993, que trazaron las metas para el decenio siguiente.

### *Las metas propuestas*

Las metas fueron expresadas en distintas formas, pero convergen en la necesidad de creación de doctorados, la de enviar gente a formar al exterior, la de acercar a los investigadores y los empresarios, la de generar redes de conocimiento, en fin, la de conformar verdaderas comunidades científicas. En estos libros se ve claramente expresada la voluntad de consolidar la capacidad de generar y usar el conocimiento a través de la formación de capital humano, capital social, capital institucional y capital financiero.

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología fue tomando impulso poco a poco. La financiación con dos créditos sucesivos del BID fue una gran ayuda y recientemente se han vinculado otros recursos importantes, entre los que cabe mencionar aquellos que la Ley 344 de 1996 obliga al SENA a aportar para Ciencia y Tecnología y el 7% del recaudo de los juegos de azar, que la Ley 643 del 2001 aporta para la investigación en Salud.

### **Los “Grupos de Investigación”: paso importante en el proceso de construcción de comunidad científica, de capital humano, de capital de conocimiento y de capital social.**

Parte importante fue contar lo existente, lo que comenzó a hacer Colciencias en 1991 por medio de una “**Convocatoria de Grupos y Centros de Investigación**” que mostró cerca de 160 grupos con producción en todas las áreas del conocimiento y en todo el país, confirmando que el hacer ciencia y tecnología ya era en ese momento una actividad real. Las convocatorias se han seguido haciendo en 1996, 1997, 1998 y 2000 y dieron origen a la que buscó el llenado de CV-LAC ya en el 2002.

### *La Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo*

En 1993 se sintió que la poderosa dinámica puesta en marcha por la Ley 29 de 1990 y todo lo que la siguió requería un nuevo esfuerzo para repensarse y, más aún para vincular más claramente la

ciencia y la tecnología con los programas de educación del país y la búsqueda del desarrollo. Hay que recordar que acababa de aprobarse la nueva Constitución Política y la euforia generada por ella hacía buscar nuevas formas de institucionalidad, de manera que al capital humano y al capital social que se estaban creando se añadió un nuevo esfuerzo de generar capital institucional.

### ***La consolidación: 1996 hasta hoy***

Hacia 1996 comienza el esfuerzo para que el recién generado Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología comenzara a consolidarse logrando que la capacidad de trabajar sobre el conocimiento responda a criterios internacionales, permita las comparaciones y la cooperación, se ajuste a normas técnicas, etc. Un esfuerzo importante fue el de volver a contar, pero pasar del simple conteo a la organización de los grupos y en 1996 se hace una nueva convocatoria que, además de registrar los grupos, los *escalafonó*, Estos escalafones de grupos, repetidos desde entonces con muchas variantes han ido organizando la comunidad, pasando de la etapa de pioneros más o menos silvestres a otra en la que se reconoce la experiencia acumulada de los grupos, su estabilidad, la acumulación de sus resultados, su incidencia en la formación de otros investigadores, etc. De esta manera comenzó a pasarse de la noción de una comunidad informe a la de una comunidad organizada.

Un paso muy importante se dio en 1996 hacia la organización de las publicaciones, cuando Colciencias puso a andar el Índice de Publicaciones Científicas Colombianas - PUBLINDEX-. Se empezó a pasar de la categoría amorfa “publicaciones” a una organización de ellas en publicaciones que cumplen en mayor o menor medida criterios de rigor, de periodicidad, de distribución, de circulación, en suma, de capacidad de vehicular conocimiento y darle sentido social. La creación del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología en 1999 es un paso adicional al dar origen a una institución cuya misión es observar, generar indicadores y organizar la información para que las decisiones posteriores puedan tener sustento.

Comenzó así a hacerse la medida de la realidad, de la nueva realidad constituida por la capacidad de usar el conocimiento en la sociedad colombiana.

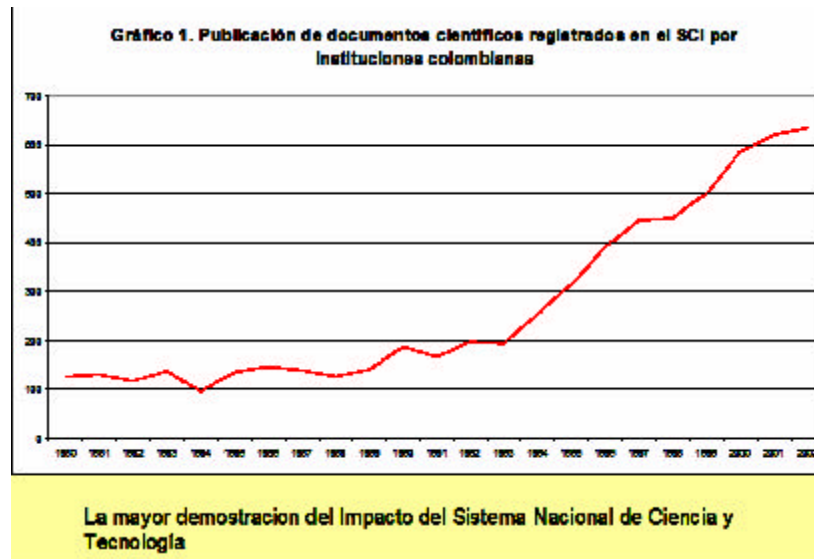


FIGURA 5

Eso permite dar hoy un parte de victoria razonable: todo este esfuerzo ha conducido a que el número de publicaciones anuales de los colombianos en las revistas del Science Citation Index se haya multiplicado por siete en la última década, el número de grupos de investigación haya pasado de un centenar hacia 1990 a cerca de 2000 en la actualidad, el número de personas que realizan actividades de ciencia y tecnología registradas en la base Scienti de Colciencias se acerque a los 20.000, casi medio por cada mil habitantes, que es la mitad de lo que la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo dijo que debíamos tener en el año 2020, pero que son muchos más que los 4.000 que esa Misión estimó para 1994.

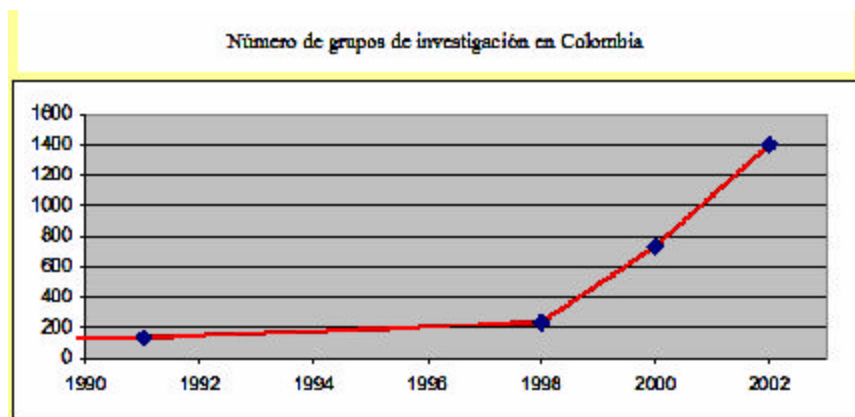


FIGURA 6

Hay apoyo a la formación de investigadores de todas las edades: Ondas para niños, Semilleros para estudiantes de pregrado, Jóvenes Investigadores para recién graduados, Doctorados en Colombia y en el Extranjero. De la decena larga de universidades con investigación clara cuando

se aprobó la Ley de Ciencia y Tecnología hemos avanzado a 51 en el 2002 mucho más repartidas por la geografía nacional.

Toda esta dinámica está haciendo aumentar rápidamente los indicadores de ciencia y tecnología. Podría decirse que de una larga y vacilante etapa inicial, la política coherente y de largo alcance logró que la capacidad de generar y adaptar el conocimiento en nuestro país entrara en su fase ascendente.

La sociedad colombiana se ha percatado de ello muy poco, de manera que dos tareas quedan planteadas para el futuro próximo: la primera de ellas es continuar el esfuerzo ascendente, pero la segunda y tal vez más urgente es que todos los investigadores y académicos del país se involucren en un esfuerzo nacional por divulgar sus resultados al grueso de la sociedad que debe enterarse de todo lo que se ha logrado. En mayo de 2003 se reunieron de nuevo ocho de los diez sabios de la Misión del 94 en Medellín, para celebrar los 200 años de la Universidad de Antioquia. Constataron que se habían hecho importantes avances, no todos los deseados, pero sí era notoriamente mejor la situación de ciencia y tecnología en muchos sentidos. En la declaración que firmaron propusieron como tarea un crecimiento anual de la inversión en Ciencia y Tecnología, para llegar al 1,5 % del PIB en el 2013.

El proceso descrito puede resumirse en algunos de sus grandes pasos:

	<b>Los fundamentos: 1968 -1988</b>
1968	CREACIÓN DE COLCIENCIAS
1970	Primeras maestrías
1970-80	Muchas comisiones de estudio al exterior
1986	Primeros doctorados
1987	Foro de Ciencia y Tecnología
1988-1989	Año Nacional de la Ciencia y la Tecnología
1988	Expociencia
1988-1989	Misión Nacional de Ciencia y Tecnología
1987-1990	BID I
	<b>La creación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología</b>
1990	LEY DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
1991	<b>Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología</b>
1991	Reestructuración de Colciencias
1990-1994	Bid II
1991	Red Caldas de científicos colombianos en el exterior
1991	Primera convocatoria a Grupos y Centros de Investigación
1993-1998	Programa masivo de envío de estudiantes colombianos al exterior
1993	Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología
1993-1994	Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo
1994-2000	BID III
1995	Sistema Nacional de Innovación SNI
1996	Jóvenes Investigadores

**La consolidación**

1996	Primer ensayo de indexar las publicaciones científicas colombianas
1999	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología
2000	Escalafones de Grupos de Investigación
2001	Publindex
2001	Ciencia y Tecnología en la Agenda de Competitividad Nacional
2001	Ciencia y Tecnología en la Agenda de Conectividad Nacional. “Proyecto Inteligente”
2002-2003	Red Scienti

La lista permite ver la coherencia de la política y cómo se ha mantenido una dirección esencialmente constante. Hernán Jaramillo ha mirado este proceso de otra manera, que se ejemplifica en la sección siguiente. Indicadores para seguir cuantitativamente la evolución de la política. Jaramillo ilustra la evolución constante de la política de ciencia y tecnología y su coherencia en el tiempo mediante la gráfica que vemos a continuación. *Grosso modo*, el eje horizontal retoma los mismos puntos de la política colombiana que hemos destacado, pero además por debajo de la curva incluye puntos de la política internacional que han enmarcado los procesos colombianos. Lo interesante, sin embargo, es el eje vertical, en el que representa la “Acumulación de Aprendizaje y Construcción de Capacidades” e insinúa, por la forma de la curva, que esta acumulación se ha venido dando en forma constantemente incremental.

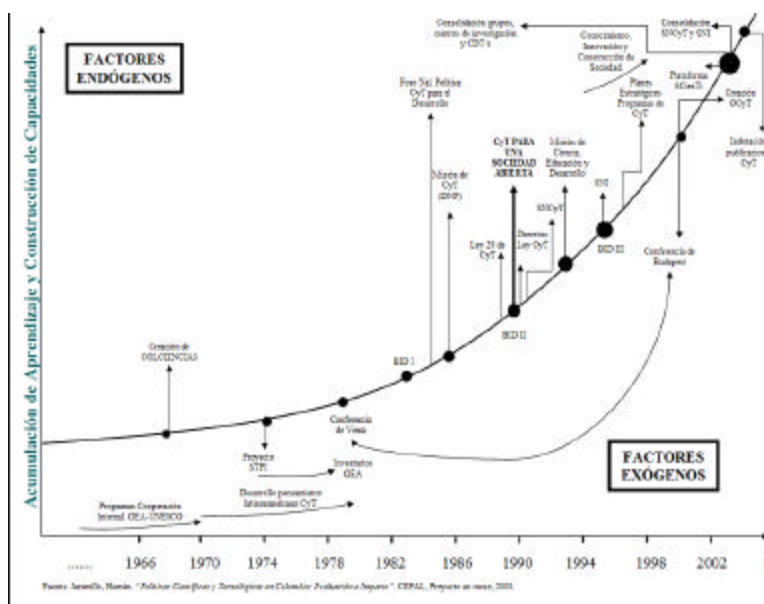


FIGURA 7

### **El meollo del problema de los indicadores**

La gráfica es cualitativa, sin embargo, acá se encuentra el meollo del problema de la construcción de indicadores: *¿Cómo medir sistemáticamente la Acumulación de Aprendizaje y Construcción de Capacidades de una sociedad?*

No se involucra la ciencia en la sociedad ni se construyen políticas para su desarrollo porque sea un objeto de lujo o un *hobby* de ciertos aficionados. No es como un deporte o una manifestación artística más, en cuyo caso se realizarían concursos o torneos. Ni siquiera es una actividad económica como otras, el agro, el comercio, etc. Tampoco es un servicio social, como la educación o la salud. Si hay políticas de ciencia y tecnología es porque sin duda, el aspecto que más determinará la forma de las sociedades en el siglo XXI y probablemente más allá, será su capacidad de utilizar el conocimiento como base para el mundo de la vida. No sólo la economía es cada vez más una “economía del conocimiento” y por lo tanto la capacidad de ciencia y tecnología subtiende o debería hacerlo, todas las otras actividades económicas como la agricultura, el comercio, la industria, los servicios, etc.; no sólo los servicios sociales básicos como la salud y la educación dependen cada vez más de la capacidad de utilizar el conocimiento para poderlos prestar, sino que todas las actividades de la sociedad, justicia, manejo del medio ambiente, seguridad nacional, formas de diversión, relaciones internacionales, medios de comunicación masivos, gobierno, etc., dependen cada vez más de la capacidad de uso del conocimiento para desarrollarlos. Esta capacidad de uso del conocimiento implica, en primer lugar, la capacidad de crearlo. El conocimiento sólo se usa conociendo. No es posible usar el conocimiento de otros, sólo lo que cada uno de nosotros conoce. Se puede usar la información sobre lo que otros conocen o la tecnología desarrollada por otros, es decir, el conocimiento de los demás codificado en información u objetivado en instrumentos, pero sólo puede ser usado si nosotros mismos conocemos y entendemos lo que estamos haciendo, si usamos las soluciones de los otros como base para construir nuestras soluciones, no para tratar de usar las que fueron desarrolladas en otras condiciones y contextos a la solución de nuestros problemas de acá y ahora.

La capacidad de uso del conocimiento incluye, por tanto las de crearlo, comprenderlo, transferirlo, adaptarlo, modificarlo, enriquecerlo, venderlo, etc. Y por eso, la primera medida del impacto de un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología debe corresponder a la medida de la capacidad global de un grupo social para asimilar y usar el conocimiento.

Tal medida nos da los indicadores directos de efectos sociales de la política, es decir, del primer “impacto”. Estos indicadores podrían ser



***a) Indicadores Directos. Aquellos que midan la altura de la curva a medida que pasa el tiempo.***

De la discusión anterior se desprende que estos deben ser indicadores de *acumulación de capital* y pueden incluir:

*Capital humano*

Esto es, todos los indicadores de formación de personas para la ciencia y la tecnología. Cabe recordar que todos los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología han formulado su propósito de formar gentes adecuadas para el trabajo en su campo respectivo. Las medidas del capital humano están en números de personas con títulos de pre y posgrado, pero también en números de personas vinculadas a grupos de investigación, números de personas con artículos en revistas indexadas, es decir, en general, se expresan en números de personas que hayan demostrado en una u otra forma su capacidad de vincularse al trabajo en Ciencia y Tecnología. Es evidente que una misma persona puede demostrar esto de muchas maneras y hacerlo de manera continua y reiterada o sólo esporádica. También hacerlo demostrando alta calidad y experiencia, por lo tanto el análisis debe ser cuidadoso y los criterios de normalización delicados. A la medida en números de personas hay que añadir un análisis detallado que la descomponga en números de investigadores expertos, números de estudiantes, números de auxiliares, etc.

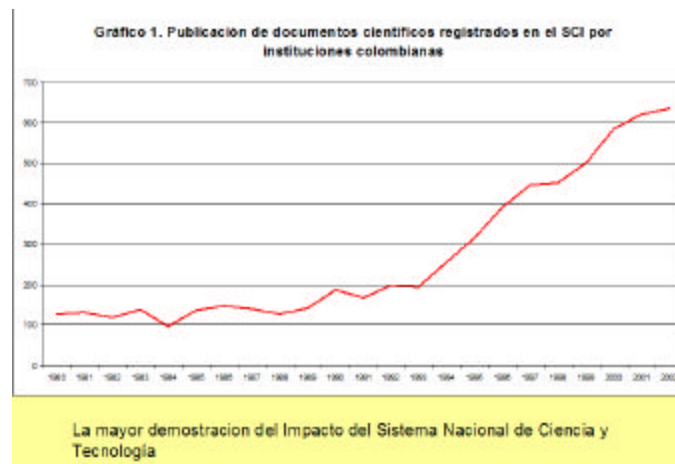
En el capital humano cabe incorporar el tema de los Grupos de Investigación. Colombia ha recorrido un camino importante en la conceptualización del Grupo, más que el individuo aislado, como la unidad fundamental de producción de conocimiento y por lo tanto, vale la pena, al medir el capital humano acumulado, atender de manera especial al capital humano organizado en grupos.

La meta fijada por la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo de llegar a tener un uno por mil de los colombianos dedicados a tareas de Ciencia y Tecnología debe entenderse como refiriéndose al total de estas personas y un indicador directo del impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología es la forma en que este número global ha venido aumentando y se acerca o no a la meta planteada en 1994.

*Capital conocimiento*

La medida usual desde que se comenzó a hacer *cienciometría* a mediados del siglo XX a partir de trabajos pioneros como los de Merton o de Solla Price, es la de conocimiento codificado en publicaciones que cumplan los estándares de la ciencia y la tecnología. La medida definitiva de si una sociedad produce o no conocimiento y, por lo tanto, de si las políticas de Ciencia y Tecnología

han tenido impacto en ella, en aumentar tal capacidad, en orientarla a distintos fines, etc., está directamente relacionada con la capacidad de producir textos que respondan a las exigencias de los textos que portan conocimiento.



**FIGURA 7**

Es importante anotar que es muy variado el tipo de textos que cumplen con estos requisitos y también muy diversa la forma de medirlos y contarlos. Dos formas paradigmáticas son los artículos en revistas científicas y las patentes. Ambas tienen más de doscientos años formalizándose, son internacionalmente reconocidas y cumplen con criterios severos de control de calidad antes de aparecer. Aún en ellas, la variedad es grande y, por eso, en el caso de los artículos se han desarrollado en el último medio siglo instrumentos para realizar un meta-control que busca medir y estimular la calidad, la capacidad de circulación e impacto en la sociedad. Tales son los “índices” internacionales, de los cuales el más usado es el Science Citation Index del ISI, Institute for Scientific Information. Por eso, una medida muy importante del impacto real de las políticas de Ciencia y Tecnología en Colombia es el aumento en las publicaciones de colombianos que aparecen en este índice. Pero es apenas una medida parcial, pues hay muchísimos textos de interés para el país que no aparecen en él.

Además de estas formas paradigmáticas por excelencia existen muchas otras formas de textos que incluyen los libros, los capítulos de libros, las tesis, los softwares, los videos, los mapas, los bancos de genes, los informes de trabajo, y muchos más. Hay que procurar un enfoque muy amplio para incluir todas las formas de texto posibles y al mismo tiempo tener en cuenta que hay diferencias importantes nacidas del hecho de que los distintos tipos de texto tienen niveles de formalización muy distintos y, si después de dos siglos y medio artículos y patentes han generado mecanismos de normalización y certificación, lo mismo no ocurre o lo hace de manera muy distinta

en los otros tipos de textos. Por eso no basta con contar números de páginas o de títulos, sino que debe tenerse un cuidado enorme en diferenciar y catalogar cada uno de ellos.

### *Capital institucional*

Para que las políticas se incorporen realmente a la sociedad (se “endogenicen”), se hace necesario tener reglas de juego claras que a veces se concretan en personas jurídicas que se organizan, pero en general son de tipo más amplio y tienen como fin principal generar la confianza y la estabilidad necesarias para que las demás acciones orientadas a que Ciencia y Tecnología se concreten en resultados y generen los demás impactos.

En el caso del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología el Capital Institucional tiene como culminante los artículos de la Constitución Nacional, la Ley 29 de 1990, el Decreto 585 de 1991 y la organización del Sistema Nacional de Innovación. Es más difícil precisar una medida del Capital Institucional y convertirla en medida del aumento de la capacidad de incorporar el conocimiento a la sociedad colombiana.

### *Capital material para la ciencia y la tecnología*

La forma más clásica de medida del capital o de la capacidad para producir fines socialmente deseables está en la acumulación de recursos materiales. Los tres grandes créditos del BID y la forma en que se usaron es un elemento importante, pero también lo es y de manera muy directamente relacionada con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología la organización de recursos de distintas fuentes nacionales que aportan al tema de la ciencia y la tecnología y que se ejecutan de manera coordinada por las instancias del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, tales como los que la ley 344 de 1996 dispone que el SENA debe aportar para Ciencia y Tecnología y debe ejecutarse en común acuerdo con Colciencias o el 7% del recaudo de los juegos de azar, que la Ley 643 del 2001 aporta para la investigación en Salud y debe ejecutar el Consejo del Programa Nacional de Ciencias de la Salud.

Por otra parte, es capital material toda la infraestructura acumulada de los centros de investigación, los equipos de laboratorio, los instrumentos y reactivos, los bioterios e invernaderos, las granjas experimentales, etc.

### *Capital social*

La construcción del capital social está directamente relacionada con la construcción de relaciones entre actores del sistema. Estas incluyen las instancias formales de interacción, como Consejos y Comisiones así como las menos formalizadas, como redes, asociaciones, etc. Todas las medidas de

consolidación de comunidad científica, de interacción entre empresarios e investigadores, de acercamiento universidad-industria, de cooperación interpersonal, intergrupala, interinstitucional, interregional, internacional, etc. deben incluirse entre el capital social. Las misiones, como la de Ciencia y Tecnología o la de Ciencia, Educación y Desarrollo y las instancias de planeación participativa como los simposios de 1992 o las agendas regionales de ciencia y tecnología son componente importante de la acumulación de capital social para la ciencia y la tecnología.

Esperamos que todo lo dicho en las páginas anteriores ilustre claramente que la eventual construcción de capital social para la generación, transformación y uso del conocimiento en la sociedad colombiana es la forma más interesante de impacto de la política del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología durante 1991-2002 puesto que a ella estuvo explícitamente dirigido.

***b)Indicadores Diferenciales. Aquellos que midan la primera derivada de la curva a medida que pasa el tiempo y permitan, por tanto, determinar aquellas políticas que más inciden o han incidido en el aumento global de la capacidad.***

Si los indicadores que describíamos en el apartado a) miden en conjunto la acumulación de capital conocimiento en todas sus manifestaciones, obviamente es más interesante ver en qué medida esa acumulación es creciente o decreciente, si su pendiente es grande y tiende a aumentar o es de otra manera. Los indicadores diferenciales de primer y segundo orden son mucho más importantes para medir la influencia de las políticas y por lo tanto su impacto, sin embargo, obviamente requieren de convertir y normalizar todas las medidas directas de acumulación de capital, para poder hacer con ellas una variable agregada, cuya relación funcional con el tiempo sea susceptible de estudio detallado y, por lo tanto puedan obtenerse sus derivadas.

***c)Indicadores de Segundo Orden. Aquellos que midan la segunda derivada de la curva del capital a medida que pasa el tiempo y permitan por tanto determinar cuándo se acentúa la curvatura ascendente o cuando la curvatura toma concavidad hacia abajo.***

Este último tipo de indicadores es uno de los preferidos de los economistas que estudian la evolución de un producto. En la curva sigmoidea que esquematiza tal evolución, la primera parte de la curva, cuando el ciclo es ascendente, tiene segundas derivadas positivas, pero al pasar del punto

de inflexión, la segunda derivada cambia de signo<sup>3</sup>. Ser capaces de medir la acumulación de capacidades y, por lo tanto sus derivadas con respecto al tiempo, nos permitiría, por lo tanto, estudiar cuantitativamente en detalle el impacto de las políticas de ciencia y tecnología. Hacia allá deben encaminarse los esfuerzos, pero estamos apenas en una etapa preliminar.

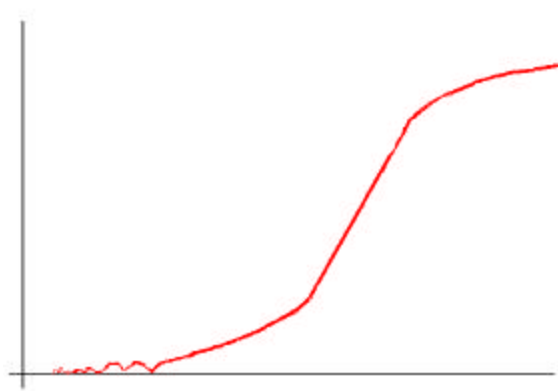


FIGURA 8

### **Distintos niveles en el impacto**

Todas las formas reseñadas de precisar el concepto de impacto pueden aplicarse en varios niveles y es útil para organizar metodológicamente este trabajo distinguir tales niveles.

#### ***Nivel Micro***

El nivel micro de análisis estaría constituido por el Grupo de Investigación. Los propósitos del grupo estarán consignados en su fundación y se desarrollarán a través de proyectos. Los objetivos y justificaciones de los proyectos serán por lo tanto fuente documental para analizar los propósitos. Los productos del grupo serán directamente los de su acción investigativa y se concretarán en publicaciones, formación de gente, asesorías, etc. Los logros se medirán por el acuerdo entre lo buscado en los proyectos y lo obtenido en sus resultados. Es difícil hablar de efectos cuando se piensa en los de un solo grupo de investigación. En general, los efectos sociales se logran por la acción de varios grupos y de muchos proyectos.

El impacto de las actividades de ciencia y tecnología en el nivel micro se puede analizar a través de estudios de caso de grupos adecuadamente seleccionados, cuyos productos y

---

<sup>3</sup> La naturaleza sigmoidea de la producción de conocimiento y la posibilidad de usar este tipo de curvas para medir el impacto de las políticas de Ciencia y Tecnología está desarrollado en el capítulo 11 del libro Leydesdorff L. “*The Challenge of Scientometrics. The Development, Measurement, and Self-Organization of Scientific Communications*”. Upublish.com USA (2001)

logros se indaguen. El efecto, repetimos es más difícil de analizar en casos aislados y sólo se percibe en niveles más agregados.

### *Nivel Macro*

Consideraremos el nivel nacional como el nivel macro, aunque claro está que a un nivel más amplio está el internacional. Los productos a nivel nacional pueden tomarse simplemente como la sumatoria de todos los productos en los niveles micro; sin embargo para analizar los logros en el nivel nacional es importante tener en cuenta los propósitos expresados en los planes de nivel nacional. Estos incluyen los Planes Nacionales de Desarrollo, los Documentos Conpes, los acuerdos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y otros documentos de esta índole, como el “Libro Amarillo” que publicó Colciencias en 1991. En cuanto a los efectos en el nivel nacional son los más interesantes puesto que se refieren a los cambios en la sociedad colombiana producidos por las políticas y actividades de Ciencia y Tecnología.

### *Niveles intermedios*

Aunque, habiendo planteado los niveles macro y micro se tenga la tentación de hablar de un “nivel meso”, lo cierto es que entre los dos niveles planteados hay muchos intermedios, que incluyen el nivel de las instituciones, el de los departamentos, el de las regiones y, de manera importante, el de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología. En todos ellos los productos se dan por agregación de los productos del nivel micro de los grupos asociados, pero esto es un trabajo difícil y conceptualmente incompleto, puesto que no es clara, por ejemplo, la definición de cuáles son los grupos que pertenecen a un Programa Nacional de Ciencia y Tecnología debido precisamente a la apertura con la que fueron definidos tales programas. Así, muchos grupos “pertenecen” al programa de ciencias básicas porque su trabajo es esencialmente en biología molecular, pero “pertenecen” al de biotecnología porque ese trabajo se orienta a producir anticuerpos monoclonales, lo que los hace “pertenecer” al de ciencias de la salud pues el propósito de los anticuerpos es generar vacunas o al de ciencias agropecuarias, si las vacunas se refieren a salud pecuaria. Los ejemplos pueden multiplicarse hasta la saciedad, ilustrando cómo la pertenencia a un programa no es una propiedad bien definida de los grupos y por lo tanto no puede construirse la suma de productos de un Programa Nacional simplemente agregando la de grupos.

La matriz siguiente sintetiza la forma de mirar productos, logros y efectos en los tres niveles.

	Productos	Logros	Efectos
Micro (Grupo)	Productos de I+D del grupo Artículos, libros, ponencias, tesis, patentes, normas, mercancías, &c.	Acuerdo entre los propósitos de los proyectos de investigación del grupo y sus productos	Difícil de precisar
Intermedio (Programa Nacional de Ciencia y Tecnología)	Suma de los productos de los grupos del Programa Nacional Difícil de precisar	Acuerdo entre los propósitos del Programa Nacional y los resultados visibles en los distintos ámbitos en que despliega su acción.	Consolidación de comunidad, impacto económico, construcción de redes, capital social en el ámbito del programa.
Macro (Nación)	Suma de todos los productos de todos los grupos nacionales	Acuerdo entre los resultados agregados de todos los grupos y los planes nacionales de desarrollo y de Ciencia y Tecnología	Cambios notorios en la sociedad colombiana o en grupos sociales importantes como resultado de las políticas y actividades de Ciencia y Tecnología

FIGURA 9

Es notorio que, si el nivel intermedio es el de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, las tres casillas de la diagonal principal son las que tienen más sentido y hay una transferencia importante entre ellas: el conjunto de resultados de todos los grupos, más que constituir “el resultado” del Programa Nacional, representa el principal aporte a los logros de tal Programa. Así, aunque los logros del programa están relacionados, de acuerdo con la expresión de sus propósitos, con la formación de redes, la consolidación de comunidades científicas, el acercamiento de la universidad y la empresa, etc., si los grupos no hicieran investigación y no obtuvieran resultados reales, la simple declaración formal de la existencia de Redes o de Asociaciones no constituiría ningún impacto real. Recíprocamente, los esfuerzos de conformación de tales formas de capital social dan sentido a proyectos de los grupos que, si quedaran aislados, tendrían mucho menor impacto. Otro tanto puede decirse sobre cómo el logro de los propósitos de los programas en cuanto a la conformación de capital social adquiere sentido si produce efectivamente cambios en grupos sociales importantes.

## **La identificación del sistema: ¿Cómo conocer los propósitos del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología entre 1992 y 2002?**

Planteada de manera general la forma en que pueden ser analizados los impactos del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en sus primeros doce años de funcionamiento, se ve cómo es necesario conocer a fondo los propósitos buscados por él desde el principio y a lo largo de su desarrollo. Como ya se ha dicho, esta política ha venido siendo construida desde el nacimiento del sistema en 1991 y ha quedado ampliamente documentada en muchos textos. Ellos incluyen:

*“Foro Nacional sobre Política de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Memorias”* Presidencia de la República, MEN, Colciencias, Bogotá, 1987.

### *Libros de la Misión de Ciencia y Tecnología*

Tomo I: 1: *“Colombia, Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico”*, MEN, DNP, FONADE, 1990

Tomo I: 2: *“Estructura científica, desarrollo tecnológico y entorno social”*, MEN, DNP, FONADE, 1990

Tomo II: 2: *“Estructura científica, desarrollo tecnológico y entorno social”*, MEN, DNP, FONADE, 1990

Tomo II: 3: *“La conformación de comunidades científicas en Colombia”*, MEN, DNP, FONADE, 1990

### *“Libro amarillo de Colciencias”*

*“Ciencia y Tecnología para una sociedad abierta”*. Colciencias, 1991

*“El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Instrumentos Jurídicos”*. Colciencias, DNP, 1991

### Libros de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo.

Tomo I: *“Colombia: al filo de la oportunidad”*. Presidencia de la República, Consejería presidencial para el desarrollo institucional, Colciencias. Y 10 tomos más.

### Planes Nacionales de Desarrollo

*“La Revolución Pacífica”* 1990-1994

*“El salto social”* 1994 -1998

*“Cambio para la paz”* 1998 - 2002

### Documentos Conpes

CONPES 2540 *“Política de ciencia y tecnología”* Bogotá : DNP, julio 1991.

CONPES 2703 *“COLCIENCIAS : Inversión en ciencia y tecnología : vigencia fiscal 1995”* Santafé de Bogotá, D.C. : DNP, mayo 1994.

CONPES 2739 *“Política nacional de ciencia y tecnología, 1994-1998”* Santafé de Bogotá, D.C. : DNP, Noviembre 1994.



CONPES 2848 “*Seguimiento a la Política Nacional de Ciencia y Tecnología*” Santafé de Bogotá, D.C. : DNP, mayo 1996.

CONPES 3080 “*Política nacional de ciencia y tecnología, 2000-2002*” Santafé de Bogotá, D.C. : DNP, junio 2000.

## LOS TEXTOS OFICIALES DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología “*Convocatoria a la Creatividad*” Colciencias, 1992

### Libros del 93

“*Ciencia para el Despliegue de la Creatividad*” Bases para un Plan del Programa Nacional de Estudios Científicos de la Educación. Colciencias, 1993

“*Ciencia contra la Oscuridad*” Bases para un Plan del Programa Nacional de Investigaciones en Energía y Minería. Colciencias, 1993

“*Nuevas Tecnologías para recrear el agro*” Bases para un Plan del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuarias. Colciencias, 1993

“*Los Retos de la Diversidad*” Bases para un Plan del Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas. Colciencias, 1993

“*La conquista de espacios para la ciencias*” Bases para un Plan del Programa Nacional de Ciencias Básicas. Colciencias, 1993

“*Salud para la Calidad de la Vida*” Bases para un Plan del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología de la Salud. Colciencias, 1993

“*Tecnologías de la Vida para el Desarrollo*” Bases para un Plan del Programa Nacional de Biotecnología. Colciencias, 1993

“*Nuevas Tecnologías para la Modernización*” Bases para un Plan del Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática. Colciencias, 1993

“*Conocimiento y Competitividad*” Bases para un Plan del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad. Colciencias, 1993

“*El entorno natural y construido del hombre colombiano*” Bases para un Plan del Programa Nacional de Biotecnología. Colciencias, 1993

“*Tecnologías de la Vida para el Desarrollo*” Bases para un Plan del Programa Nacional de Ciencias del Mar. Colciencias, 1993

### Actas

Un documento esencial son las actas de los once Consejos de Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología durante el lapso 1991-2002. En ellas se encuentra la forma en que se desarrolló y concretó la política en el día a día a lo largo de estos doce años.

### Sistema Nacional de Innovación

#### Planeación estratégica del cambio de siglo

Al cambiar el siglo, del XX al XXI, varios de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología desarrollaron procesos participativos de planeación estratégica en los que quedaron consignados sus propósitos para el nuevo siglo.

#### Otros documentos

## LA POLÍTICA DE DOCTORADOS

Cárdenas J.H. (ed). “*Doctorados, Reflexiones para la formulación de políticas en América Latina*” Tercer Mundo, Universidad Nacional de Colombia. 1991

Cienciometría

Jaramillo H., Albornoz M. (compiladores) “*El universo de la medición*” Tercer Mundo editores, Colciencias, Ricyt. 1997

Gómez H. Jaramillo H. (compiladores) “*37 modos de hacer ciencia en América Latina*” Tercer Mundo editores, Colciencias. 1997

La existencia de estos textos permite un verdadero análisis de los logros y, por lo tanto, del “impacto” como resultado de la acción deliberada.

## **El impacto de los programas nacionales de ciencia y tecnología**

Puesto que la intención deliberada que mejor ha quedado formalizada y documentada es la que se organiza alrededor de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, el estudio de ellos se torna pieza central en un análisis de impacto. En la matriz ilustrada en la FIGURA 9 resalta también que el análisis del impacto de los programas de Ciencia y Tecnología es central para el análisis del impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

Por esta razón nos concentraremos en el desarrollo de este trabajo en el análisis del impacto de estos programas. El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se organizó en once programas nacionales de ciencia y tecnología y varios “programas estratégicos transversales”. De hecho, un análisis completo del impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología debe incluir el de estos programas “transversales”, que han incluido los de Regionalización, los de Recursos Humanos para la Ciencia y Tecnología, los de Popularización y Comunicación de la Ciencia y Tecnología, los de Ciencia para Niños, que tuvo en primer lugar el Programa Cuclí-Cuclí, tan abruptamente terminado en 1998 y luego, ya en el siglo XX ha tenido un nuevo programa, orientado de manera diferente, denominado “Ondas”. Sin embargo, y a pesar de la importancia de estos programas transversales, por claridad metodológica, nos concentraremos en el análisis de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología en una primera etapa.

### **Los Programas de Ciencia y Tecnología: una expresión ambigua**

Como tantos otros conceptos usados en la práctica pero que no han sido normalizados, la noción de Programa de Ciencia y Tecnología es una noción ambigua y se usa de diversas maneras en el mismo contexto. Por lo menos tres formas son importantes. En el contexto internacional de la

sociología y la epistemología de la ciencia, probablemente el uso más extendido de la palabra “programa” puede relacionarse con el trabajo de Imre Lakatos<sup>4</sup>. Este investigador húngaro realizó un importante trabajo durante la segunda mitad del siglo XX para responder a la popular obra de Karl Popper y de Thomas Kuhn. El primero de estos había concluido que en la investigación no se trata de comprobar hipótesis, sino de refutarlas, puesto que es imposible comprobar a partir de un número finito de experimentos la verdad de un enunciado general: cada experimento sólo prueba la verdad de un enunciado particular y las proposiciones de la ciencia se refieren a verdades generales. Por su parte, Kuhn planteó que los científicos no comprueban ni refutan hipótesis. En la mayor parte del trabajo científico, lo que él llamó “ciencia normal”, los científicos hacen oficio y, tal vez, resuelven acertijos, pero no ponen en cuestión las verdades generales que conforman el corpus científico del momento. Estas verdades generales se ven puestas en cuestión sólo en épocas de crisis, cuando la crisis devalúa tanto la fe en el paradigma dominante que se lleva a cabo una revolución científica que tiene más en común con la conversión religiosa que con el proceso ordenado de enunciado y puesta a prueba de hipótesis que presentan los manuales de metodología de la investigación. Lakatos contestó a ambos diciendo que la ciencia avanza porque las comunidades que comparten el interés por un problema y tienen los mismos fundamentos conceptuales se plantean a sí mismas “*Programas de Investigación*”, que corresponden en buena medida a lo planteado al comienzo de este documento: planteamientos intencionales de formas de trabajo que ponen en movimiento distintas actividades con miras a lograr un fin particular, en este caso la obtención de conocimiento sobre determinada temática y la solución de los problemas inherentes. Esta noción de “acción programada” ha sido desarrollada por varios autores desde su enunciado por Lakatos en 1970 y sería importante mirar en qué medida algunos programas de investigación en Colombia desarrollados en la última década pueden interpretarse desde esta óptica. Claramente, en este caso, la entidad programadora es una comunidad científica particular y su estudio requiere los instrumentos de la sociología y de la historia de la ciencia. Algunos avances se han dado gracias a la monumental obra publicada por Colciencias en diez volúmenes sobre la “*Historia Social de la Ciencia en Colombia*” en 1993, obra que ya requiere su continuación.

Los “Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología” corresponden, por su parte, a una definición legal: según el Decreto 585 de 1991, un Programa Nacional de Ciencia y Tecnología es “*un ámbito de preocupaciones científicas y tecnológicas estructurado por objetivos, metas y tareas fundamentales, que se materializa en proyectos y otras actividades complementarias que*

---

<sup>4</sup> Lakatos I. “*Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes*”, en Lakatos y Musgrave (eds.) *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge U.P.c Cambridge (1970)

*realizarán entidades públicas o privadas, organizaciones comunitarias o personas naturales.” Por lo amplio de la definición y su referencia a la comunidad de practicantes, esta definición retoma de las ideas de Lakatos: la programación es hecha por la comunidad de practicantes. Sin embargo, el Decreto en cuestión colocó también una autoridad responsable del Programa: el Consejo del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología y le dio a este la misión de “Aprobar las políticas de investigación, fomento, información, comunicación, capacitación, regionalización, promoción y financiación del programa, dentro de las directrices fijadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Orientar, previo un amplio proceso de consulta a nivel regional y nacional, la elaboración de los planes del programa y aprobarlos. Promover la consecución de recursos públicos y privados para el programa y asignarlos entre los distintos proyectos de investigación, transferencia, apropiación y demás actividades, previo estudio evaluativo de su calidad adelantado por la secretaría técnica y administrativa del programa y responder por la adecuada ejecución del programa.”*

Es decir, la gran ventaja para realizar una medida de impacto es que la acción de programar en este caso está confiada a un cuerpo colegiado formal, que ha venido dejando, en sus actas y en los libros publicados, un cuerpo documental que permite saber qué ha sido lo deseado y cómo se ha concertado. Al mismo tiempo se puede seguir en estos documentos cuáles han sido los medios de que ha dispuesto para poner en marcha esas políticas por cuya “adecuada ejecución” debe responder el Consejo.

Hay una tercera acepción de la palabra “programa” que circula con alguna frecuencia en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y lo hace generalmente en la forma “hay que apoyar programas y no proyectos”, frase que se encuentra de tanto en tanto en las actas de los Consejos de los Programas Nacionales y en algunos otros documentos. En general, pertenece al mismo conjunto de frases de cajón que “hay que tener proyectos de Estado y no de Gobierno” o “el país está sobrediagnosticado”, que ya criticamos como recurso sin contenido de tecnócratas. Lo que quieren decir probablemente es que el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología debe orientarse a apoyar actividades programadas y no esfuerzos aislados y al decirlo pierden de vista que este Sistema ha sido un esfuerzo enorme de hacer precisamente eso y que, más aún, cuando lo dicen en el seno de un Consejo, son ellos los responsables de elaborar los planes del programa y de responder por su adecuada ejecución. Probablemente se refieren a que en un nivel más micro que el del Programa debería haber la misma programación, con lo cual desconocen al mismo tiempo toda el esfuerzo hecho en la organización de los *grupos de investigación*, que a través de las convocatorias y los escalafones han demostrado responder a programaciones tipo Lakatos, es decir,

a esfuerzos de una comunidad organizada para estudiar con criterios organizados y que responden a referentes internacionales una temática particular.

### **Los propósitos del sistema nacional de ciencia y tecnología**

Todo lo que hemos analizado indica que la tarea de construir un Sistema de Indicadores de Impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología debe comenzar de manera racional por el análisis de los logros de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, como elemento central de la matriz de la Figura 11.

Tales logros deben ser analizados por el acuerdo entre los resultados obtenidos gracias al funcionamiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y los propósitos declarados.

Tales propósitos han quedado plasmados así:

1. “Construir comunidad”
2. “Aumentar la capacidad de publicación”
3. “Construir capital social”
4. Consolidar comunidades científicas
5. Acercar la universidad a la industria
6. Normalizar las tareas de Ciencia y Tecnología en el país
7. Endogenizar el conocimiento

### **Y, ¿sí ha tenido impacto el sistema nacional de ciencia y tecnología? Dos ejemplos de caso**

Finalmente y teniendo en cuenta toda esta presentación general, desarrollamos en detalle dos estudios de caso, el programa nacional de Biotecnología y el Programa Nacional de Ciencias Humanas.

Estudiamos para cada uno de ellos los documentos de planeación de los Consejos respectivos, los libros de los simposios y los resultantes de la planeación prospectiva. Hicimos entrevistas a actores destacados en ambos casos y de esta manera tendremos información general sobre los propósitos. Luego estudiamos los proyectos analizados por Colciencias en cada uno de ellos, desde 1991 hasta 2002, poniendo la atención tanto en los aprobados como en los no

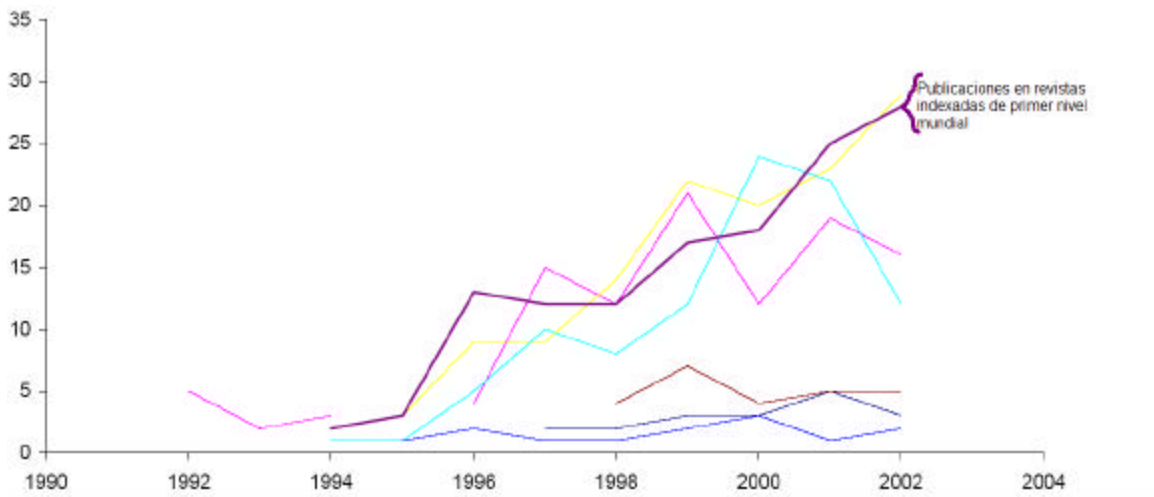
aprobados y analizando la concordancia entre las políticas declaradas y su concreción en los proyectos.

Una de las primeras cosas que salta a la vista al estudiar las actas y entrevistar a antiguos consejeros, es que los Consejos con frecuencia perdieron la brújula y se dedicaron primordialmente a administrar los magros recursos de Colciencias, distribuyéndolos al mejor postor. Es decir, a pesar de todo el esfuerzo político iniciado en el Foro del 87 para que Colciencias fuera algo más que un Fondo (antes de 1990 era el “Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales Francisco José de Caldas” adscrito al Ministerio de Educación Nacional) y pasara a ser el Instituto Colombiano para el Fomento de la Ciencia y la Tecnología, esto se ha olvidado con facilidad, sigue siendo un Fondo y los flamantes Consejos, con todo y Triángulo de Sábato en su interior no han sido muchas veces más que comités de crédito de Colciencias. Peor aún, a pesar de que el Decreto 585 prescribe que corresponde a los Consejos *“Promover la consecución de recursos públicos y privados para el programa y asignarlos entre los distintos proyectos de investigación, transferencia, apropiación y demás actividades, previo estudio evaluativo de su calidad adelantado por la secretaría técnica y administrativa del programa”*, los dos Consejos estudiados han sido bastante pasivos en este sentido y sólo raramente han asumido la tarea de buscar otros recursos y coordinarlos con los de Colciencias. Es decir, una posible limitación para alcanzar los logros y, por tanto, los impactos, ha estado en esta pérdida de orientación en los Consejos.

#### **Un ejemplo con impactos positivos: el programa nacional de Biotecnología**

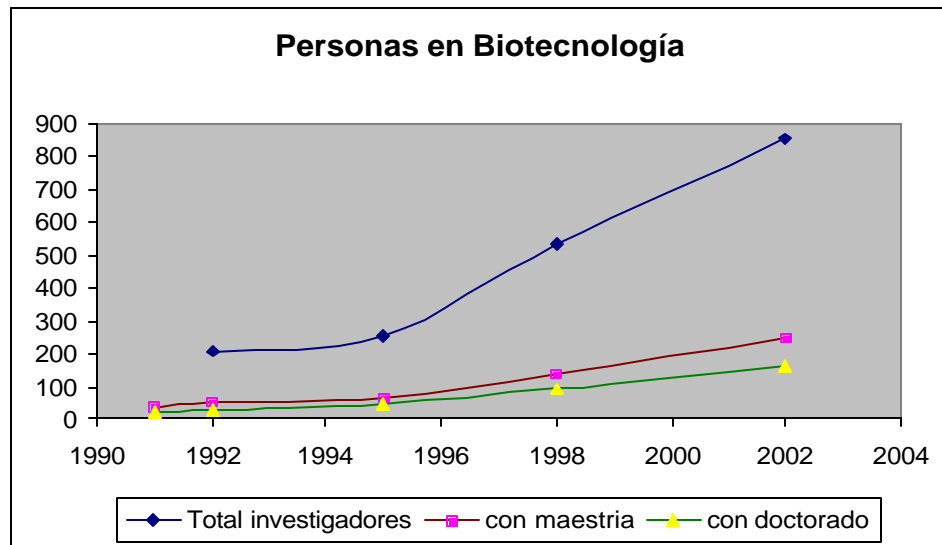
Después de toda la conceptualización descrita, podemos afirmar que el Programa Nacional de Biotecnología ha tenido impactos positivos claramente identificables. El análisis detallado está en el documento escrito por Luis Orozco y Doris Olaya, que forma parte de este informe.

Las conclusiones son claras: Ha habido, en primer lugar, una formación importante de capital conocimiento en el campo de la Biotecnología. Las publicaciones en el campo han aumentado de manera importante desde la creación del programa y lo han hecho en revistas y medios de calidad controlada y visibilidad asegurada.



Se han formado redes internacionales, como lo demuestra la participación en el ICGEB y en CAMBIO en las que los investigadores colombianos han logrado ser recibidos y comienzan a jugar papel importante demostrado por sus resultados. Los esfuerzos de cooperación con Alemania organizados alrededor de Expohannover también comenzaron a dar frutos.

Ha habido esfuerzos importantes de formación de capital humano representados en gente formada a nivel doctoral tanto en Colombia como en el extranjero.



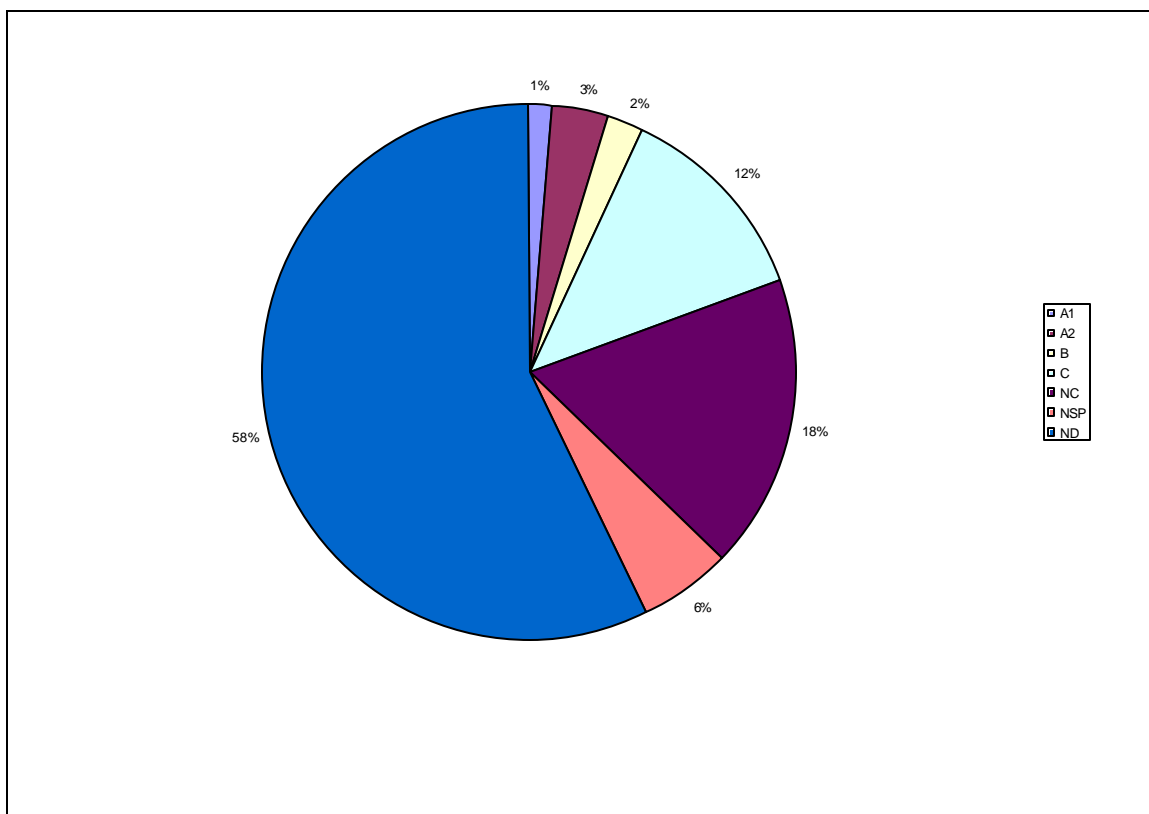
...

**Un ejemplo con poco impacto positivo: el Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas.**

Utilizando para hacer al análisis toda la metodología que hemos descrito, debemos llegar a la conclusión de que los esfuerzos hechos a lo largo de catorce años por el Programa Nacional de

Ciencias Sociales y Humanas han tenido escaso impacto positivo. El análisis detallado está en los documentos escritos por Sandra Daza y Victor Buchelli y por Carlos Murcia y Eugenio Llanos, que forman parte de este informe.

Los resultados medidos en capital conocimiento con las herramientas que se han desarrollado en Colombia revelan una producción que en grandes porcentajes no pasa filtros de calidad y, en todo caso, es invisible y, por lo tanto, irrelevante.



El análisis hecho por Murcia y Llanos a las publicaciones reseñadas por los Grupos de Ciencias Sociales y Humanas inscritos en CV-LAC a comienzos de 2004, utilizando los criterios desarrollados por Colciencias para la indexación de revistas colombianas -PUBLINDEX y para la homologación de publicaciones extranjeras, además de una búsqueda exhaustiva de las publicaciones mencionadas en todo tipo de índices y bases de datos bibliográficos, lleva a que un 58% de las publicaciones aparecen en revistas de las cuales no fue posible conseguir información, es decir, en revistas invisibles. Otro 18% aparece en revistas que se presentaron a la convocatoria Publindex del 2002 y no lograron demostrar los estándares más bajos de calidad y 6% más corresponde a revistas que se habían presentado a convocatorias anteriores de Publindex y no lo



volvieron a hacer en el 2002. Es decir, el 80% del trabajo de publicación en revistas de los grupos de ciencias sociales resulta irrelevante por su escasa visibilidad o calidad. Este es un balance muy negativo.

Por otra parte, el Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas ha tenido la permanente preocupación de distribuir regionalmente los recursos generando mayor cobertura geográfica y ha hecho acciones deliberadas orientadas en tal sentido para apoyar a los grupos de ciudades distintas a Bogotá, Medellín y Cali. El balance de este esfuerzo es también negativo. Como muestran Murcia y Llanos, al comenzar el programa la concentración en estas tres ciudades era del 70% y a lo largo de la vida del programa, tal concentración ha sobrepasado el 90%.

El Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas ha buscado activamente la conformación de redes. Una importante es la de antropólogos del Amazonas, que después de un buen comienzo perdió el impulso. Otras, como la de estudios jurídicos no tuvieron mucha mejor suerte.

### **Para concluir**

Sin duda que la descripción que hacemos del impacto de los dos Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología tomados como ejemplo es demasiado resumida y esquemática. Los trabajos citados desarrollan mucho más el tema y permiten matizar nuestras afirmaciones, sin embargo, en lo esencial, estas son exactas y muestran dos ejemplos, uno de un programa que ha alcanzado cotas de impacto importantes en los diez años largos que lleva funcionando y otro que no muestra los mismos resultados positivos. Así, nuestra metodología exhibe características suficientemente discriminantes y permite la medida de los impactos y la caracterización de los mismos. Ahora, ya en posesión de ella, estamos listos para determinar a fondo el impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, desde su creación en 1991. Pero ese será tema de otra investigación.

## **Parte I**

### **Capítulo 3**

#### **Recuento crítico de la literatura sobre los impactos de la investigación y sus indicadores**

*Por Jorge Andrés Zambrano,  
Hernán Jaramillo Salazar,  
Clemente Forero Pineda*

El presente capítulo se centra en el estudio de los impactos sociales de la investigación y en la medición de estos impactos. El estudio del impacto de la actividad investigativa admite distintas secciones: las múltiples definiciones de los sistemas de innovación y del impacto de dichos sistemas; la visión institucionalista de los sistemas de innovación; la evaluación de impactos de la investigación; el nuevo enfoque que se está dando al análisis de los impactos, centrado en la formación de redes; y el debate sobre el impacto de la investigación en ciencias básicas y la justificación para su financiación. En una sección final nos referimos a la literatura existente sobre las formas de medir los impactos de la investigación a través de indicadores.

#### **1. Definición de Sistemas de Innovación y su Impacto**

Dentro del enfoque que se propone, las acciones aisladas no tienen un impacto directo sobre la sociedad. Esas acciones contribuyen a la construcción de un sistema, y el sistema en su conjunto es el que puede impactar en la sociedad. Los sistemas de innovación se deben entender como las instituciones, incentivos y competencias que influyen la generación, difusión y aplicación del conocimiento<sup>1</sup>.

Los sistemas están hechos de componentes, relaciones y atributos. Los componentes se definen como las partes operantes del sistema. Pueden ser actores, artefactos físicos o tecnológicos e incluso instituciones. Las relaciones son definidas como

---

<sup>1</sup> Ver Carlsson, et al., (2002)

los enlaces entre los componentes. Los atributos se entienden como las propiedades de los componentes y las relaciones entre ellos.

Carlsson et al. (2002) sugiere que para poder lograr una buena medición del rendimiento del sistema y su impacto en el crecimiento de largo plazo es necesaria una apropiada delineación. Es por esto que en su artículo se ocupan de trabajar tres aspectos en especial. El primero de ellos consiste en determinar cuál es el nivel apropiado de análisis para cumplir el objetivo. El segundo, importante para la delineación del sistema y la identificación de los actores y componentes, consiste en encontrar las principales relaciones que se necesitan capturar de tal forma que las interacciones se lleven a cabo dentro del sistema y no afuera de él. Un tercer aspecto concierne a la medición del rendimiento del sistema. A este respecto se preguntan qué se pretende medir y cómo se puede medir el rendimiento al nivel del sistema y no al nivel de los componentes.

A propósito del primer aspecto, Malerba (2002)<sup>2</sup> asegura que el análisis sectorial de los sistemas de innovación es más eficiente que un análisis nacional o regional. Un sistema sectorial se define como el conjunto de productos y de agentes que llevan a cabo interacciones de mercado y no-mercado para la creación, producción y venta de dichos productos. Esta definición proveería un mejor punto de vista para la identificación de los factores que afectan el rendimiento y la competitividad de las firmas y los países.

Lundvall (2002)<sup>3</sup> argumenta que la definición de un sistema de innovación debe depender de qué país se está analizando pues existen diferentes características para cada uno de ellos. Collins (1985) y Callon (1999) sugieren dos estados posibles de las dinámicas de producción del conocimiento en los países industrializados. En la ciencia consolidada los resultados son previsible y se comunican por escrito a otros investigadores que compartan tal tema y que estén dispuestos a replicar y validar el conocimiento. En este estado los costos de transmisión y asimilación del conocimiento son bajos y el costo de darlo a conocer es nulo.

En la ciencia emergente la difusión del conocimiento no puede suponerse gratuita. Los científicos deben hacer grandes esfuerzos para consolidar un tema de investigación.

---

<sup>2</sup> Ver Malerba (2002), p. 248.

<sup>3</sup> Ver Lundvall et al. (2002), p. 213.

Aquí la no-rivalidad de la información es cuestionable y la transmisión del conocimiento es costosa tanto para el emisor como para el receptor.

La ciencia en los países en desarrollo comparten características de estos dos estados. Por una parte, los investigadores deben hacer esfuerzos para consolidar una línea de investigación. Según Forero (2003) la rareza y espaciamiento de la infraestructura implica considerables costos para la réplica de resultados. Pero por otro lado los resultados esperados de las actividades científicas son previsibles y existe cierta dependencia del conocimiento codificado.

Niosi (2002) propone por su parte que los sistemas de innovación sean evaluados por su “eficacia  $x$ ” y “eficiencia  $x$ ”<sup>4</sup>. La “ineficiencia  $x$ ” es la diferencia entre el rendimiento observado y el mejor rendimiento existente. La “eficacia  $x$ ” es el grado al cual las organizaciones logran sus misiones. Esto lleva a una posible explicación del por qué existen países que son lentos en sus procesos de aprendizaje.

El planteamiento de Niosi es del mayor interés para este proyecto. Se verifica en las dificultades que se encontraron en su momento en la aplicación del Manual de Oslo a los países en desarrollo, lo que dio lugar a la formulación del Manual de Bogotá. Un sistema de innovación regional puede ser eficiente pero puede estar fuertemente restringido por fallas estructurales de la sociedad. Así, por ejemplo, en los sistemas de innovación para los sectores productivos, el impacto de la investigación puede ser de magnitud considerable en la transformación de los productos y los procesos, pero su aplicación y su generalización pueden estar restringidas por las trabas estructurales e institucionales que enfrenta el desarrollo industrial o agrario. El impacto de la investigación social en la confección de las políticas sociales, a su vez, se ve restringido por los altos costos de transacción del proceso político de los países en desarrollo<sup>5</sup> y en particular por la necesidad de ganar apoyo para las reformas propuestas.

Freeman (2002) muestra el impacto de los sistemas de innovación en el crecimiento económico de los países<sup>6</sup>. Según la teoría de crecimiento, no es suficiente la acumulación de capital o el aumento de la fuerza laboral para hacer crecer a los países. Es

---

<sup>4</sup> Ver Niosi (2002)

<sup>5</sup> Ver Dixit (2001)

por eso que Freeman afirma que la gran divergencia en las tasas de crecimiento debe ser atribuida a la presencia o ausencia de la capacidad social de crear cambios institucionales, sobretodo si estos cambios facilitan y estimulan una tasa alta de cambio técnico, es decir, cambios que afecten positivamente los sistemas de innovación<sup>7</sup>. En su artículo, se centra en ejemplos de países que han formado grandes brechas en su desarrollo económico frente a los demás países en los dos últimos siglos. Examina la complementariedad entre los subsistemas de la sociedad y el sistema nacional de innovación para los casos de Inglaterra en el siglo XVIII y Estados Unidos en el siglo XIX. Los casos de Korea y Brasil son analizados a partir de sus modelos de aprendizaje.

El caso de Inglaterra es importante de evaluar pues, comparado con los demás países, fue el primero en abrir una gran brecha en productividad, en tecnología y en los ingresos per cápita. Freeman sugiere que a partir de la revolución industrial de Inglaterra los sistemas nacionales de innovación emergieron<sup>8</sup>. La congruencia entre los subsistemas de la sociedad como la ciencia, la tecnología, la cultura, la empresa e incluso el subsistema político fue la clave del éxito de su sistema nacional de innovación. Además<sup>9</sup>, instituciones como el espíritu científico y el apoyo a la invención técnica también contribuyeron al crecimiento económico de esta nación. Sin embargo<sup>10</sup>, la desaceleración evidenciada en el siglo XX por parte de Inglaterra se debió a una relativa rigidez de algunas estructuras organizacionales en comparación con la informalidad de sus instituciones.

Por su parte<sup>11</sup>, Estados Unidos fue favorecido por ser formado principalmente por colonias británicas, sin embargo su crecimiento aún era retardado en la primera mitad del siglo XIX por la ausencia de una infraestructura apropiada de transporte para aprovechar las ventajas que le proveían su dotación natural, el tamaño del país y su mercado. Es entonces en la segunda mitad del siglo cuando comienzan a importar tecnología de Europa para adaptarla a sus necesidades y corregir sus deficiencias. A finales de éste siglo ya

---

<sup>6</sup> Ver Freeman (2002)

<sup>7</sup> Ver Freeman (2002), p. 192.

<sup>8</sup> Ver Freeman (2002), p. 206.

<sup>9</sup> Ver Freeman (2002), p. 199.

<sup>10</sup> Ver freeman (2002), p. 193.

<sup>11</sup> Ver Freeman (2002), p.199.

habían desarrollado nuevos procesos y nuevos productos en la mayoría de las industrias, y ahora estas eran más productivas que las británicas.

Sin embargo<sup>12</sup> existía una gran excepción, la economía esclavista del Sur. En palabras de Freeman “es difícil evaluar el grado al cual el crecimiento económico del Sur en particular y de la Unión en general fue retardado por la prevalencia de ésta economía esclavista, pero fue en el periodo siguiente a la victoria del Norte en la Guerra Civil que Estados Unidos logró tasas de crecimiento más altas que las alcanzadas previamente por Inglaterra”. Lo anterior muestra el caso en donde un subsistema nacional retarda el crecimiento económico de un país, y cómo un cambio institucional como la abolición de la esclavitud afectó positivamente este crecimiento, no sin dejar problemas económicos y sociales que aún persisten hasta hoy.

En la opinión de Viotti (1997)<sup>13</sup>, Estados Unidos alcanzó y sobrepasó el crecimiento de Inglaterra debido a sus innovaciones radicales en nuevas industrias y no por innovaciones incrementales en industrias tradicionales. Sin embargo, esta clase de innovaciones son más difíciles de hacer para las economías en desarrollo del siglo XX, por lo tanto, estas se dedican a la imitación y al aprendizaje.

Los sistemas de innovación pueden dividirse en sistemas de aprendizaje pasivos y activos. En general, los países latinoamericanos pertenecen a la primera clase y los del Este asiático a los segundos, esto explica la gran brecha alcanzada por estos últimos frente a los primeros y su éxito tratando de alcanzar a países ya desarrollados. Para esto<sup>14</sup> ha sido de vital importancia el énfasis del papel que juegan las políticas activas a un nivel tanto nacional como de firmas en la importación, mejoramiento y adaptación de la tecnología como una característica importante de un desarrollo exitoso.

Freeman identifica a Brasil como una economía estática a escala a la que se llega simplemente construyendo una gran planta, mientras que las economías a escala dinámicas (Korea del Sur) dependen positivamente de políticas de aprendizaje activas y de actividades de ingeniería.

---

<sup>12</sup> Ver Freeman (2002), p.199.

<sup>13</sup> Ver Freeman (2002), p. 200.

<sup>14</sup> Ver Freeman (2002), p. 204.

Un indicador que puede llegar a mostrar la diferencia entre estas clases de economía es el número de patentes. Mientras que para países latinoamericanos entre 1977-1982 y 1990-1996 el número de patentes fue duplicado; en el caso de países del Este Asiático esta cifra fue aumentada treinta veces<sup>15</sup>.

Sin embargo<sup>16</sup>, la crisis económica mundial sufrida a finales de la década de los 90's ha mostrado que aun cuando un país posea un sistema de innovación relativamente cerrado, éste siempre será parte de un sistema político y económico global. En general, “las tendencias en los subsistemas políticos, culturales y económicos están influenciados fuertemente por instituciones que están relacionadas tenuemente a la ciencia y a la tecnología”.

## **2. Visión Institucionalista de los Sistemas de Innovación**

Una buena parte de la nueva literatura, comúnmente llamada como teoría evolutiva<sup>17</sup>, ha enfocado el análisis de los sistemas de innovación y su impacto desde una perspectiva institucional,. Esta visión resulta de integrar el enfoque organizacional comúnmente adoptado, con el contexto institucional de las firmas. De acuerdo con Coriat et al (2002) la perspectiva organizacional enriquece los enfoques tradicionales de la firma y sus procesos de innovación en el trabajo dentro de la firma, sin embargo este autor la considera inadecuada para explicar no sólo la variedad de patrones de firmas, sino también el hecho de que ciertos patrones son dominantes en ciertos momentos. “Este fenómeno sí se puede explicar teniendo en cuenta el papel que juegan las instituciones y la manera como contribuyen a estructurar, modelar y dar formas cambiantes a los patrones organizacionales”<sup>18</sup>.

Sin embargo, el enfoque meramente macro-institucional también tiene sus problemas. Este enfoque debe suponer una firma representativa y esto hace que sea incapaz

<sup>15</sup> Ver Freeman (2002), p. 205.

<sup>16</sup> Ver Freeman (2002), p. 205.

<sup>17</sup> Ver ASIF (2002)

<sup>18</sup> Ver Coriat y Weinstein (2002), p. 288.

de proveer las herramientas analíticas para estudiar las distintas decisiones organizacionales de innovación que explican buena parte de las ventajas comparativas<sup>19</sup>.

Se intuye así una complementariedad entre estos dos enfoques. Con ese pretexto se desarrolla una tercera aplicación identificada como “M form” o el carácter “moderno” de la firma. Se vincula a la firma con las nuevas creaciones institucionales referentes a la redefinición de los derechos de propiedad y así se advierte la mencionada co-evolución de las organizaciones y las instituciones<sup>20</sup>.

Una forma alternativa de ver la integración de dichas instituciones es entendiéndolas como tecnologías sociales. Se debe examinar cómo entran en el proceso de producción cambiando el modo de interacción entre las firmas, produciendo efectos sobre las tecnologías físicas y por ende sobre la productividad y la innovación. La co-evolución de estas tecnologías es lo que genera un impacto sobre el crecimiento económico<sup>21</sup>.

En el proyecto desarrollaremos este enfoque alrededor de las siguientes preguntas: i) cuáles de estas conclusiones son válidas en la situación de los países en desarrollo, en especial Colombia; ii) qué rasgos especiales tienen las redes, las organizaciones de ciencia y las instituciones de los países en desarrollo?

### **3. Evaluación de Impactos de la Investigación**

Las evaluaciones de impacto de la investigación deben considerarse como una ayuda para hacer política y administrar los diferentes niveles de los sistemas de investigación. Kilpatrick<sup>22</sup> sugiere que el primer paso a dar para la evaluación es la replicación de estudios originales. Según él, “la habilidad de reproducir un método de investigación para validar los resultados es un requerimiento reconocido claramente en la investigación científica y es *de rigueur* en las ciencias”<sup>23</sup>. Por lo tanto este debe ser el primer paso para establecer los beneficios de un trabajo particular o de un grupo de

---

<sup>19</sup> Ver Coriat y Weinstein (2002), p. 274.

<sup>20</sup> Ver Coriat y Weinstein (2002), p. 285.

<sup>21</sup> Ver Nelson y Nelson (2002), p. 271.

<sup>22</sup> Ver Kilpatrick (1998), p. 4.

<sup>23</sup> Ver Kilpatrick (1998), p. 4.



estudios. Sin embargo, hay quienes afirman que la replicación es una forma de investigación y no de evaluación<sup>24</sup>.

En general, la replicación de estudios reafirma los resultados del trabajo original. Además proveen evidencia sobre si los procedimientos descritos en el artículo fueron llevados a cabo. Distintos procedimientos pueden ponerse en marcha en adición a los utilizados originalmente. Si los resultados no difieren, se podrá decir que el resultado fue replicado exitosamente. Si no es así, la veracidad de los resultados podrá ponerse en duda.

Quizá la forma de evaluación de impactos más comúnmente utilizada y a la vez más cuestionada es el análisis de costo-beneficio. Es útil para la discusión de política pues sirve como método para ayudar a tomar decisiones de inversión *ex ante* y es simple de calcular. Consiste en calcular los costos y beneficios de un proyecto en términos monetarios absolutos o marginales para luego compararlos. Métodos financieros como la medición de la tasa interna de retorno de un proyecto se deben calcular basándose en esta metodología<sup>25</sup>.

La popularidad que ha alcanzado este método se debe a que permite que distintas consideraciones económicas se reúnan en un solo sistema de análisis. El problema es que no tiene en cuenta los aspectos no cuantificables pues esta metodología fue diseñada para programas discretos. Esto hace que la evaluación pueda ser sesgada ya que los costos sociales de financiar proyectos de ciencia y tecnología son significativos.

Otro de los inconvenientes de este sistema de evaluación es que los datos de costos y beneficios reales son *ex post*<sup>26</sup>. Kilpatrick (1998)<sup>27</sup> sostiene que estos retornos de la investigación deben ser evaluados *ex ante* y *ex post*. Una evaluación *ex ante* de los beneficios potenciales de la investigación se necesita para determinar si esta debe ser financiada. Las evaluaciones *ex post* se necesitan para determinar si se debería financiar investigación adicional. Estas últimas deben estar basadas sobre los programas de la evaluación que se ejecutan como resultado de la investigación.

<sup>24</sup> Aunque esta forma de investigación se deja a los estudiantes y los *journals* no se interesarán en publicarla.

<sup>25</sup> Ver Kilpatrick (1998), p. 8.

<sup>26</sup> Ver Brown (1995), p.42.

<sup>27</sup> Ver Kilpatrick (1998), p. 1.

Sin embargo, problemas como la cuantificación de los beneficios y costos puede ser sobreestimada o incompleta. De igual forma, las externalidades son difíciles de estimar con un enfoque de costo-beneficio.

Una tercera forma de medir los beneficios de la investigación es mediante la evaluación de usuarios o encuestas. Consiste en encuestar a los usuarios de la investigación con el fin de conseguir información para la valoración de la investigación. Esta es una forma costosa de análisis<sup>28</sup> pues involucra encuestas y el diseño del cuestionario. Una posible solución es concentrar la población en grupos pues sería menos costoso<sup>29</sup>, pero la selección de los participantes no necesariamente será aleatoria y el resultado será difícil de presentarlo sistemáticamente.

Otro de los problemas que presenta es que existe un conflicto de intereses inherente entre los encuestados. Si los usuarios se benefician de la investigación expresarán satisfacción para mantener el flujo de beneficios<sup>30</sup>. Salter y Martín afirman que aquellos que responden las encuestas tradicionales en las firmas pueden tener un sesgo hacia las actividades internas de su propia firma y un conocimiento limitado de sus sectores y su tecnología<sup>31</sup>. De igual forma, si los entrevistados pertenecen a otro ámbito, las respuestas sufrirán un sesgo parecido. Por ejemplo, en la mayoría de encuestas hechas a ejecutivos, estos no identifican a las universidades como una de las mayores fuentes de insumos para los procesos de innovación.

Otra de las posibles formas de medir el impacto de la investigación<sup>32</sup> es a través de estudios de caso<sup>33</sup>. Los estudios de casos son una poderosa herramienta para examinar directamente el proceso de innovación y las raíces históricas de una tecnología particular<sup>34</sup>. Estos utilizan datos históricos comparativos con el fin de entender el comportamiento en detalle del objeto de estudio, un análisis que puede ser mejor que uno estadístico<sup>35</sup>. Un estudio de caso ejemplar debe ser significativo. Debe contener toda la información

---

<sup>28</sup> Ver Kilpatrick (1998), p. 7.

<sup>29</sup> Ver Kilpatrick (1998), p. 7.

<sup>30</sup> Ver Cozzens (1995), p. 35.

<sup>31</sup> Ver Salter y Martin (1999), p.7.

<sup>32</sup> Más aún si se quiere evaluar la productividad de los factores.

<sup>33</sup> Ver Smith (1998), p.

<sup>34</sup> Ver Salter y Martin (1999), p.7.

relevante necesaria. Además debe considerar perspectivas alternativas. También debe mostrar suficiente evidencia y debe estar presentada en forma encadenada.

Por último, el estudio de caso debe ser atractivo<sup>36</sup>. Un buen caso de estudio debe examinar cómo la investigación fue trasladada a política y cómo la política luego cumple las metas de la investigación<sup>37</sup>. Para esto es necesario ser específico en la pregunta de la investigación<sup>38</sup>, desarrollar una explicación del por qué se utilizaron los métodos y por qué estos métodos son útiles para las necesidades de la evaluación.

La selección de los casos debe ser escogida al azar. No debe haber ningún criterio de conveniencia para asegurar que las estimaciones de los beneficios de la investigación derivados del análisis de esos casos de estudios sean estadísticamente representativas. Kingsley (1993) sugiere que los casos de estudio examinen tanto proyectos exitosos como los no exitosos.

Los estudios de caso generalmente complementan los hallazgos de los estudios econométricos y de las encuestas. Sin embargo, los estudios de casos son costosos de administrar, pueden tomar un largo tiempo para analizar y proporcionan una visión estrecha de la realidad. Yin<sup>39</sup> afirma que una de las más grandes debilidades de los estudios de caso es la falta de rigor, por lo tanto proveen poca información para una generalización científica. Además pueden resultar ser documentos ilegibles.

Una forma alternativa de evaluar el impacto de la investigación es a través de la bibliometría<sup>40</sup> o la medición del material publicado como citas y publicaciones. Esta se utiliza como una proxy para medir los retornos del gasto en investigación y desarrollo y para evaluar la infraestructura científicos. Es útil para mostrar la importancia de la producción de los investigadores pues las citas son un indicador de la familiaridad del investigador con una literatura particular y la relevancia de un artículo o estudio al trabajo de un investigador.

---

<sup>35</sup> Ver Kilpatrick (1998), p.6.

<sup>36</sup> Ver Yin (1989), p. 146-151.

<sup>37</sup> Ver Kilpatrick (1998), p. 7.

<sup>38</sup> Ver Kingsley (1993), p. 36.

<sup>39</sup> Ver Yin (1989), p. 21-22.

<sup>40</sup> Ver Kilpatrick (1998), p. 5.

Este método<sup>41</sup> puede medir varios aspectos cuantitativos de las publicaciones. El número de citas de un autor. Las tasas de crecimiento de la literatura en revistas. El retardo en la recepción, aceptación y publicación de la investigación. Patrones de producción en literatura científica. Además puede exhibir las conexiones entre distintos agentes que participan en los sistemas de innovación. Por ejemplo<sup>42</sup>, los estudios bibliométricos muestran la importancia de la universidad en indicadores sobre las actividades de innovación formales como las patentes.

El problema de la bibliometría es que no puede medir calidad. Tampoco es consciente de que una publicación es más importante en algunas disciplinas que en otras<sup>43</sup>. Y quizá el problema más grande de este método para nuestro objetivo es que no mide los beneficios que deja a la sociedad.

Esta última dificultad se percibe también en las evaluaciones hechas por pares. Esta evaluación de la investigación es la más ampliamente utilizada en el mundo<sup>44</sup> e incluso la primera en aplicarse<sup>45</sup>. Provee los medios cuantitativos de medición del producto<sup>46</sup> pero al igual que la bibliometría debe complementarse con otro sistema de evaluación pues por sí solo no puede medir los beneficios sociales de la investigación.

Un método alternativo es el análisis de regresión. Popper (1995) propone un análisis de función de producción. En particular se trata de mirar si la investigación lleva a retornos crecientes a escala. La evaluación de beneficios de proyectos de investigación específicos a través de funciones de producción muestran que estos son difíciles de encontrar, particularmente en la investigación en ciencias sociales.

Técnicas de modelación de investigación de operaciones también se han usado para evaluar programas<sup>47</sup>. La programación lineal es una metodología cuantitativa que usa modelación matemática de optimización restringida. Se usa para encontrar una solución óptima dada una serie de restricciones.

---

<sup>41</sup> Ver Sarafoglou y Haynes (1996), p. 288.

<sup>42</sup> Ver Langford, p. 1-2.

<sup>43</sup> Ver Cozzens (1995), p. 27.

<sup>44</sup> Ver Cozzens (1995), p.29.

<sup>45</sup> Según Bozeman (1994, p. 80) se utilizó en 1665.

<sup>46</sup> Ver Kilpatrick (1998), p. 6.

<sup>47</sup> Ver Kilpatrick (1998), p. 10.

Además de la programación lineal existen métodos como el *goal programming* y el análisis envolvente de datos (DEA). Este último estima la frontera de la función de producción en vez de minimizar la suma de cuadrados de una regresión econométrica. Este método es exitoso cuando las funciones de producción son apropiadas.

*Goal Programmig* es un modelo de investigación de operaciones de criterio múltiple para la toma de decisiones<sup>48</sup>. Al seleccionar las metas de los investigadores usando esta técnica, en vez de seleccionar las metas del programa (las cuales pueden ser divergentes), se pueden aislar los efectos de la investigación en el programa.

Un método utilizado por varias ciencias aplicadas es la simulación<sup>49</sup>. Puede ser útil para evaluar la investigación cuando se sospecha que los datos siguen algún proceso y estos son difíciles de modelar. La simulación sirve para determinar el nivel de sensibilidad de un sistema y el rango de opciones para la intervención. El problema de este método es que no trabaja con los datos observados sino que se generan los escenarios. Por lo tanto, el resultado refleja la realidad potencial pero no mide las circunstancias actuales. Sería conveniente para saber hasta donde podría llegar el impacto de un programa específico.

Una alternativa válida para la medición del impacto es la combinación de algunos métodos. Por ejemplo Sarafoglou y Haynes (1996) combinan la bibliometría y la DEA para estudiar los efectos regionales de la investigación en la productividad de la universidad en Suecia. Aunque probablemente se tenga que incurrir en costos adicionales.

En general, la mayoría de estos métodos han sido tomados de otros campos como el de evaluación de programas, que son posibles de aplicar para examinar el impacto de los diferentes programas en los diferentes ámbitos. Sin embargo, existen sistemas de evaluación que fallan en su propósito debido a que se centran mucho en el comportamiento o en el feedback y control del proceso, e incluso porque son sistemas difíciles de aplicar. Además existe un largo rezago entre la investigación y su aplicación que ocasiona grandes inconvenientes a la hora de valorar su impacto.

Las anteriores limitaciones nos llevan a plantear una serie de condiciones deseadas para los sistemas de evaluación de impacto. Para ser exitoso, un sistema de evaluación debe

---

<sup>48</sup> Ver Charnes et al. (1955)

<sup>49</sup> Ver Kilpatrick (1998), p. 11.

definir los objetivos de la medición y los factores de contingencia que requiere tener en cuenta. Esto permite escoger los mejores parámetros de diseño<sup>50</sup>.

“La evaluación efectiva de los resultados de la investigación a un nivel institucional debe tener en cuenta los impactos de la actividad investigativa en todas las funciones de la institución y no fijarse solamente en la productividad investigativa”<sup>51</sup>. Por ejemplo en el caso de la universidad, la evaluación debe tener en cuenta otras funciones de la universidad como la enseñanza y la capacitación, transferencia de conocimiento a otros sectores, conectividad internacional, e impactos en la cultura nacional e internacional.

Para valorar el impacto de la ciencia se requiere determinar los impactos intencionados y los no intencionados resultantes de las políticas. Este enfoque permite determinar los impactos que son totalmente atribuibles a la ciencia o a programas particulares de ciencia. Cuando se procede por esta vía, es importante tener en cuenta las imperfecciones del mercado y la forma como estas políticas las reducen<sup>52</sup>.

#### **4. Impacto de la Formación de Redes**

Las redes se entienden como acuerdos de intercambio social que fomentan el cambio social sostenido y a su vez complementan el papel que juegan las instituciones. Para sostener una red se necesita su institucionalización. Las redes crean una institución al definir el comportamiento entre los miembros de la red con respecto a los objetivos comunes. Como este comportamiento se altera en el tiempo por circunstancias externas o por el crecimiento interno, la institución de la red debe evolucionar. Esta adaptación consiste en concebir la red como una estructura más formal, mientras los miembros y los donantes procuran crear la capacidad de influir a largo plazo y el uso más eficiente de recursos. La capacidad para guiar esta evolución es un factor crucial para la implementación de la red.

Las redes son exitosas cuando son organizaciones de aprendizaje y son capaces de amortiguar imprevistos. Además, las redes dirigidas, es decir, las que mantienen anclas

---

<sup>50</sup> Ver Blair (1999), p. 3.

<sup>51</sup> Ver OCDE (1997), p. 9-10.

<sup>52</sup> Ver Bronson Associates (1999), p. 10.

sólidas en comunidades locales, tienden a ser más sostenibles y a tener un mayor impacto<sup>53</sup>. Las redes pueden permitir que los individuos y las instituciones salten de los sistemas de innovación débiles hacia vínculos con estudios y recursos externos<sup>54</sup>. Sin embargo, “para entender mejor los patrones científicos de la comunicación en los países en desarrollo [en términos de la necesidad, la utilización y el impacto], se necesita una congruencia entre las técnicas para establecer una red y los contextos en que surgieron”<sup>55</sup>.

## **5. El Impacto de la Investigación en Ciencias Básicas y el Debate sobre su Financiación**

El impacto de la investigación en ciencias básicas ha sido objeto especial de estudio, probablemente sea el más estudiado en la literatura como lo sugiere Godin y Doré (2003). Su impacto de largo plazo y su alto costo han sido los factores centrales en el debate que se genera alrededor de su financiamiento. Aquí surge una pregunta, ¿debería el Estado financiar la investigación básica? Para responder esta pregunta se han adoptado tres enfoques metodológicos principalmente.

La primera metodología es la econometría. El impacto se puede calcular evaluando los beneficios económicos que la ciencia arroja. Estos han sido estimados mediante regresiones econométricas que sugieren que tales beneficios son sustanciales, resaltando los *spillovers* y los efectos de localización en la investigación. Sin embargo, estos análisis implican supuestos irreales sobre la naturaleza de la innovación.

Existen estudios que señalan grandes contribuciones de la financiación pública de las ciencias básicas en la innovación industrial. Un ejemplo de esto es el análisis de Toole sobre industria farmacéutica en donde un aumento del 1% en el stock de investigación básica pública lleva a incrementos del orden del 2% en el número de nuevos productos en el mercado<sup>56</sup>. Más aún, existen trabajos que intentan medir la tasa de retorno de la investigación básica. Mansfield (1998) estimó esta tasa cercana al 28%.

<sup>53</sup> Ver Bernard (1996), p. 28.

<sup>54</sup> Ver Bernard (1996), p. 29.

<sup>55</sup> Ver Hicks (1995), p. 2, 3.

<sup>56</sup> Ver Toole (2000), p.5.

Por otro lado, Arora y Gambardella han hecho estudios aplicados a entidades públicas que financian la investigación básica como el caso de la NSF a través de los *grants*. Estos concluyen que estas ayudas son consideradas como simples rentas y no dan ganancias en productividad<sup>57</sup>.

Estos resultados son aparentemente contradictorios. Sin embargo, estos estudios se hacen en distintos contextos. El primero de ellos concentra su análisis en el impacto que la investigación básica pública tiene sobre el sector industrial. El segundo de ellos estudia los efectos que la financiación pública tiene sobre la investigación básica en economía.

Se ha estudiado la posibilidad de que los recursos sean dados por entidades privadas en forma de *club good*, “[...] de esta forma se internalizarían las externalidades que generan estos tipos de investigaciones”<sup>58</sup>. Sin embargo, estas soluciones aún son muy raras de encontrar y por tanto difícil de estudiarlas empíricamente. Además, el financiamiento público (teóricamente hablando) es preferido la mayoría de veces a los *club goods*. Es importante tener en cuenta que estos análisis son hechos a países desarrollados y esto no implica que los países en desarrollo se deban comportar así, necesariamente.

Una segunda metodología es el análisis a partir de encuestas y una tercera son los estudios de casos. Las encuestas examinan cómo se comportan las industrias ante la oferta de financiación pública. La investigación derivada de ésta es una fuente de ideas innovadoras en las firmas. Por otro lado, se han utilizado encuestas donde científicos y ejecutores de política definen la investigación básica. Allí describen los beneficios de ésta y plantean los desafíos que la investigación básica esta enfrentando en el ambiente de la investigación<sup>59</sup>.

De estas dos metodologías se concluye que los beneficios de la inversión pública en investigación básica pueden tomar muchas formas: incrementando el stock de conocimiento útil; capacitando graduados calificados; creando nueva instrumentación científica y metodologías; formando redes y estimulando la interacción social; incrementando la capacidad de solución de problemas científicos y tecnológicos; creando

---

<sup>57</sup> Ver Arora y Gambardella (1998), p. 3.

<sup>58</sup> Ver Swann (2002), p.1.

<sup>59</sup> Ver Calvert y Martin (2001).



nuevas firmas. La importancia relativa de estas diferentes formas de beneficios varía según el campo científico, la tecnología y el sector industrial.

De esta clase de trabajos se pueden concluir importantes implicaciones para la política. Las políticas deben asegurar que la investigación básica esté integrada con la capacitación de estudiantes graduados<sup>60</sup>. Las *grants* de investigación deben incluir recursos adecuados para acceder a la última instrumentación, para desarrollar facilidades experimentales y nuevas metodologías, y para financiar técnicos que asistan en estas tareas<sup>61</sup>. Las políticas deben estar dirigidas hacia incrementar el reclutamiento industrial de científicos e ingenieros calificados, particularmente en aquellas firmas que no cuentan con estos recursos humanos. No se debe permitir la existencia de naciones “free riders” en el sistema científico mundial. Las naciones necesitan un enfoque de portafolio para la financiación pública de la investigación básica<sup>62</sup>.

## **6. Indicadores**

En los últimos años la importancia de medir los impactos de la investigación ha sido un tema altamente discutido por su pertinencia para el desarrollo de los países. Para esto se han creado indicadores que intentan medir dichos impactos. Los indicadores tradicionales y mundialmente aceptados son los publicados en el Manual de Oslo. Sin embargo, basados en el criterio de eficiencia  $x$ , estos no son apropiados para países en desarrollo como Colombia. Es por esto que el Manual de Bogotá cobra especial importancia al reconocer este hecho y tratar de corregirlo.

Otro intento bastante importante y más reciente de categorizar indicadores por impacto ha sido el de Godin y Doré (2003). Los impactos son divididos en 11 dimensiones, siendo estas: ciencia, tecnología, economía, cultura, sociedad, política, organización, salud, ambiente, lo simbólico y el aprendizaje. Esta clasificación es producto de varias entrevistas dirigidas a centros de investigación y otros actores sociales. Por su simplicidad y su gran importancia este será el documento principal que seguiremos en la descripción de los

---

<sup>60</sup> Ver Salter y Martin (1999), p. 21.

<sup>61</sup> Ver Salter y Martin (1999), p. 22.

<sup>62</sup> Ver Salter y Martin (1999), p. 32.

indicadores<sup>63</sup>. El impacto sobre la ciencia se da cuando<sup>64</sup> “...los resultados de la investigación tienen un efecto en el progreso del conocimiento (teorías, metodologías, modelos y hechos), la formación y el desarrollo de especialidades y disciplinas, y el aprendizaje... incluso pueden tener un efecto en el desarrollo de las actividades de investigación ...: interdisciplinariedad, intersectorialidad, internacionalización”. Godin y Doré (2003) también han definido subdimensiones de la ciencia, estas son los avances en el conocimiento, las actividades de la investigación y el aprendizaje de los investigadores.

Es por esto que la undécima dimensión reconocida, relativa al aprendizaje, puede ser agregada a esta primera. La diferencia radica en que el aprendizaje visto como dimensión, otorga el papel más importante a la academia. Se refiere a los curriculums, herramientas pedagógicas, calidad, entrada a la fuerza de trabajo y el uso del conocimiento adquirido. Sin embargo está estrechamente unida a la ciencia, por esto se tomará como una sola dimensión.

Para la medición de este impacto el indicador más comúnmente utilizado son las publicaciones<sup>65</sup>. Según Tristao Bernardes y Da Motta e Albuquerque (2001)<sup>66</sup> la utilización de las publicaciones para caracterizar los países es justificable pues “describen el nivel de desarrollo de los recursos educativos de un país; la calidad de las universidades; sus conexiones con los flujos internacionales de conocimiento científico; y el compromiso de estas universidades con las actividades de investigación. Esta afirmación implica que el número de artículos publicados debe tomarse como un indicador de la situación general de las condiciones educativas del país y de su utilidad para el desarrollo económico”.

El número de citas<sup>67</sup> también se ha usado desde hace más de 30 años para medir el impacto de las publicaciones científicas en otros investigadores. Otros<sup>68</sup> han resaltado la importancia de la academia (vista a través de las publicaciones resultantes de la investigación académica) en el proceso de innovación de las firmas. También se han

---

<sup>63</sup> Muchos de los indicadores serán citados, sin embargo para un conocimiento exacto de estos remitánse al artículo de Godin y Doré.

<sup>64</sup> Ver Godin y Doré (2003), p. 5.

<sup>65</sup> Una buena revisión de los pros y contras de los artículos como proxy de la infraestructura científica puede encontrarse en Velho (1987).

<sup>66</sup> Ver página 5

<sup>67</sup> Ver Godin y Doré (2003), p. 2.

utilizado las coautorías y la clase de journals donde se publican para caracterizar la interdisciplinariedad, interseccionalidad e internacionalización.

La segunda dimensión referida al impacto tecnológico, es apreciable en las innovaciones de producto, procesos y servicios así como en el “know-how” adquirido. En cuanto a la tercera dimensión (el impacto económico), Godin y Doré se refieren a esta como aquel impacto que afecta la situación presupuestaria de una organización, fuentes del financiamiento, inversiones, actividades de producción y el desarrollo de los mercados. Sin embargo esta dimensión bien podría estar incorporada en la anterior, por lo tanto se hablará como lo tecnológico-económico. A esta categoría también puede agregarse la dimensión organizacional<sup>69</sup>. Este impacto afecta las actividades de las organizaciones como la planeación, la organización del trabajo, la administración y los recursos humanos.

El principal indicador de esta superdimensión son las patentes ya que son muy pocos los indicadores que también miden apropiadamente este impacto. No obstante, aun cuando varios trabajos econométricos han probado que las patentes no dejan de ser una buena aproximación del cambio tecnológico, estas tienen serias falencias. Con las patentes<sup>70</sup> se quisiera medir y entender mejor el proceso económico que lleva a la reducción de los costos de producción existentes y el desarrollo de nuevos productos y servicios. También entender qué determina la asignación de los recursos para las actividades tecnológicas y a qué tasa la frontera de posibilidades de producción está desplazándose. Sin embargo las patentes están lejos de poder cumplir estas expectativas.

Griliches (1990, p. 1666) argumenta que los dos problemas más grandes al usar las patentes para el análisis económico es su clasificación y su variabilidad intrínseca. El primer problema nace de preguntarse cómo asignar las patentes organizadas por firmas o por clases de patentes en grupos de industrias o productos económicamente relevantes con el fin de focalizar la medición de tal impacto. Este problema ya ha sido largamente tratado por varias corrientes<sup>71</sup>.

---

<sup>68</sup> Ver este tema en varios de los trabajos de Mansfield.

<sup>69</sup> Ver Godin y Doré (2003)

<sup>70</sup> Ver Griliches (1990), p. 1669).

<sup>71</sup> Ver Schmookler (1966), OTAF (1985), el anexo de Englander et al. (1988), Evenson et al. (1988), Kortum y Putnam (1989). También se encuentran varios estudios del Grupo de NBER.

El segundo problema responde al hecho de que las patentes difieren considerablemente en su significancia técnica y económica. Muchas de ellas reflejan pequeñas mejoras a productos ya existentes mientras otras representan cambios radicales en las formas de producción. Además, muchas invenciones no son patentables y muchas no se patentan. Mas aún, dichos trabajos muestran que las patentes pueden tomar el rol de insumo o de producto según lo que se quiera explicar. Por ejemplo se ha demostrado que las patentes otorgadas determinan el nivel gasto en investigación y desarrollo de un futuro.

Aquí nace un tercer problema, existen distintas series de patentes. Según Griliches (1990, p. 1695), las patentes aplicadas por residentes no son una buena medida de cambio tecnológico en un país. La anterior afirmación fue hecha tras el análisis de evidencia empírica, más exactamente de la disminución en la aplicación de patentes en Estados Unidos presenciada en la postguerra. Schmookler (1966) afirmó que esta disminución de aplicaciones se debió a) al cambio en el clima político y judicial después de los 30's, pues este se volvió más hostil para patentes y para la aplicación de los derechos de propiedad; b) al crecimiento de los retrasos del procesamiento de las aplicaciones en la oficina de patentamiento; y c) al aumento de las industrias que confiaban más en el secreto empresarial.

Por su parte Griliches (1990, p. 1696) argumenta que la disminución de la aplicación de patentes a través del tiempo también es consecuencia del aumento del salario real y por ende del aumento del costo de oportunidad de participar en el sistema de patentes. Este aumento contribuyó a la disminución considerable en la aplicación por parte de inventores "independientes" y a que las firmas aplicarán solamente cuando el valor potencial de una invención fuera más alto. Esto implica que la disminución de aplicación de patentes por residentes que se evidenció después de la Segunda Guerra Mundial no sea equivalente a una disminución de la actividad tecnológica. Es por esto que para medir la capacidad tecnológica de un país es necesario tener en cuenta el total de aplicaciones.

Ahora bien, existen otros determinantes de las solicitudes. La escogencia del país para la solicitud de patentes depende del uso de la invención, de las relaciones comerciales

y de la proximidad de los mercados. Otro aspecto importante es la efectividad del sistema de patentamiento y de la clase de patentes que protege<sup>72</sup>.

En general<sup>73</sup>, la solicitud de una patente se lleva a cabo cuando el valor esperado de recibir la patente excede el costo de aplicarla. El valor esperado de la patentes es igual a la probabilidad de que sea otorgada multiplicado por el valor económico esperado de ejercer los derechos de propiedad menos los efectos negativos potenciales de dejar al descubierto la invención. Por otra parte, Griliches (1990) afirma que los principales determinantes del número de solicitudes en un país son atribuidos a las condiciones económicas de este<sup>74</sup>. Prueba de esto es que las aplicaciones en Estados Unidos disminuyeron sustancialmente en la Gran Depresión y durante la Segunda Guerra Mundial.

La probabilidad de tener éxito en el otorgamiento de una patente en un país está seriamente correlacionada con el procedimiento y los recursos de las oficinas de patentes<sup>75</sup>. Por ejemplo, el éxito de obtener la patente<sup>76</sup> en Estados Unidos en 1965 era de 58% y de obtenerla en 1967 era de 72%. Para Francia era del 90% a mediados de 1970, cerca del 80% en Inglaterra y del 35% en Alemania. Lo anterior implica que la calidad de las patentes que lograron su aprobación cambia entre países y entre periodos.

La tasa a la que se otorgan patentes a nacionales también varía entre países<sup>77</sup>. Para países con economías planificadas y para Estados Unidos esta tasa oscila entre el 75%. Mientras que para países subdesarrollados esta tasa disminuye al 15%. Esta relación representa el nivel de desarrollo de la economía y su grado de integración económica con otros países. Griliches argumenta que, al igual que las publicaciones en determinados temas, el patentamiento cada vez se hace más fácil pues “el estándar de innovación y la utilidad impuesta en el otorgamiento de tal derecho no es muy alto”<sup>78</sup>.

---

<sup>72</sup> Por ejemplo en los ochentas, Alemania Occidental recibía una gran aplicación de modelos de utilidad por parte de no residentes cuyos países aún no los reconocían como invenciones.

<sup>73</sup> Ver Griliches (1990), p. 1690.

<sup>74</sup> Ver Griliches (1990), p. 1663.

<sup>75</sup> Ver Griliches (1990), p. 1663.

<sup>76</sup> Ver tabla 1 de Schankerman y Pakes (1986).

<sup>77</sup> Ver Evenson (1984), p.98.

<sup>78</sup> Ver Griliches (1990), p. 1663.

Por las anteriores razones las patentes parecen ser un buen indicador para usar aunque no se puede considerar como el único. Godin y Doré<sup>79</sup> proponen otros indicadores para medir el impacto tecnológico-económico. Entre estos están el valor de las ventas y de los bienes, el número de usuarios y la frecuencia de los usos, y la reducción de los costos operacionales, cuando se habla de productos, procesos y servicios.

Como indicadores que midan el impacto en el financiamiento y su inversión se utilizan el nivel de financiamiento a través del mercado accionario; el valor de los contratos y el tipo de trabajos y competencias en la organización; el tipo de activos fijos y material, y sus respectivas inversiones. La diversificación de los mercados y su importancia, y la participación de los productos de alta tecnología en las ventas, son indicadores que miden el desarrollo de los mercados. El impacto organizacional puede ser medido a través de las orientaciones estratégicas, la asignación del personal, la adquisición de técnicas avanzadas de producción, el grado de especialización de los trabajos, el número y el valor de los computadores en la empresa. Las condiciones en el trabajo y las habilidades de los trabajadores también son indicadores importantes.

Las siguientes dimensiones son aún más intangibles y por lo tanto más difíciles de medir. El impacto de la cultura se define como<sup>80</sup> “el entendimiento público de la ciencia ... (es decir) ...el impacto en el conocimiento y el entendimiento del individuo de las ideas y la realidad”. Entre los indicadores<sup>81</sup> medibles que se desarrollaron para medir este impacto está la tasa de graduación en ciencias. Los resultados académicos en ciencias. La frecuencia y duración del uso de nuevas tecnologías en la casa y el trabajo. La participación en actividades científicas. El número de horas dedicadas a escuchar, leer o ver programas científicos en horas de ocio. El número de visitantes a museos de ciencia y tecnología.

Otra clase de indicadores pueden desarrollarse pero suelen ser muy difíciles de medir, entre estos están el nivel de entendimiento de conceptos científicos; el desarrollo de nuevas habilidades (creatividad, crítica, análisis y síntesis); la habilidad de identificar y resolver problemas de una manera técnica o mecánica y; los valores y creencias.

---

<sup>79</sup> Ver página 28.

<sup>80</sup> Ver Godin y Doré (2003), p. 6.

<sup>81</sup> Ver Godin y Doré (2003), p. 31.

Una quinta dimensión se refiere al impacto en la sociedad<sup>82</sup>. Esta se define como el “impacto que el conocimiento tiene en el bienestar, y en los comportamientos, prácticas y actividades de las personas y los grupos”. Para las personas el impacto social comprende el bienestar, la calidad de vida, las costumbres y hábitos. Para los grupos el nuevo conocimiento altera la forma de ver la sociedad. Entre los indicadores que miden este impacto se encuentran las mejoras en las condiciones sociales y económicas del individuo, el compromiso entre las asociaciones que trabajan en cuestiones científicas.

El impacto político se refiere a aquel impacto que el conocimiento puede tener en los “policymakers” y en el diseño de tales políticas (públicas). Varios indicadores pueden desarrollarse pero todos muy subjetivos y difíciles de medir. Por ejemplo una nueva jurisprudencia, una nueva ley o política, la estandarización de las políticas. La presentación de documentos por los ciudadanos a comisiones del legislativo. La participación de ciudadanos en asambleas. Un nuevo interés o actitud por parte de los tomadores de decisiones hacia cuestiones de interés público.

En esta dimensión vale la pena agrupar con el impacto político la dimensión correspondiente a la salud y la dimensión ambiental. El primero se refiere al impacto de la investigación en salud pública y en el sistema de salud. Para medir este impacto se debe poner especial cuidado en el cuidado a la salud, la expectativa de vida y fertilidad, la prevención y prevalencia de enfermedades, los costos de la salud, la infraestructura y el equipo médico. El segundo estudia el impacto de administrar los recursos naturales y la contaminación ambiental, así como la investigación referente al clima y la meteorología.

La décima dimensión, relativa a lo simbólico, fue identificada por los usuarios de los resultados de la investigación. Se refiere a los posibles beneficios que puede obtener una empresa por ejemplo cuando los actores observan sus alianzas con institutos de investigación u observan la inversión en investigación y desarrollo que realiza la firma. Estos beneficios pueden ser traducidos en credibilidad y se pueden medir mediante indicadores tales como las invitaciones a participar o liderar foros, premios y títulos, promociones o nominaciones.

---

<sup>82</sup> Ver Godin y Doré (2003), p. 7.

Después de un breve repaso por las distintas dimensiones del impacto de la ciencia en la sociedad es necesario reconocer que existen muchos más indicadores en la literatura. Algunos autores<sup>83</sup> critican los indicadores utilizados actualmente porque no tienen en cuenta la no linealidad entre el tamaño y el rendimiento de una institución. Es por eso que se han desarrollado una nueva clase de indicadores escalar-independientes. Estos pueden proporcionar un retrato más equitativo de las semejanzas y diferencias entre grupos de investigación de distinto tamaño.

Existen otros enfoques para la medición de los impactos de la actividad científico-tecnológica que se centran en los efectos que producen las políticas públicas. Estos se basan en el análisis estructural y de redes sociales. Permiten analizar las estructuras que los mecanismos de incentivos y de financiación crean. El análisis estructural se utiliza con el objetivo de medir la densidad y cohesión de las redes, sus propiedades emergentes, y la posición de centralidad de los actores en la red que el programa de I+D contribuye a crear. Así, el análisis estructural permite medir la capacidad distributiva de información y conocimiento de las redes<sup>84</sup>.

Para que la evaluación de una red sea más efectiva se deben tener en cuenta indicadores de la formación de redes que midan<sup>85</sup>:

- su eficacia en alinearse con las instituciones existentes y en el rejuvenecimiento con nuevos tipos de miembros;
- su progreso en clarificar y mantener acuerdos en la racionalidad y cultura de las redes;
- sus mejoras en la aplicación de servicios y productos dentro de las comunidades de usuarios;
- sus bases para aumentar el apoyo a la financiación y sus capacidades de compartir el costo con los donantes.

En el caso de la visión institucional Capron y Cincera han preparado indicadores que miden la instalación institucional de los sistemas de innovación basados en criterios

---

<sup>83</sup> Ver Katz (2000), p. 3.

<sup>84</sup> Ver Sanz Menéndez (2001), p. 1.

<sup>85</sup> Ver Sanz Menéndez (2001)



como la comparabilidad de resultados entre países, representatividad de resultados en el perfil institucional de los países, asuntos de medición de la instalación institucional y consistencia del enfoque de acuerdo con el concepto de instituciones<sup>86</sup>.

Tenemos un panorama de lo que ha sido la literatura sobre impactos y sus indicadores. Apoyándonos en esta literatura sobre indicadores, presentamos a continuación un análisis de los impactos de los programas de investigación sobre tres o cuatro ámbitos de la sociedad colombiana para luego inducir de allí un sistema de indicadores para la medición de estos impactos.

---

<sup>86</sup> Ver Capron y Cincera, p. 1.

## Bibliografía

- Abramovitz, M.A, David P.A. “Convergence and deferred catch-up: Productivity Leadership and the Waning of American Exceptionalism”. CEPR Publication No 401. Stanford University, Stanford, 1994.
- Collins, Harry. *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*. Beverly Hills, CA: Sage Publications, 1985.
- Callon, Michel. “Le réseau comme forme émergente et comme modalité de coordination: le cas des interactions stratégiques entre firmes industrielles et laboratoires académiques”. En *Réseau et Coordination*. Michel Callon, Cohendet, Curien, Dalle Eymard-Duvernay, Foray & Schenk. Paris: Economica, 1999. 13-64.
- Abramovitz, M.A. “Catching up, forging ahead and falling behind”. *Journal of Economic History*, no 46 (1986): 385-406.
- Aghion, P y Howitt, P. *Endogenous Growth Theory*. Cambridge, Mass.: MIT
- Arora, A. y Gambardella, A. “The Impact of NSF Support for Basic Research in Economics”. 1998.
- ASIF Team. *Assessing the Socio-economics Impacts of the Framework Programme*. Manchester: PREST, University of Manchester, 2002.
- Banze, C. E. “A especificidade e a diversidade do continente africano: uma sugestão inicial de tipologias de sistemas nacionais de inovação”. Monografia de Graduação, Belo Horizonte, FACE-UFMG, 2000.
- Beggs, J. “Long-Run Trends in Patenting”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 155-174.
- Bernard, Anne. “IDRC Networks: An Ethnographic Perspective”. International Development Research Centre, 1996.
- Bernardes, A. y Albuquerque, E. “Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries”. *Research Policy* 32 (2003): 865-885.

- Blair, Cameron. “Evaluating research and development performance”. Mem Desk Research, 1999.
- Bozeman, B. “Peer review and evaluation of R&D impacts”. En *Evaluating R&D impacts: Methods and practice*. B. Bozeman y J. Melkers, editores. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 1993.
- Brown, Martin. “Cost/benefit analysis of large scale S&T projects: notes on some methodological issues”. Trabajo para Megascience: The OECD Forum, París, 1995.
- Calvert, J., y Martin, B. “Changing conceptions of basic research”. Documento para el Workshop on Policy Relevance and Measurement of Basic Research, Oslo, 2001.
- Capron, H., y Cincera M. “Assessing the institutional set up of national innovation systems”. Universidad Libre de Bruselas, Bruselas.
- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M. y Rickne, A. “Innovation systems. Analytical and methodological issues”. *Research Policy*, no. 31 (2002): 233-245.
- Cassiman, B. Perez-Castrillo, D. y Veugelers, R. “Endogeneizing know-how flows through the nature R&D investment”. Paper presented 1er World Congress of the Game Theory Society, Bilbao and the EARIC, Conference Lausanne, 2000.
- Charnes, A., Cooper W. W. y Ferguson R. “Optimal estimation of executive compensation by linear programming”. *Management Science* 1, (1955): 138-151.
- Coriat, B., y Weinstein, O. “Organizations, firms and institutions in the generation of innovation”. *Research Policy*, no. 31 (2002): 273-290.
- Cozzens, S. E. “Assessment of Fundamental Science programs in the Context of the Government Performance and Results Act (GPRA)”. Rand Domestic Research Division Report. Santa Monica, CA: Rand Corporation, 1995.
- Da Motta e Albuquerque y Tristao Bernardes. “Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: a tentative simplified model and initial notes about statistics from 120 countries”. Texto para discussion No. 157, Universidade Federal De Minas Gerais, Faculdade De Ciências Económicas, Centro De Desenvolvimento E Planejamento Regional, Belo Horizonte, 2001.
- Dixit, A. “Some Lessons from Transaction-Cost Politics for Less-Developed Countries”. Working paper, Princeton University, 2001.

- Englander, A.S, Evenson, R. y Hanazaki, M. “R&D, Innovation and the Total factor Productivity Slowdown”. *OECD Econ. Stu.* 11, (1988): 8-42.
- Engle R. F. y Granger C. W. J. “Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica* 55, no. 2 (1987): 251-276.
- Evenson, R. “International Invention: Implications for Technology Market Analysis”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 73-88.
- Freeman, Chris. “Continental, national and sub-national innovation systems-complementarity and economic growth”. *Research Policy*, no. 31 (2002): 191-211
- Godin, B. y Doré C. “Measuring the Impacts of Science: Beyond the Economic Dimension”. 2003
- Granger C. W. J. “Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods”. *Econometrica* 37, no. 2 (1969): 424-438.
- Griliches, Z., Nordhaus W. y Scherer F. M. “Patents: Recent Trends and Puzzles”. *Brooking Papers on Economic Activity. Microeconomics* 1989 (1989): 291-330.
- Griliches, Zvi. “Introduction”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 1-20.
- Griliches, Zvi. “Patents Statistics as Economic Indicators: A Survey”. *Journal of Economic Literature* 28, no. 4 (1990), 1661-1707.
- Griliches, Zvi. *R&D, Patents, and Productivity*. Editor. A NBER Conference Report. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984.
- Harris, R.I.D. *Using Cointegration Analysis in Econometric Modeling*. Prentice Hall, 1995.

- Hicks, Esther. Flows of Scientific Information: S/N, S/S, N/S Working Paper. Faculty of Management and Organization, University of Groningen, The Netherlands, 1995.
- Katz, Sylvan. "Scale-Independent Indicators and Research Evaluation". Paper No. 41, SPRU, University of Sussex, forthcoming *Science and Public Policy*, Brighton, 2000.
- Kilpatrick, Henry. "Some Useful Methods for Measuring the Benefits of Social Science Research". Impact Assessment Discussion Paper No. 5, Washington, 1998.
- Kingsley, G. "The Use of Case Studies in R&D Impact Evaluations". En *Evaluating R&D Impacts: Methods and Practice*. B. Bozeman y J. Melkers, editores. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 1993.
- Langford, Cooper. "Measuring the Impact of University Research on Innovation". Science, Technology, and Society Program. Faculty of General Studies, University of Calgary, Calgary.
- Link, Albert. "Economic Impact Assessments: Guidelines for conducting and interpreting assessment studies". 1996.
- Lundvall, B., Johnson, B., Andersen, E., Dalum, B. "National systems of production, innovation and competence building". *Research Policy*, no. 31 (2002): 213-231.
- Malerba, Franco. "Sectoral systems of innovation and production". *Research Policy*, no. 31 (2002): 247-264.
- Mansfield E. (1998), 'Academic Research and Industrial Innovation: an Update of Empirical Findings', *Research Policy*, 26, pp. 773-776.
- Merewitz, L. y Sosnick S. H. "The Budget's New Clothes". Chicago: Markham Publishing Co, 1971.
- Mullin, J., Adam, R., Halliwell, J., Milligen, L. "Science, Technology, and Innovation in Chile". Publicado por IDRC, 2000.
- Nelson, R., y Nelson K. "Technology, institutions, and innovation systems". *Research Policy*, no.31 (2002): 265-272.

- Niosi, Jorge. “National systems of innovations are “x-efficient” (and x-effective). Why some are slow learners”. *Research Policy*, no. 31 (2002): 291-302.
- OCDE. “The evaluation of scientific research: selected experiences”. París, 1997.
- Ohmae, K.. “The Borderless World. Harper”. New York, 1990.
- Pakes, A. y Griliches, Z. “Patents and R&D at the Firm Level: A First Look”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 21-54.
- Pakes, A. y Schankerman, M. “The Rate of Obsolescence of Patents, Research Gestation Lags, and the Private Rate of Return to Research Resources”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 55-72.
- Pakes, A. y Schankerman, M.. “An Exploration into the Determinants of Research Intensity”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 209-232.
- Pakes, Ariel. “Patents, R&D, and the stock market rate of return”. NBER Working Paper no. 786, Cambridge, Mass: NBER, 1981.
- Pavitt, Keith. “Knowledge about knowledge since Nelson & Winter: a mixed record”. Paper No. 83, Electronic Working Paper Series, SPRU, Brighton, 2002.
- Popper, S. W. “Economic Approaches to Measuring the Performance and Benefits of Fundamental Science”. Rand Domestic Research Division Report, Santa Monica, 1995.
- Rapini, M. S. “Uma investigação sobre a relação de Granger-causalidade entre ciência e tecnologia para países em catching up e para o Brasil”. Monografia de Graduação. Belo Horizonte: FACE-UFMG, 2000.
- Ryan, James. “Synthesis Report of Workshop on Assessing the Impact of Policy-Oriented Social Science Research in Scheveningen, the Netherlands November 12-13, 2002”. Impact Assessment Discussion Paper No. 15, Washington, 2002.

- Salter, A. y Martin, B. “The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research: A Critical Review”. Working Paper # 34, SPRU Electronic Working Paper Series, Brighton, UK, 1999.
- Sander, Cerstin. “Development research impact: reach”. Artículo para la presentación en el ICRAF International Workshop on Assessing Impacts in Natural Resource Management Research, Nairobi, 1998.
- Sanz Menéndez, Luis. “Indicadores Relacionales y Redes Sociales en el Estudio de los Efectos de las Políticas de Ciencia y Tecnología”. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Unidad de Políticas Comparadas, SPRITTE, 2001.
- Sarafoglou, N. y Haynes K. E. “University Productivity in Sweden: A Demonstration and Explanatory Analysis for Economics and Business Programs”. *The Annals of Regional Science* 30, (1996): 285-304.
- Schankerman M. y Pakes, A. “Estimates of the Value of Patent Rights in European Countries During the Post-1950 Period”. *The Economic Journal* 96, no. 384 (1986), 1052-1076.
- Schmookler, Jacob. *Invention and Economic Growth*. Cambridge: Harvard University Press, 1966.
- Smith, Vincent. “Measuring the Benefits of Social Science Research”. Impact Assessment Discussion Paper No. 2, Washington, 1998.
- Swann, Meter. “Funding Basic Research: When is public finance preferable to attainable club good solutions?”. Final draft forthcoming in *Science and Innovation: Rethinking the Rationales for Funding and Governance*. A. Geuna, A. Salter y W.E. Steinmueller, editors, 2002.
- Toole, Andrew. “The Impact of Public Basic Research on Industrial Innovation: Evidence from de Pharmaceutical Industry”. SIEPR Discussion Paper No. 00-07, Stanford, 2000.
- Velho, L. “The author and the beholder: how paradigm commitments can influence the interpretation of research results. *Scientometrics* 11, (1987): 59-70.

- Viotti, E.B. "Pasive and Active National Learning Systems". PhD. Dissertation. New School for Social Research, 1997.
- Yin, R. K. "Case Study Research: Design and Methods". Newbury Park, CA: Sage Publications, 1989.



## Parte I

### Capítulo 4

#### Políticas de Ciencia y Tecnología y Resultados <sup>1/</sup>

*Por Hernán Jaramillo Salazar,  
María Alejandra Botiva,  
Jorge Andrés Zambrano*

#### Resumen

En este capítulo se trata de entender los hitos importantes de la historia de ciencia y tecnología reciente que permiten explicar la acumulación de eventos, circunstancias e instrumentos de la política científica y tecnológica en el país, como forma de explicar y entender la acumulación de capacidades para el desarrollo de las políticas, los instrumentos de la política y el desarrollo institucional de la ciencia y la tecnología en Colombia, asociados a factores exógenos y endógenos que han influenciado el comportamiento actual. El resultado de esta política se puede observar a través de diversos indicadores, tales como consolidación de los grupos de investigación y de capacidades científicas y tecnológicas del país; desarrollo de proyectos de investigación que conforman en el mediano y largo plazo la continuidad de líneas y programas de investigación de las instituciones del sistema; formación de recursos humanos en los diferentes niveles: jóvenes investigadores, estudiantes de maestría y doctorado; inserción en redes internacionales y nacionales de conocimiento, influencia en las políticas públicas y privadas de los proyectos de investigación; y publicaciones científicas.

Se hace referencia a la relación de la consolidación del sistema, sus políticas e instrumentos y el efecto sobre el ambiente de progreso continuo en las publicaciones científicas colombianas, como uno de los indicadores que permiten mostrar una tendencia de relacionamiento en estas dos dimensiones, el efecto de la primera sobre la segunda. Así mismo los dos aspectos anteriores se podrán observar en relación de efecto de los indicadores de recursos financieros del sistema, a través de entender el comportamiento de los mismos en Colciencias como muestra de la dinámica del comportamiento global del financiamiento del sistema nacional de ciencia y tecnología. Es necesario destacar que el ciclo del financiamiento difiere en el tiempo, cuando se presenta una acumulación inicial, sobre la dinámica de las publicaciones científicas, dado que el efecto de su disminución solo tiene un efecto negativo sobre estas si el período de disminución se mantiene por un largo período. Es decir el efecto de arrastre del ciclo inicial de

---

<sup>1/</sup> Esta es una versión adaptada y ampliada en algunos aspectos del documento preparado para la CEPAL. Jaramillo, Hernán (2004). “**Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto durante la Década de los Noventa**”. CEPAL, Documento sujeto a revisión, Bogotá, D.C., marzo.

aumento en el financiamiento de la ciencia y la tecnología, obviamente acompañado por instrumentos y políticas, desata una dinámica de producción científica que se mantiene por un gran período y “aguanta” ciclos de desfinanciamiento siempre y cuando estos no presenten un ciclo continuo largo.

En el **Gráfico 1** se esquematiza la historia reciente destacando los principales “*eventos*” que le han ido dando “*la personalidad*” al sistema de CyT tecnología en Colombia, como proceso acumulativo de aprendizaje y desarrollo.

**Un primer aspecto** tiene que ver con la discusión sobre la “*curvatura y la pendiente*” del mismo. La conformación de la política de CyT con sus variantes, discontinuidades y dificultades, ha obedecido a un proceso continuo de aprendizaje y de “*continuidad en el cambio*”.

**Un segundo aspecto** tiene relación con los factores exógenos y endógenos y su conjunción, en el desarrollo de la construcción de la política pública de CyT y su impacto en las organizaciones del conocimiento, en el desarrollo de la política y en el avance en la construcción de capacidades e infraestructura científica y tecnológica del país.

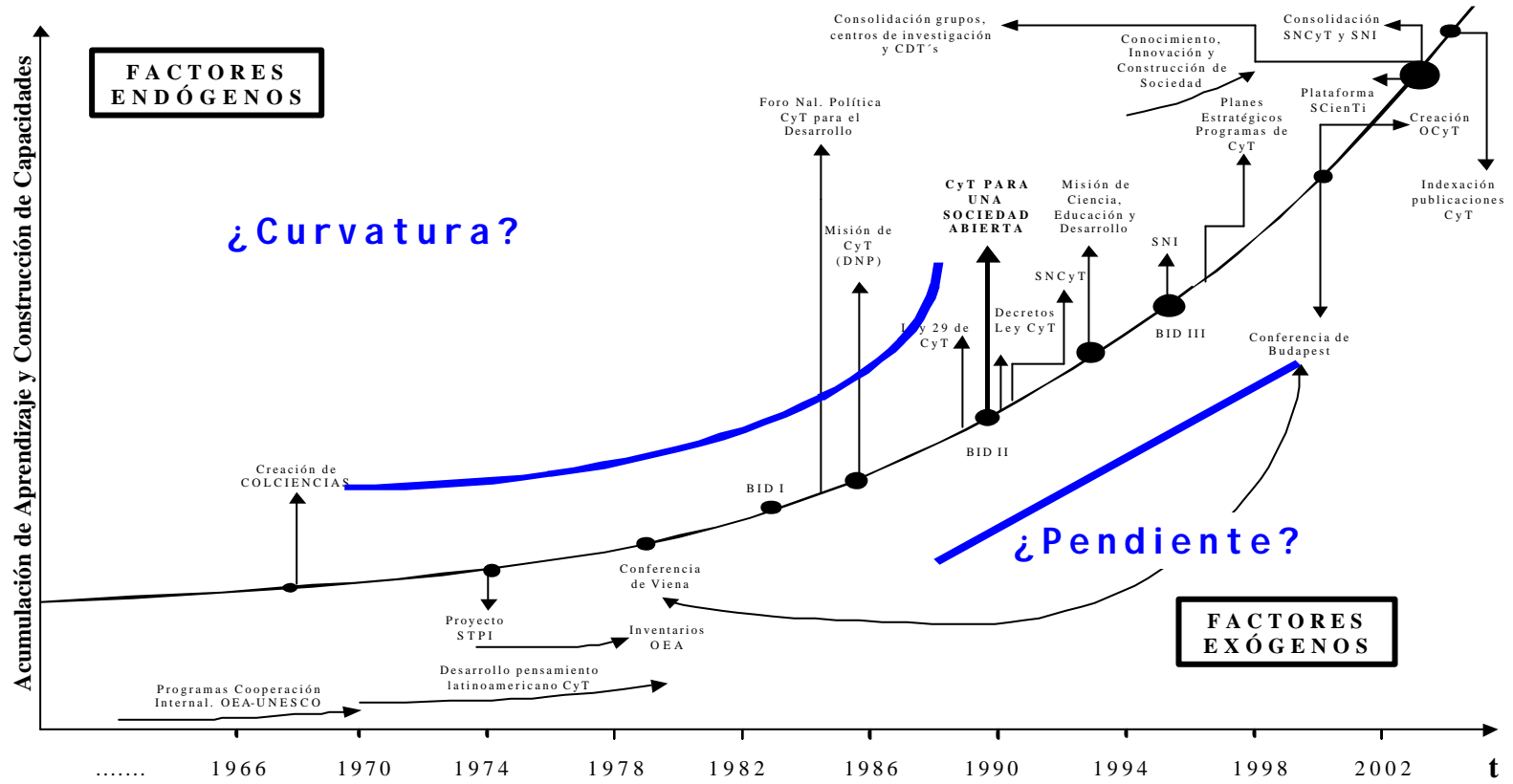
**Un tercer aspecto** es que la “*curvatura y pendiente*” no se corresponden con dos elementos esenciales: el financiamiento del Estado y la integración congruente con otras políticas macro y sectoriales de diversas agencias de Estado y del sector privado. Se puede afirmar que aquí se encuentran las limitaciones más importantes para obtener resultados e impactos más significativos de las actividades de ciencia, tecnología e innovación.

La política de CyT en Latinoamérica se vio influenciada por factores exógenos determinados por la activa intervención de organismos internacionales (Naciones Unidas, UNESCO, OEA, IDRC) que constituyeron lo que podría llamarse “*el movimiento internacional para la aplicación de la ciencia y la tecnología a los problemas del desarrollo*”. Sus objetivos se dirigían a promover el desarrollo de estructuras institucionales científicas y tecnológicas y a generar nuevos conocimientos, o aplicar los existentes, para el análisis de problemas

económicos y sociales. En particular la OEA ejercería en los años subsiguientes un liderazgo importante en toda la región de América Latina con relación a la actividad científica y tecnológica, a su estructura, su planeación y al establecimiento de programas multinacionales. Contribuyó así mismo a la formación de un pensamiento latinoamericano sobre CyT y tuvo una influencia importante sobre el devenir de los años venideros.



Gráfico 1



Nombres como Máximo Halty-Carrere, Marcelo Alonso, Jorge Sábato, Amílcar Herrera y Francisco Sagasti, entre otros, canalizaron la atención de la comunidad hacia CyT en particular al tema de las Políticas Científicas y Tecnológicas, en una época en la que era aún incipiente el tema como agenda de discusión. El análisis se situó en las Políticas Implícitas y las Políticas Explícitas en CyT y en la integración de esfuerzos entre sectores académicos, empresariales y gubernamentales, generalizándose la concepción en la literatura latinoamericana como el *Triángulo de Sábato*, modelo de análisis para explicar, entender y desarrollar la relación compleja de los factores que median entre la ciencia y sus aplicaciones, entre la oferta y la demanda de conocimientos y entre el papel que cumplen los distintos actores de la academia, el sector productivo y el gobierno.

Estos factores exógenos sentaron las bases para la creación en 1968 del Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales “Francisco José de Caldas”, Colciencias, y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología como organismo consultivo y asesor del Gobierno Nacional en lo relacionado con la política científica y tecnológica.

Una caracterización de los diferentes períodos de la política de CyT en Colombia se puede desprender del gráfico y su “*curvatura y pendiente*”, que obedece al desarrollo y consolidación de los instrumentos de política y a los factores “*más determinantes*” que la han influenciado. Se pueden distinguir **cuatro etapas** en el desarrollo de la CyT: un primer período anterior a 1968 que dio lugar a la creación de Colciencias; un segundo período entre 1968 y 1988; un tercer período que comprende finales de la década del ochenta y toda la década de los noventa; y un cuarto período del 2000 hasta hoy. Como lo anota Villaveces <sup>2/</sup>, “igual que sucede con los procesos históricos, estas etapas son discernibles a posteriori, pero no tienen fechas ni límites exactos”.

El **Cuadro 1** presenta los hechos y factores más destacados de cada una de las etapas. El **primer período** estuvo influenciado exógenamente por los organismos

---

<sup>2/</sup> Villaveces, José Luis. “70 Años de Ciencia y Tecnología en Colombia”, Revista Universidad Javeriana ( en proceso publicación), Bogotá, 2003.

internacionales y por el pensamiento latinoamericano. En el **segundo período** se destacan los factores endógenos que se fueron desarrollando.

**Cuadro 1**  
**Etapas en el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en Colombia**

<b>Período 1 – Antes de 1968</b>	<b>Período 2 – 1968 a 1988</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Influencia de organismos internacionales (ONU, UNESCO, OEA)</li> <li>• Desarrollo del pensamiento latinoamericano en ciencia y tecnología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1970: Creación de las maestrías y firma de Convenios de Cooperación</li> <li>• 1981: Convenio Incomex – Colciencias</li> <li>• 1983: Préstamo BID – ICFES</li> <li>• 1983: Préstamo BID – Colciencias I Etapa</li> <li>• 1986: Inicio de los doctorados en Colombia</li> <li>• 1987: Foro Internacional sobre Política de Ciencia y Tecnología</li> <li>• 1988: Misión de Ciencia y Tecnología</li> </ul>
<b>Período 3 – 1988 a 2000</b>	<b>Período 4 – 2000 a la fecha</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1990: Promulgación de la Ley 29</li> <li>• 1990: Decreto 1767 que adscribió Colciencias al DNP, creó el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y los Comités Regionales</li> <li>• 1990: Préstamo BID – Colciencias II Etapa</li> <li>• 1991: Decretos 393, 591, 584 y 585</li> <li>• 1991: Publicación del libro “<i>Ciencia y Tecnología para una Sociedad Abierta</i>”</li> <li>• 1993: Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo</li> <li>• 1994: Documento CONPES</li> <li>• 1995: Préstamo BID – Colciencias III Etapa</li> <li>• 1995: Sistema Nacional de Innovación y Sistemas Regionales</li> <li>• 1999: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2000: Ley 633 sobre Incentivos tributarios</li> <li>• 2000: Documento CONPES 3080</li> <li>• 2001: Programa de Prospectiva Tecnológica</li> <li>• 2001: Escalafonamiento e indexación de publicaciones seriadas y científicas</li> <li>• 2001: Ley 643 del Fondo de Investigación en Salud</li> <li>• 2001: Agendas Regionales de Ciencia y Tecnología</li> <li>• 2002: Plataforma ScienTI</li> <li>• 2002: Ley 788</li> <li>• 2003: Incorporación de la Ley 344 del SENA de 1996 en la Ley del Plan Nacional de Desarrollo de 2003</li> </ul>

Al respecto, como lo señala Villaveces <sup>3/</sup>, “también el esfuerzo para volver institucional la investigación se ve en la reestructuración de las universidades, en la aparición de profesorado de tiempo completo, en la reestructuración de institutos y en el nacimiento de otros. La formación de gente comenzó hacia 1970, con la creación de las maestrías en Colombia y un conjunto de convenios de cooperación que permitieron la salida de

<sup>3/</sup> Villaveces. José Luis. *Op. Cit.*

muchos colombianos al exterior”. Es una etapa en que, además de formación de recursos humanos de alto nivel, se logra ir institucionalizando la actividad de investigación en el país. Este período se caracteriza por una débil relación entre las políticas de CyT y las políticas y planes de desarrollo.

Como lo señala Garay <sup>4/</sup> “si bien en algunos de los planes de desarrollo elaborados en este período se hacía mención a los aspectos científicos y tecnológicos e incluso se trazaban objetivos y estrategias para su desarrollo, el resultado era su inclusión marginal sin armonía con las políticas generales”.

De los factores endógenos de este período se destacan, el préstamo BID-Colciencias I Etapa y la Misión de Ciencia y Tecnología que finalizó actividades en 1990 y cuyas recomendaciones se constituirían en la base fundamental de la nueva política que se iniciaría en ese año.

El primer préstamo del BID constituyó el inicio del financiamiento con crédito externo de las actividades de CyT en Colombia, que se ha venido manteniendo en el tiempo, ya que es sobre el crédito externo que se soporta el financiamiento de esta actividad en el país, lo que le ha dado coherencia y complementariedad al desarrollo de los programas y las actividades de financiamiento de la actividad científica y tecnológica, así como a la consolidación de instrumentos de política y de instituciones. Sin embargo la dependencia de recursos externos se ha convertido en una debilidad de la actividad científica y tecnológica, por cuanto ante la ausencia de compromisos de crédito estos no han sido sustituidos adecuadamente por recursos del presupuesto general de la nación.

Este primer crédito se firma en 1983 por 44.5 millones de dólares y termina su ejecución en 1988. Su objetivo principal era el de aumentar las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico, mejorar la calidad de las investigaciones en términos de objetivos, metodologías, realizaciones y rigurosidades de sus resultados, y asociar las investigación con los problemas más urgentes del desarrollo.

---

<sup>4/</sup> Garay, Luis Jorge, “*Colombia Estructura Industrial e Internacionalización 1967 - 1976*”, DNP. Colciencias, Mincomercio, Consejería Económica y Competitividad, Minhacienda, Proexport, Tomo I, Bogotá, 1998.



Un segundo elemento de este segundo período, fue la realización de la Misión de Ciencia y Tecnología, que inicia labores en 1998 y termina en 1990. Sus recomendaciones sentaron las bases del cambio importante en el inicio de la década de los noventa.

Dos elementos importantes se hicieron explícitos y diferenciados: La *política para la ciencia* como el conjunto de mecanismos y medios para impulsar el desarrollo científico y tecnológico, y la *política de la ciencia* como utilización de los desarrollos científicos y tecnológicos como herramientas para el desarrollo.

**El tercer período** que se inicia hacia finales de los ochentas y se desarrolla durante toda la década de los noventa significó un quiebre importante en la concepción, organización institucional, desarrollo de instrumentos y articulación de la ciencia y la tecnología con el desarrollo económico y social del país, particularmente en la relación con el sector productivo. Es una etapa de cambios profundos en la economía colombiana y en la concepción del modelo de desarrollo que influyó de manera significativa en la orientación de la actividad científica y tecnológica del país.

Los principales factores a destacar durante este período son: (a) la ley 29 de 1990, que estableció los parámetros del nuevo marco para la actividad de investigación y desarrollo tecnológico; (b) el decreto 1767 de 1990 que adscribió Colciencias al Departamento Nacional de Planeación, DNP, antes adscrito al Ministerio de Educación Nacional y que creó el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología; (c) los decretos expedidos en 1991 (393, 591, 584 y 585) para reglamentar el nuevo marco regulatorio<sup>5/</sup>; (d) la publicación del libro “*Ciencia y Tecnología para una Sociedad Abierta*”, que

---

<sup>5/</sup>. El decreto 393 estableció las normas mediante las cuales se autoriza a las entidades nacionales y descentralizadas a asociarse con particulares para adelantar actividades científicas y tecnológicas. Mediante este decreto se avanzó en la conformación de una nueva modalidad institucional, las Corporaciones Mixtas regidas por el derecho privado.

El decreto 585 definió las instancias y estructura del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología: se integró el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, presidido por el Presidente de la República y el Jefe del DNP y conformado por representantes de los ministerios, la comunidad científica, las regiones, las universidades y el sector privado. Se incluyeron como parte del SNCyT todos los programas, estrategias y actividades de ciencia y tecnología del país. Se crearon los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología en las áreas de: Biotecnología, Ciencias Básicas, Ciencias Sociales y Humanas, Ciencias del Mar, Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat, Estudios Científicos de la Educación, Ciencias de la Salud, Ciencias de la Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, Ciencias de la Energía y Minería,

le da contenido al nuevo escenario de las reformas estructurales de inicios de los noventas; (e) la segunda etapa del crédito BID, para el período 1990-1994; (f) el inicio de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, que entrega sus resultados en 1994 <sup>6/</sup>; (h) elaboración y aprobación del documento del Consejo de Política Económica y Social, que establece la política de ciencia y tecnología para el período 1994-1998; (h) la tercera etapa del crédito BID, previsto para ejecutarse inicialmente entre 1995 y 1999, pero que por razones fiscales se extiende hasta el 2002; (i) la institucionalización en 1995 del Sistema Nacional de Innovación, SNI y el desarrollo de instrumentos y modalidades para el financiamiento y la organización de la innovación tecnológica y los sistemas regionales de innovación; (j) el establecimiento de los planes estratégicos para programas nacionales de CyT y (k) la creación en 1999 del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

De los anteriores factores del período se pueden destacar los créditos del BID segunda y tercera etapa y los resultados de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. En las secciones posteriores se hace un detenido análisis del SNI.

La segunda etapa del crédito BID tuvo un financiamiento de 66.7 millones de dólares. El propósito fue continuar con el proceso de incorporación de la CyT al desarrollo económico y social del país, con el objetivo de: (a) fortalecer la capacidad para realizar investigaciones científicas y tecnológicas y aplicar sus resultados en los distintos sectores de la sociedad colombiana; (b) vincular a los centros generadores de conocimientos con los usuarios potenciales; (c) aumentar la capacidad innovadora de los sectores productivos; (d) mejorar los procesos de coordinación, ejecución y evaluación de las actividades científicas y tecnológicas; y (e) impulsar la capacitación de investigadores en el exterior, principalmente para la realización de estudios de doctorado. Dos aspectos importantes de esta segunda etapa del crédito y que lo

---

Ciencias Agropecuarias y el Programa de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad. En cada uno de los Consejos de Programas participan representantes del sector gubernamental, del sector académico y de investigación y del sector productivo. Así mismo se establecieron las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología y los Comités para el Desarrollo de las Estrategias. Es de anotar que Colciencias ejerce la Secretaría Técnica del Sistema y las Secretarías Técnicas de cada Programa Nacional, que comparte según el caso con los ministerios respectivos.

El decreto 591 reguló las diferentes modalidades de contratación para el fomento de las actividades científicas y tecnológicas.

<sup>6/</sup> El informe conjunto de los comisionados de la Misión está contenido en el documento “*Colombia: Al Filo de la Oportunidad*”.

diferencian del primero, fue la incorporación del financiamiento al sector productivo y la formación de recursos humanos de alto nivel.

La tercera etapa del crédito BID tuvo un financiamiento de 219 millones de dólares. Un primer aspecto a destacar de esta etapa del crédito fue el salto importante en los recursos contratados para CyT, que significaron un incremento del 30% con relación al crédito anterior. Un segundo aspecto fue la destinación del 28.1% de los recursos para el apoyo al sector productivo. Desde esta perspectiva el propósito principal del programa era fortalecer la capacidad nacional en CyT para incrementar la competitividad y la productividad del sector productivo empresarial. Un tercer aspecto lo constituyó el componente de formación de recursos humanos, particularmente para la realización de estudios de doctorado. El cuarto aspecto, tradicional de los tres créditos fue el fortalecimiento de las capacidades científicas a través de la investigación del sector académico.

Otro elemento de este tercer período lo constituyó ***La Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo*** que se integró el 16 de septiembre de 1993 y entregó resultados el 21 de julio de 1994. La ***Misión*** tuvo como objetivo central “*entregar al país una nueva carta de navegación con los rumbos de la ciencia, la educación y el desarrollo trazados claramente sobre ella*” y se articuló sobre tres ejes: el cambio organizacional, el cambio educativo y los cambios científicos y tecnológicos. El primer eje estuvo referido a los cambios organizacionales y de comportamiento de las instituciones públicas como privadas en los aspectos de gestión, productividad y competitividad, con el fin de poder contar la sociedad con organizaciones flexibles, con capacidad de aprender, autotransformarse y transformar el medio. El segundo eje se centró en el cambio educativo. El tercer eje constituyó la propuesta de un proyecto nacional que integrara la ciencia y la tecnología a la sociedad y la cultura colombianas, mediante la formación de recursos humanos, el fortalecimiento y consolidación de una infraestructura científica y tecnológica, el fomento al desarrollo de redes de investigación, el impulso al desarrollo tecnológico y la innovación, la preservación y uso del medio ambiente y la diversidad, y la apropiación de la CyT por sectores cada vez más amplios de la sociedad.

**El cuarto período** se caracteriza por profundizar y articular los actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y fortalecer el Sistema Nacional de Innovación, así como la infraestructura nacional de CyT. Se profundiza en la articulación de recursos financieros entre diversas instituciones del Estado como mecanismo de “*compensar*” la disminución de recursos de la Nación.

Como se indicara al inicio, diversos indicadores pueden dar cuenta de la actividad científica y tecnológica, tanto de insumo, como de proceso y resultados, y permiten en su análisis mostrar el grado de avance en algunos casos y las dificultades en otros para consolidar la investigación y el desarrollo tecnológico del país. Al observar los indicadores generales de gasto en las actividades de, en el contexto de consolidación de políticas, instrumentos y formas organizacionales dinámicas (**gráfico 1**), se podrá ver el efecto de “*curvatura*” de los indicadores de publicación científica similar a la del gráfico en referencia, tanto a nivel de las publicaciones del país, como en la respectiva dinámica comparativa con varios países de la región.

### ***El gasto en Ciencia y Tecnología***

El primer elemento a destacar es el carácter pro cíclico del mismo, lo que en gran medida afecta la consolidación de capacidades científicas dado el largo plazo en que ellas se construyen. Por otra parte, el carácter pro cíclico del gasto en ciencia y tecnología conlleva a que en los períodos de recesión y crisis se de la tendencia de *mantener un equilibrio estable de conservación* de las capacidades construidas sin posibilidad de dar saltos cualitativos importantes, lo que Forero y Jaramillo <sup>7/</sup> caracterizan como “*la estabilidad alrededor de niveles muy insuficientes de actividad científica y tecnológica. En esos equilibrios inferiores, las comunidades de la ciencia y la tecnología son extremadamente reducidas y logran apenas un crecimiento vegetativo*”. Si bien estos *equilibrios inferiores* se presentan estos se manifiestan en el mediano y a veces largo plazo, dependiendo de la “*fuerza*” de capacidades y dinámicas acumuladas.

---

<sup>7/</sup> Forero, Clemente y Jaramillo, Hernán (2002). “*The Access of Reserchers from Developing Countries to International Science and Technology*”. In: International Social Science Journal, No 171, March.

En el caso colombiano hasta 1996 se dio una clara tendencia al aumento de recursos, presentándose una fluctuación a la disminución del gasto a partir de ese año, tendencia que vuelve a mostrar una senda de recuperación a partir del 2000, como se muestra en el **Cuadro 2** y el **Gráfico 2**.

**Cuadro 2**

**GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA (\*) -Millones de Pesos**

Sectores	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Sector Gubernamental (1)	192,946	304,000	315,930	205,126	295,763	319,466	372,509
Sector Universidades (2)	24,606	38,489	63,380	78,987	90,597	104,464	121,801
Sector Empresarial (3)	182,680	203,973	246,208	241,510	211,296	230,228	228,678
Organizaciones sin ánimo de lucro (4)	3,193	20,505	15,025	9,160	6,855	4,356	5,272
Total	403,425	566,967	640,543	534,784	604,511	658,514	728,260
Total en millones de pesos de 1995 (5)	403,425	485,133	469,095	338,956	340,526	335,291	325,113

Fuente: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología -OCyT

(1) La inversión del sector gubernamental se estima a partir de los proyectos de ciencia y tecnología del

(2) La inversión del sector de universidades se estima a partir de la Encuesta de Educación Superior que

(3) La inversión del sector empresarial se estima aplicando el porcentaje, por sectores industriales, de inversión en actividades de ciencia y tecnología sobre ventas de la I EDT (1996) y se aplica a los

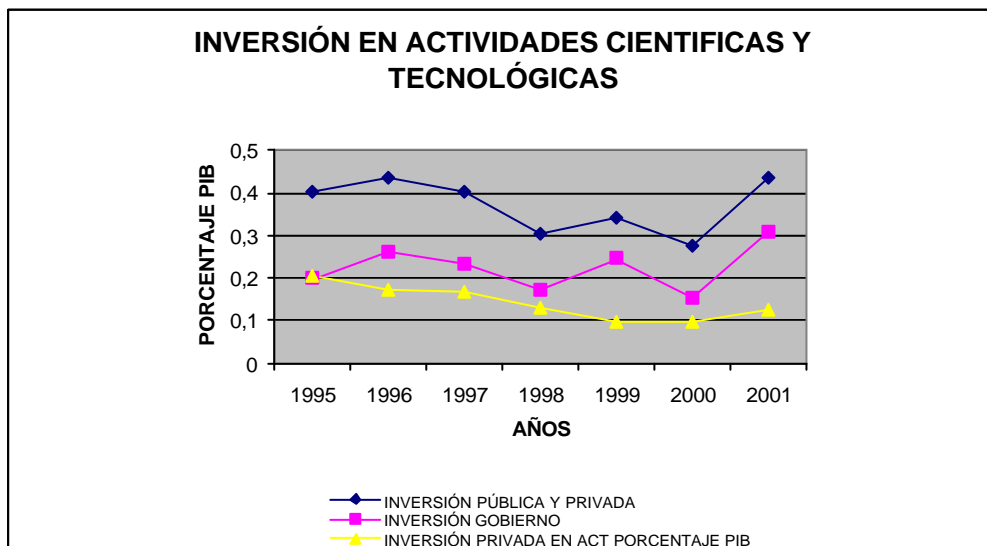
(4) Se obtiene de la información de proyectos que ha financiado Colciencias a las organizaciones sin ánimo

(5) Deflactor obtenido de datos de DNP

(\*) No están considerados los fondos parafiscales ni los incentivos tributarios a las actividades de ciencia y

**Gráfico 2**

**Inversión en Actividades Científicas y Tecnológicas**



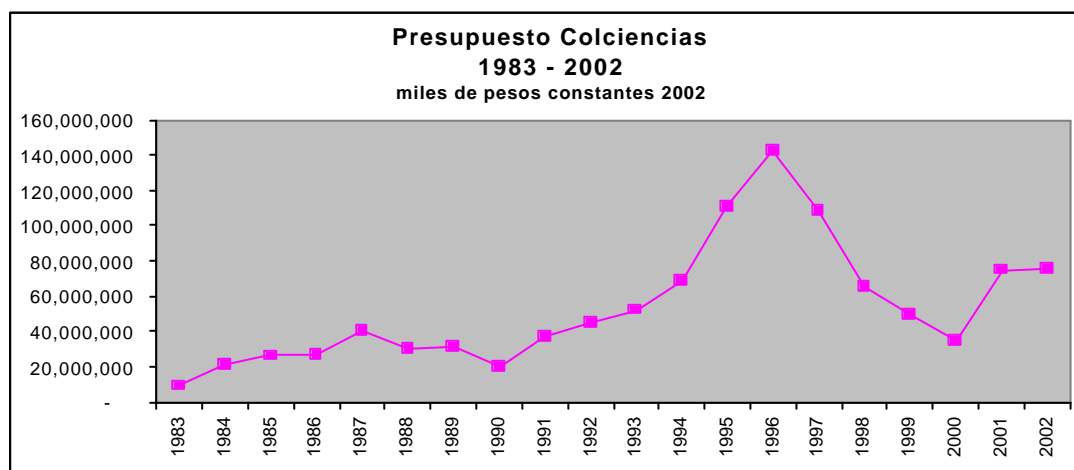
Fuente: DNP, Subdirección de Ciencia y Tecnología, 2002.

Es de anotar que el componente determinante de los ciclos de inversión en CyT lo determinan los recursos públicos, siendo, como se anotara anteriormente muy bajos los

recursos aportados por la inversión privada, que presentan además, una caída casi permanente durante todo el período, con una muy leve recuperación al final <sup>8/</sup>.

En el **Gráfico 3** se muestra la evolución del presupuesto de Colciencias, principal institución financiadora de la ciencia y la tecnología en el país, durante el período 1983-2002. Se destaca, consistente con los comentarios anteriores, como a partir de los noventa se inicia una tendencia creciente ya explicada en la primera sección del trabajo, y que alcanza el nivel máximo en 1996, donde se inicia una caída vertiginosa que dura hasta el 2000, donde se presenta un leve crecimiento de nuevo. Es de anotar que la situación financiera de Colciencias afecta de manera importante la consolidación de la investigación científica, la infraestructura de ciencia y tecnología y la formación de recursos humanos de alto nivel, elementos esenciales para el desarrollo científico y tecnológico y para el desarrollo de la innovación en Colombia. Sin embargo hay que destacar que la dinámica de la época de crecimiento sentó las bases para un crecimiento acumulado y aún sostenible de los grupos y centros de investigación y desarrollo tecnológico en los distintos ambientes institucionales, con el peligro de presentarse lo que anteriormente se denominó llegar a situaciones de “*equilibrios inferiores*”.

**Gráfico 3**

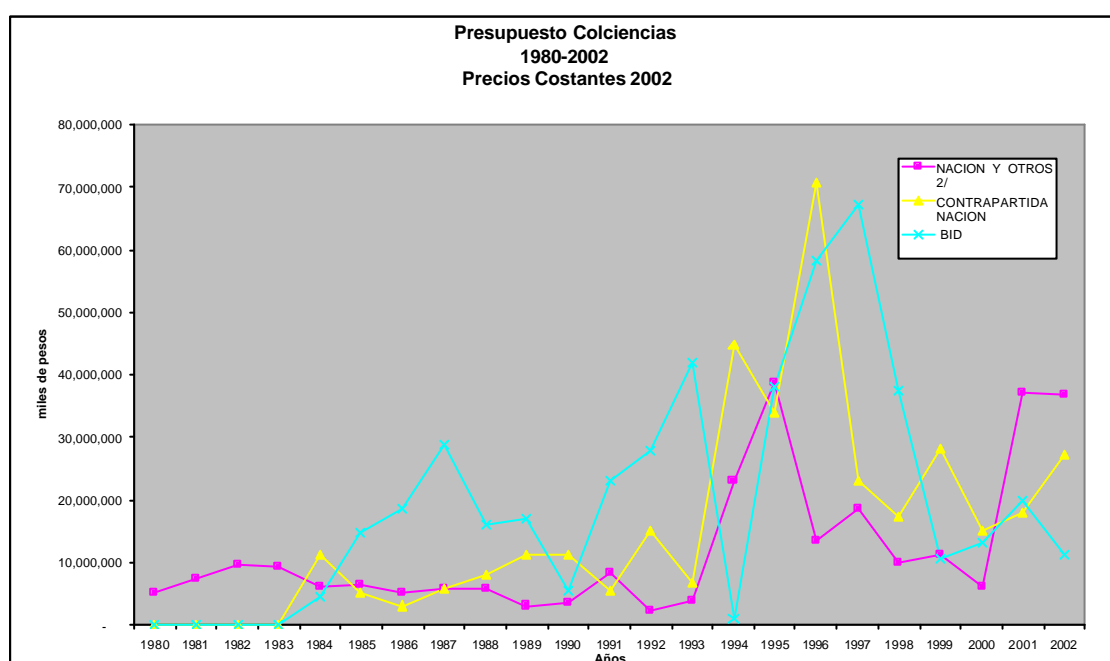


Fuente: Colciencias, Crédito Externo

<sup>8/</sup> Es de anotar que esta situación es aún más profunda si se tiene en cuenta que parte de los recursos denominados como inversión privada, no lo son en estricto sentido dado que se cuentan entre ellos los fondos parafiscales, los subsidios implícitos y los costos fiscales que implica el otorgamiento de exenciones y deducciones. Para una ampliación sobre este aspecto puede verse: Jaramillo, Hernán. “*Hacia la Construcción de una Metodología para la Determinación del Gasto en Ciencia y Tecnología*”, Documento de trabajo, Bogotá, 2002.

Como se indicara en la primera parte, la influencia del financiamiento de la ciencia, la tecnología y la innovación han proveniendo de los créditos del BID que han determinado en gran parte los ciclos de la inversión de esta actividad. Para el período 2000 – 2002 la influencia del financiamiento lo constituyen el SENA con la ley 344 de 1996 mediante la cual deberá aportar anualmente para el fomento de la investigación aplicada, la innovación y el desarrollo tecnológico, la cuarta parte de los recursos provenientes del 20% de los aportes que sobre las nóminas recauda la institución; y el Fondo de Investigación en Salud, establecido en la ley 643 del 2001, proveniente del 7% del recaudo de las loterías (**Gráfico 4**).

**Gráfico 4**



Fuente: Colciencias, Crédito Externo

En el **Cuadro 3** se observa el comportamiento del financiamiento de Colciencias por programas de ciencia y tecnología y por programas de innovación, pudiéndose observar que en el 2002 es el gran salto del financiamiento de los programas de innovación influenciado principalmente por el programa de desarrollo industrial y calidad. Así mismo dentro de los distintos programas de ciencia y tecnología, se destaca como se anotara anteriormente, el programa de salud

### Cuadro 3

#### PROYECTOS APROBADOS POR COLCIENCIAS, DISTRIBUCIÓN POR PROGRAMAS NACIONALES

EN MILLONES DE PESOS CORRIENTES

Programa	Vigencia Presupuestal												Total
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Biotecnología	326.24	132.92	584.92	1,074.65	1,252.68	1,221.16	1,054.96	692.64	329.00	731.20	1,240.55	1,591.65	10,232.57
Ciencia y Tecnología de la Salud	293.83	350.64	778.23	711.74	2,156.17	2,665.45	2,347.66	2,352.00	920.00	1,585.71	7,823.01	6,317.76	28,302.20
Ciencia y Tecnología del Mar	441.42	502.02	569.89	1,259.01	883.66	1,793.01	1,301.07	1,138.00	794.00	700.02	785.83	1,555.79	11,723.72
Estudios Científicos de la Educación	114.84	27.10	321.37	263.39	674.72	1,166.75	1,047.49	999.00	546.85	421.94	340.05	784.35	6,707.85
Ciencias Básicas	2,039.10	401.48	1,783.96	1,056.83	2,099.45	2,717.23	2,814.81	311.00	1,305.48	1,759.58	1,136.71	2,747.62	20,173.26
Ciencias Medio Ambiente y Habitat	75.09	132.65	565.44	1,133.60	231.83	1,866.83	2,675.24	1,765.00	466.34	524.45	450.59	1,398.86	11,285.90
Ciencias Sociales y Humanas	193.22	259.89	305.64	307.21	1,732.34	2,305.99	1,953.73	1,709.00	459.88	1,318.35	413.00	1,040.30	11,998.53
<b>Subtotal Programas de CyT</b>	<b>3,483.74</b>	<b>1,806.70</b>	<b>4,909.44</b>	<b>5,806.42</b>	<b>9,030.86</b>	<b>13,736.42</b>	<b>13,194.95</b>	<b>8,966.64</b>	<b>4,821.55</b>	<b>7,041.25</b>	<b>12,189.74</b>	<b>15,436.33</b>	<b>100,424.04</b>
Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad	325.85	191.99	1,233.25	1,182.27	4,905.44	7,122.25	1,690.76	3,869.80	1,433.55	845.49	1,808.33	8,185.06	32,794.03
Electrónica, Telecomunicaciones e	201.31	323.54	216.50	884.53	843.63	2,544.16	1,790.84	854.00	1,429.77	123.37	944.16	3,532.68	13,688.50
Ciencia y Tecnologías Agropecuarias	335.71	119.04	1,384.43	717.02	641.83	3,616.59	4,708.19	2,097.00	655.14	974.03	561.27	3,106.84	18,917.07
Investigaciones en Energía y Minería	408.05		776.87	238.83	607.12	1,561.77	2,856.01	641.31	711.45	801.18	1,101.56	2,591.40	12,295.56
<b>Subtotal Programas Innovación</b>	<b>1,270.92</b>	<b>634.56</b>	<b>3,611.05</b>	<b>3,022.65</b>	<b>6,998.02</b>	<b>14,844.78</b>	<b>11,045.80</b>	<b>7,462.11</b>	<b>4,229.91</b>	<b>2,744.07</b>	<b>4,415.32</b>	<b>17,415.98</b>	<b>77,695.16</b>
<b>Total</b>	<b>4,754.65</b>	<b>2,441.26</b>	<b>8,520.49</b>	<b>8,829.07</b>	<b>16,028.88</b>	<b>28,581.20</b>	<b>24,240.75</b>	<b>16,428.75</b>	<b>9,051.47</b>	<b>9,785.32</b>	<b>16,605.05</b>	<b>32,852.31</b>	<b>178,119.20</b>

FUENTE: Colciencias, Oficina de Registro de Proyectos

### *Publicaciones Científicas*

En el **Gráfico 5** se muestra la trayectoria de las publicaciones científicas colombianas para el período 1983 – 2002. Como se puede observar hay una correspondencia con la tendencia del **Gráfico 1** de acumulación de capacidades en construcción de capital humano, intelectual, institucional y de ambiente de conocimiento, así como con la tendencia de del financiamiento de la investigación, principalmente a partir de 1994 en donde se marca un quiebre importante de la curva.

Es de anotar que este comportamiento es resultado del fortalecimiento de la investigación académica y científica de los grupos y centros de investigación, así como de la infraestructura institucional y de reglas del juego construidas. Para el caso de la innovación tecnológica el comportamiento en cuanto a resultados en productos, procesos, publicaciones y patentes no tiene la misma dinámica de comportamiento.



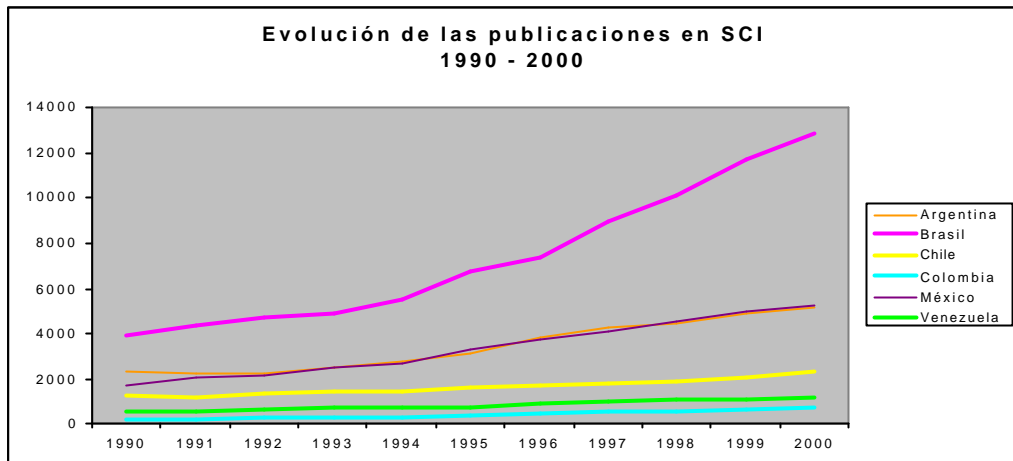
**Gráfico 5**



UNIANDÉS-UROSARIO-OCyT. Proyecto Impacto Social de la Ciencia. 2003-2004.

Si se compara con América Latina, como se muestra en el **Gráfico 6** Colombia presenta un nivel inferior en el número de publicaciones registradas en Science Citation Index con relación a Brasil, Argentina, México, Chile y Venezuela para toda la década de los noventa. Sin embargo se puede afirmar que como resultado de las políticas de ciencia y tecnología adoptadas desde finales de los ochenta e inicio de los noventa, principalmente en el fortalecimiento de las comunidades científicas, los grupos de investigación, la formación de recursos humanos de alto nivel y los incentivos a la publicación científica, el país presenta una tendencia de crecimiento mayor a los países considerados. Esto se observa en el **Gráfico 7** donde se calculan promedios móviles de dos años para las tasas de crecimiento. Así mismo, si se observa el **Gráfico 8** se puede ver que la tendencia logarítmica de Colombia crece más que la tendencia de crecimiento de América Latina.

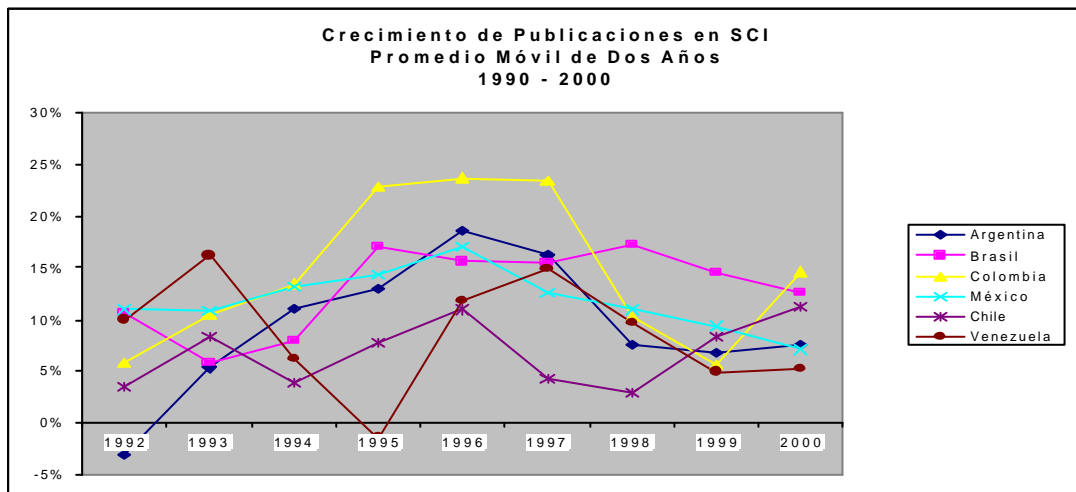
**Gráfico 6**



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia. Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Science Citation Index (ISI): Base multidisciplinaria, reúne cerca de 5300 revistas de Tecnología, Medicina, Ciencias de la Vida y Medio Ambiente

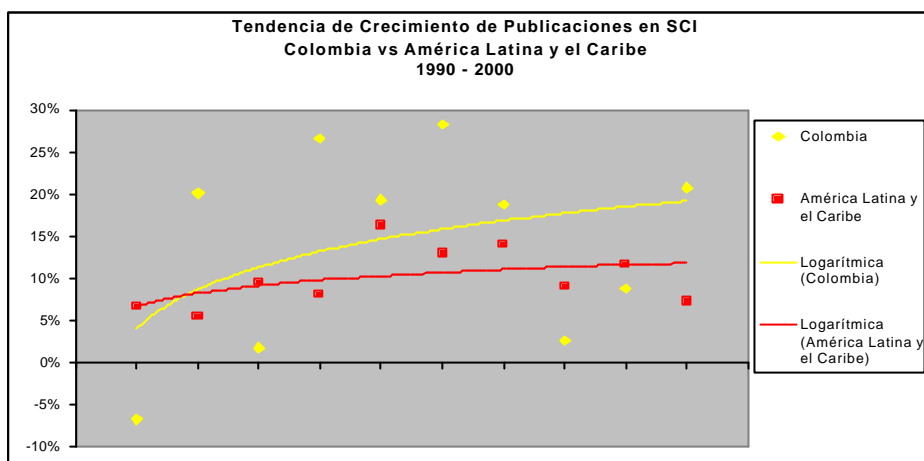
**Gráfico 7**



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia. Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Science Citation Index (ISI): Base multidisciplinaria, reúne cerca de 5300 revistas de Tecnología, Medicina, Ciencias de la Vida y Medio Ambiente

Gráfico 8

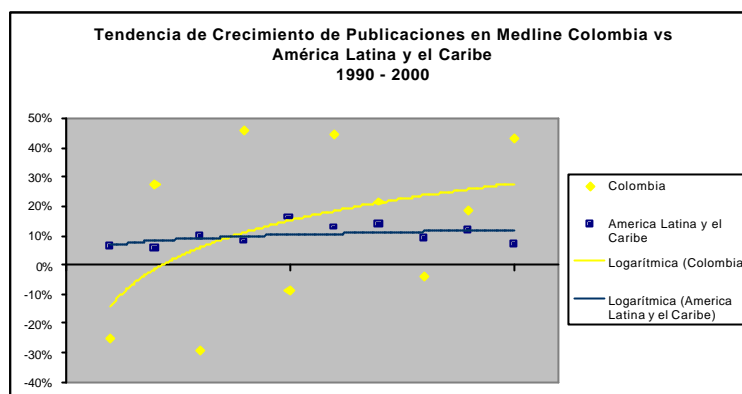


Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia. Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Science Citation Index (ISI): Base multidisciplinaria, reúne cerca de 5300 revistas de Tecnología, Medicina, Ciencias de la Vida y Medio Ambiente

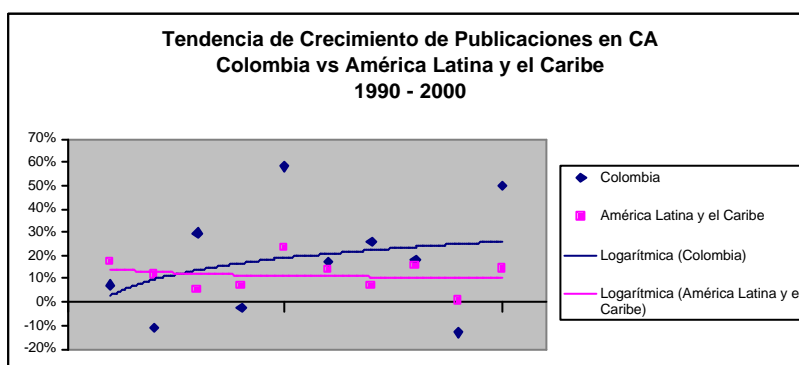
Una tendencia logarítmica similar se puede observar en las bases de datos de Medline y Chemical Abstracts como se puede observar en los **Gráficos 9 y 10**. Es de anotar que esta tendencia se debe a la consolidación de la comunidad científica de salud y de ciencias básicas biomédicas.

### Gráfico 9



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia. Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*  
Medline (Index Medicus): Comprende cerca de 4300 publicaciones de Medicina Humana y campos relacionados

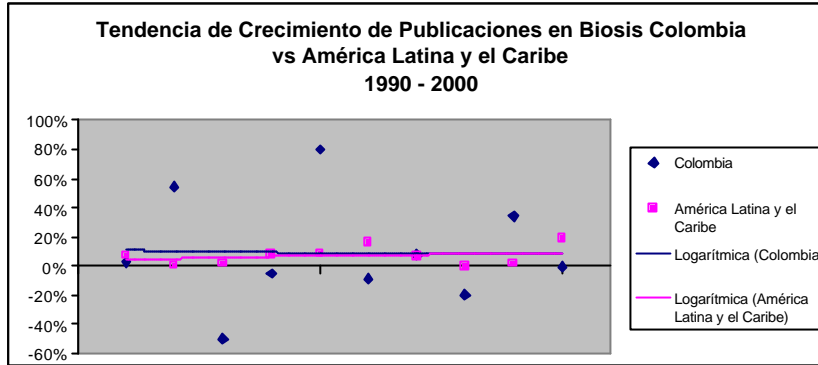
### Gráfico 10



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia. Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*  
CA (Chemical Abstracts): Comprende cerca de 8000 publicaciones de Química, Bioquímica e Ingeniería Química

Comportamiento diferente se observa en la publicación científica colombiana, comparada con la tendencia de América Latina en las bases de datos de Biosis y Compendex, como se puede observar en los **Gráficos 11 y 12**.

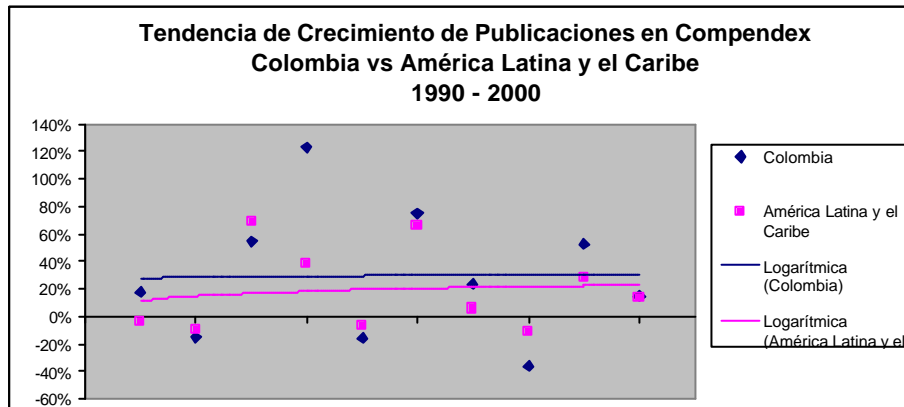
**Gráfico 11**



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia. Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Biosis (Biological Abstracts): Abarca cerca de 9000 publicaciones en el campo de las ciencias de la Vida

**Gráfico 12**



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia. Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Compendex (Engineering Index): abarca cerca de 5000 publicaciones en el área de Ingeniería incluyendo Informática

## PARTE I

### CAPÍTULO 2

#### NOTAS HACIA UN DOCUMENTO SOBRE LA MEDICIÓN DEL IMPACTO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

José Luis Villaveces C<sup>\*</sup>.

***Resumen:** El documento comienza por presentar de manera general la noción de impacto como efecto resultante de una intencionalidad e insiste en que sólo puede medirse el impacto de acciones programadas. Por eso es indispensable conocer los programas y utilizarlos como referencia para juzgar los resultados desde el punto de vista del impacto. Los resultados son, a su vez, la medida del impacto y estos pueden organizarse en tres tipos: productos, logros y efectos y en tres niveles: micro, meso y macro. De esta forma es posible construir una Matriz de Impacto Sistémico que permite organizar el análisis de impacto. Luego entra en el problema del impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología de Colombia, resultante de una política larga y coherente que se ha extendido por más de treinta y cinco años. Termina resumiendo los dos estudios de caso sobre el Programa Nacional de Biotecnología y sobre el de Ciencias Sociales y Humanas, hechos por Olaya y Orozco y por Murcia y Llanos respectivamente, para concluir que en el primero es posible discernir un impacto positivo que es menos claro en el segundo.*

***Palabras clave:** Impacto, programa, resultados, matriz de impacto, medida del impacto.*

#### El propósito de esta investigación

Se plantea en este proyecto de investigación el problema general de proponer y elaborar un sistema de indicadores de impacto de la ciencia y tecnología adecuados para Colombia al comenzar el siglo XXI. Su propósito es construir teoría y conceptos sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en una sociedad como la nuestra y hacer unas primeras aplicaciones empíricas de tales indicadores. Es natural que un sistema social se pregunte por el efecto de la ciencia y la tecnología sobre él y a esto hace referencia la noción de impacto.

En realidad, el uso de la expresión “impacto” en este contexto es problemático y parece ser el resultado de una de esas transliteraciones caras a los tecnócratas, que vierten palabras del inglés a aquellas que les parecen similares en español, sin ningún control de calidad.

Según la Academia de la Lengua, impacto es:

**impacto.** (Del lat. tardío *impactus*). **1.** m. Choque de un proyectil o de otro objeto contra algo. **2.** m. Huella o señal que deja. **3.** m. Efecto de una fuerza aplicada bruscamente. **4.** m. Golpe emocional producido por una noticia desconcertante. **5.** m. Efecto producido en la opinión pública por un acontecimiento, una disposición de la autoridad, una noticia, una catástrofe, etc.

Ese uso de la palabra “impacto” parece provenir de una metáfora balística y está lleno del poder y de las debilidades de tal metáfora y en este sentido denota los efectos sobre un ente externo al que produce la causa: el cazador dispara y el impacto o bien recae sobre su presa o bien

---

<sup>\*</sup>Director ejecutivo del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. Contacto: [jvillaveces@ocyt.org.co](mailto:jvillaveces@ocyt.org.co)

**Parte II**

**EL IMPACTO INTERNACIONAL DE LA CIENCIA  
COLOMBIANA**

**Parte II**  
**EL IMPACTO INTERNACIONAL DE LA CIENCIA COLOMBIANA**

**Capítulo 1**  
**Tendencias de las Publicaciones Colombianas**  
**en Revistas Indexadas Internacionales (1966-2002)**

*Por Sergio Riaga Guerrero,  
Abelardo Duarte Rey,  
Andrés Zambrano,  
Bibiana Gutiérrez y  
Ana María Villa<sup>1</sup>*

**1. Introducción**

Este capítulo hace un análisis cuantitativo de la producción de artículos indexados que se han realizado en Colombia, en el periodo comprendido entre 1966 y 2002. Se examinan el volumen, la distribución, y la visibilidad de la producción científica nacional que ha sido publicada en revistas indexadas internacionales, en diferentes áreas temáticas de las ciencias. También se hace un primer ejercicio exploratorio sobre las redes de coautorías que han formado entre 1966 y 2002<sup>2</sup>.

El artículo está dividido en 4 partes: En la primera, se explica y se justifica el uso del artículo indexado como unidad de análisis del presente estudio. En la segunda, se presenta la base de datos, describiendo los pasos metodológicos que permitieron su construcción y codificación. En la tercera, se hacen mediciones y valoraciones de la investigación científica nacional más reconocida internacionalmente. En la última, se hace un balance general del estudio y se señalan los principales elementos metodológicos y conceptuales que hay que tener en cuenta para diseñar indicadores confiables que permitan medir y

<sup>1</sup> La orientación del trabajo estuvo a cargo de Clemente Forero P.

<sup>2</sup> Para ello se utiliza la base de datos de producción científica indexada del Institute of Scientific Information (ISI). Los autores agradecen a Thomson ISI, Regional de América del Sur, por el acceso temporal a sus bases de datos que permitió el desarrollo de este y otros capítulos del presente informe.



caracterizar la ubicación y la dinámica de la investigación colombiana en el contexto científico internacional.

Los análisis se hacen con base en indicadores cuantitativos básicos que permiten describir cuantitativamente la actividad científica nacional y las múltiples relaciones observadas entre los autores, coautores, artículos publicados y áreas temáticas. El manejo particular de estos indicadores permite determinar cuánto producen los investigadores colombianos (*volumen*); en qué áreas adelantan su trabajo científico (*distribución de temáticas y distribución de autores en cada una de esas áreas*); y qué tanto citan sus trabajos (*visibilidad*). Todos estos aspectos son valorados a través del tiempo para conocer la evolución y el grado de estabilidad<sup>3</sup> de la investigación científica colombiana.

Cabe anotar que estas mediciones se aplican tanto al agregado total de artículos científicos colombianos indexados internacionalmente, como a la producción indexada en cada una de las áreas temáticas. A través de gráficos y tablas se describen tendencias, puntos de quiebre y comportamientos generales de la ciencia colombiana desde 1966 hasta el 2002.

El análisis cuantitativo que aquí se desarrolla no pretende adelantar conclusiones definitivas sobre la calidad relativa de las publicaciones realizadas dentro del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano, o sobre las formas particulares de organización que puedan llegar a desarrollarse en las comunidades académicas o los grupos científicos nacionales. Tales aspectos requieren, sin duda, un estudio cualitativo complementario sobre las estrategias de investigación de los científicos, sus métodos de trabajo, los instrumentos que utilizan, sus formas de interacción con los demás entornos sociales, los recursos humanos y técnicos que utilizan, etc. En el presente proyecto, tal estudio sólo se ha adelantado para el caso de los artículos calificados por el ISI como “top papers”. El presente trabajo constituye un primer avance en estos temas al hacer uso de estadísticas y herramientas de análisis sencillas (tablas y gráficos) que permiten medir y caracterizar la

---

<sup>3</sup> El grado de estabilidad se podría estudiar en dos aspectos diferentes: estabilidad de grupos y estabilidad de temáticas. La primera servirá para establecer si la cooperación entre coautores persiste en el tiempo, de forma que se puede hablar de grupos, redes, o incluso comunidades de trabajo académico (nacional y/o internacional). La segunda examinará el grado de permanencia de los investigadores en una o varias temáticas, a través del tiempo.

actividad científica nacional independientemente de los rasgos particulares de los autores, o del contenido específico de sus investigaciones.

Vale la pena aclarar, por último, que lo que aquí se entiende por impacto internacional de la ciencia colombiana, se refiere exclusivamente a la visibilidad de la producción científica indexada en el entorno mundial de la ciencia, y más exactamente, en los journals más importantes del mundo según la clasificación ISI (ver sección 2). La influencia de la ciencia colombiana puede darse en múltiples dimensiones, además de la científica, y por medios distintos al de los artículos publicados en revistas indexadas<sup>4</sup>. La importancia de la ciencia puede evaluarse en diversos contextos como, por ejemplo, el productivo (su relación con la generación de patentes o innovaciones); el de políticas públicas (su influencia en la toma de decisiones de la comunidad o el bienestar social de la misma); o el correspondiente a proyectos de interés general para la sociedad, e incluso, para toda la humanidad, como la preservación del medio ambiente o el descubrimiento de una vacuna<sup>5</sup>. Pese a ello, la información que se tiene sobre los artículos indexados internacionalmente es la más sistematizada y sobre la cual se pueden hacer, por ahora, avances más significativos y confiables. A continuación, en la Sección I, se expone este punto.

## **2. La unidad de análisis: Los artículos científicos**

Los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (CTS) han demostrado, tanto en el campo empírico<sup>6</sup> como en el área de la teoría abstracta<sup>7</sup>, que las actividades tecno-científicas son

---

<sup>4</sup> Además de los artículos publicados en revistas indexadas, los científicos también producen informes de investigación, apuntes de laboratorio, ponencias, notas de clase, artefactos de laboratorio, editoriales o notas de prensa, libros o capítulos de libro, informes de peritaje, etc.

<sup>5</sup> Callon et al. (1995, pp. 15-16) señalan, por ejemplo, que la naturaleza y los resultados de la ciencia pueden ser analizados “según cinco dimensiones principales” que los autores sintetizan bajo el nombre de “la rosa de los vientos de la investigación”: Estas dimensiones son el mundo de los conocimientos científicos certificados, el medio productivo, el de las actividades de formación e instrucción de nuevos investigadores y científicos, el medio de los programas públicos (especializados o generales), y el de las actividades de divulgación de conocimientos y decisión colectiva.

<sup>6</sup> Ver, por ejemplo, la colección de estudios de la ciencia y la tecnología de Bijker, et al. (1987). También tener en cuenta el libro de Latour y Woolgar (1988) sobre la naturaleza del trabajo de laboratorio.

<sup>7</sup> Ver, por ejemplo, la propuesta desarrollada por la economía de la ciencia (David, 1997), o la realizada por sociología contemporánea del conocimiento (Woolgar, 1991).

operaciones fundamentalmente colectivas que dependen de la coordinación y cooperación de múltiples agentes y artefactos heterogéneos. La validez de una nueva pieza de conocimiento en la ciencia, por ejemplo, no se obtiene de forma aislada con criterios auto-impuestos individualmente, como por ejemplo, el de mayor o menor “veracidad” de las teorías o los experimentos realizados. Existe un amplio consenso entre filósofos, sociólogos y economistas de la ciencia que sostiene que la legitimación del conocimiento nuevo consiste, más bien, en la capacidad que éste tiene para superar, dentro de una comunidad de pares y especialistas, las pruebas de evaluación colectiva que determinan la novedad, la reproducibilidad y la importancia de su contenido. Aunque un científico normalmente adelanta procesos individuales de autocrítica y auto-evaluación, él o ella (o su grupo) no pueden ser ajenos a las evaluaciones de sus pares, más aún cuando pretenden ganar credibilidad y reconocimiento, o quieren verificar la solidez de sus planteamientos, o aprender nuevas formas de resolver problemas e introducirse en nuevos campos de trabajo<sup>8</sup>. La evaluación y la certificación científica sólo son posibles en un espacio colectivo de debate y discusión.

En general, tales interacciones colectivas (locales y globales) se desenvuelven en los escenarios complejos de las comunidades académicas y los “colegios invisibles” (David, 1997). En los últimos tiempos, estos grupos y sus integrantes han concentrado buena parte de sus actividades de creación, validación, acumulación y difusión de conocimientos nuevos en los medios y las publicaciones científicas que son coordinadas por consejos editoriales y evaluadores científicos especializados en diferentes campos de la investigación.

En efecto, la elaboración y exposición escrita de conocimientos certificados se ha convertido, sin duda, en una de las empresas literarias más importantes de los últimos años. Hoy en día, la codificación de los procedimientos y los hallazgos científicos en forma de artículos, informes de investigación, libros, manuales de laboratorio, etc., abarca la mayor

---

<sup>8</sup> Esta literatura también ha mostrado que para propiciar avances científicos, los investigadores deben apoyarse en ciertos flujos de conocimiento (tácito y codificado), que trascienden las capacidades y los conocimientos individualmente acumulados por los investigadores. Este “conocimiento común” se mantiene gracias a las interacciones de agentes heterogéneos que intercambian resultados, replican contenidos, usan instrumentos comunes, etc. La cooperación y la coordinación de diversos actores son requisitos esenciales para ganar solidez en los hallazgos científicos.

parte del tiempo y de los recursos utilizados por los individuos y los grupos científicos. Entre este grupo de trabajos, el “artefacto escrito” que revela de forma más explícita las interacciones relacionadas con la creación, acumulación y difusión de conocimientos certificados es el artículo científico o el “texto-red” como lo denomina M. Callon (2001, p. 90).

El artículo científico permite la evaluación colectiva que eventualmente conduce a la certificación de nuevas piezas de saber y al reconocimiento académico de sus autores. Es, además, un poderoso instrumento de difusión de información y conocimiento codificado que puede aumentar el saber colectivo, o por b menos, dinamizarlo. La codificación que implica un texto científico, permite en últimas, crear vínculos entre autores y lectores que tal vez de otra manera no se habrían llegado a relacionar. Tales contactos, aunque incompletos, promueven el avance de la ciencia a través de la evaluación y cooperación de múltiples agentes heterogéneos.

En principio, el artículo científico parece ser un simple cúmulo de inscripciones e informaciones impersonales que poco o nada tienen que ver con el contexto en el que fueron creados o han sido leídos. Sin embargo, al hacer un análisis más detenido sus componentes, el texto científico revela la acción e interacción de múltiples sujetos y objetos que participan en su elaboración, que además remiten a otros textos y a otras redes de conocimiento.

Aspectos como el nombre de la revista, la lengua escogida, el título del artículo, la clasificación temática, el nombre de los autores y las instituciones a las que pertenecen, dejan entrever un panorama general pero confiable sobre el campo de acción del trabajo académico que produjo ese artículo, las audiencias a las que va dirigido, sus orígenes institucionales y regionales, etc. De igual manera, las citas y las referencias bibliográficas enriquecen el panorama al permitir identificar las redes y las temáticas de investigación en las cuales se inscribe, o pretende inscribirse, un autor. Las citas generalmente se utilizan para aplicar o rechazar métodos, debatir o validar resultados anteriores, o contrastar las propias conclusiones con las de los pares y críticos. Es así que las citas revelan una serie de vínculos, explícitos e implícitos, con otros autores y temáticas que dan unos primeros

indicios de las relaciones científicas que existen dentro de una disciplina, una comunidad académica, un país, una región, etc.

El alto grado de codificación de la información concerniente a los artículos científicos indexados permite adelantar análisis cuantitativos de tipo cuantitativo y cualitativo que dejan ver buena parte de los elementos y las relaciones subyacentes que rigen la actividad científica de los investigadores y los grupos que conforman Ninguno de los tipos de análisis pretende ser exhaustivo. Ambos son complementarios.

Son dos las razones que justifican, entonces, estudiar el impacto y posición de la ciencia colombiana a través del análisis de los artículos publicados en los journals indexados más importantes del mundo. Por una parte, está la razón teórica: el artículo es una de las expresiones más claras y completas que se puede encontrar del trabajo científico, en todas sus dimensiones. El texto científico es una red “que por sí misma provee su propia descripción”<sup>9</sup> y consiste en mucho más que la simple inscripción de supuestos y conclusiones escritas. Para quien trabaja con esta información, la clave está en hacer un seguimiento cuantitativo y cualitativo de los componentes del “texto-red” (autores, citas, palabras clave, áreas temáticas, lengua escogida, institución patrocinadora, red de agradecimientos, etc.) y las relaciones existentes entre ellos.

Por otra parte, está la razón práctica: la información concerniente a los artículos indexados en revistas internacionales de alta visibilidad está ampliamente codificada, lo cual facilita su tratamiento y manipulación para diversos propósitos. No obstante, es necesaria su organización y sistematización, para así identificar aspectos críticos como el contexto en el que se elaboran los documentos, el tipo de autores que los elaboran y la clase de vínculos científicos que los soportan (coautorías, grupos de trabajo, redes de colaboración científica, comunidades académicas establecidas, etc.).

Antes de pasar a la definición y construcción de la base de datos, es conveniente insistir en que hay otras formas, igualmente importantes, de evaluar el comportamiento y la dinámica global de la ciencia nacional de punta. Hay otros aspectos (humanos y no-humanos; instrumentos, personal, recursos financieros, etc.) que deben ser tomados en cuenta para

---

<sup>9</sup> M. Callon (2001, p. 91)

construir una representación más detallada y objetiva de los modos de organización de la investigación científica colombiana, y de los recursos y resultados que maneja. Lo importante es crear modelos y metodologías de medición de impacto y dinámica de la ciencia que integren y hagan complementarios tales análisis.

### **3. La base de datos**

La base de datos se elaboró a partir de la información que se obtuvo en el Institute of Scientific Information (ISI) sobre producción científica indexada. Esta información consiste en un compendio bibliográfico de trabajos publicados en revistas indexadas reconocidas por su alta visibilidad y reputación científica internacional. El lugar en el que se publica esta información se denomina el *ISI Web of Science*<sup>TM</sup>, y sus consultas arrojan información bibliográfica completa de los artículos publicados en revistas indexadas de distintas áreas temáticas como ciencias sociales, neurociencias, física, química, etc.

Como herramienta bibliométrica y cienciométrica, el producto *ISI Web of Science*<sup>TM</sup> es muy valioso. No sólo permite conocer los datos particulares de cada uno de los artículos que se publican en temas específicos de la ciencia, sino también facilita información sobre la visibilidad y el impacto generado por esos documentos publicados. Sin embargo, su uso no está exento de algunas limitaciones. La utilización de las citas como herramienta cienciométrica es, por ejemplo, objeto de múltiples críticas dentro de la comunidad académica internacional. Usualmente, el conteo de citas se utiliza como medida de visibilidad e impacto de las publicaciones científicas indexadas. Para muchos, esta estadística ofrece un panorama muy limitado de la producción científica indexada. No sirve para comparar el impacto de revistas o artículos que pertenecen a áreas temáticas diferentes, dado que las prácticas de citación varían significativamente de una disciplina y otra. Asimismo, su uso como índice de calidad es problemático. La probabilidad que tiene un artículo para ser citado depende de múltiples factores además de su calidad. Muchos autores citan un mismo artículo porque los demás lo hacen; existe el problema de las auto-citas, así como la cuestión de la sobre-representación de unos artículos con respecto a otros.

El alto contenido experimental y metodológico de muchos artículos de ciencias básicas y experimentales, los hace más propensos a ser citados y referenciados por muchos investigadores en muchas disciplinas.

Aunque la información ofrecida por ISI no es completa y la forma en que se presenta no es muy sofisticada, sí cumple un objetivo práctico importante. Proporciona una base de datos amplia y diversa que permite construir un panorama más o menos general de la actividad científica internacional.

Toda la información disponible en el *ISI Web of Science*<sup>TM</sup> se puede consultar a través de un formulario en Internet. La suscripción a esta base de datos es bastante costosa y su precio es diferencial dependiendo de las características del cliente.

Las consultas a la base de datos pueden hacerse en múltiples campos como lo son la institución que según el autor patrocina la elaboración del artículo, su nombre, la revista en que es publicado el documento, el año en el que aparece, etc. También se pueden realizar búsquedas en campos que no están disponibles en otras bases de datos mundiales como el número de citas de cada artículo, sus referencias a otros autores y las palabras clave. Esta información permite deducir relaciones numéricas, estadísticas y cualitativas de un grupo de autores, incluso para casos particulares como el de la comunidad científica colombiana.

Hay que precisar que la información obtenida de ISI no permite hacer análisis global de las redes sociales de citas. Este análisis únicamente se lograría observando casos específicos. Inclusive si se tiene un acceso ilimitado en tiempo al *ISI Web of Science*<sup>TM</sup>, solamente es posible hacer análisis de citas en casos puntuales, ya que establecer el total de citas a todos los autores colombianos que aparecen en la base de datos es un procedimiento muy complicado. Esto requiere de la descarga de la información artículo por artículo, lo cual supera los recursos y los intereses del presente estudio.

La consulta a la base de datos, que fue el punto de partida de este estudio, se hizo buscando la palabra “Colombia” en los campos de direcciones de los autores y dirección de solicitud de reimpresión en cada una de las siguientes áreas temáticas del ISI:

---

**Áreas Temáticas del ISI Web of Knowledge**

---

Agricultural Sciences  
Biology and Biochemistry  
Chemistry  
Clinical Medicine  
Computer Science  
Economics & Business  
Engineering  
Environment & Ecology  
Geosciences  
Immunology  
Material Sciences  
Mathematics  
Microbiology  
Molecular Biology & Genetics  
Multidisciplinary  
Neuroscience & Behavior  
Psychiatry & Psychology  
Physics  
Plant & Animal Science  
Social Sciences, General  
Space Science

---

Esta información del país se obtiene de la dirección de la institución que acompaña al nombre de cada autor una vez el artículo es publicado. Esto es importante en el momento de hacer el análisis pues se asume que la producción científica colombiana que aparece en ISI es la que se atribuye a una institución con sede en Colombia y no a un autor colombiano que trabaja en el extranjero. Existe la posibilidad de que un autor colombiano firme su artículo con una institución extranjera y no una nacional. En este último caso, el artículo no quedaría incluido en la consulta realizada para el presente estudio. Así mismo puede que un



autor extranjero haga un estudio de campo en Colombia y publique un artículo en una revista internacional mencionando a la institución extranjera donde él/ella trabaja. En este caso, este artículo tampoco saldría en la consulta hecha por la palabra “Colombia”.

Después de realizadas las consultas en Noviembre de 2003 se procedió a organizar la información en una base de datos propia que permitiera hacer análisis numéricos, estadísticos y descriptivos de variables interesantes. Este trabajo se hizo principalmente en software de hoja de cálculo y de bases de datos. Fue necesario programar algunos algoritmos que ayudaran a la organización y redistribución de la información ya que el procedimiento no era trivial. También se efectuó un trabajo de depuración manual para darle uniformidad a campos como la ciudad y la institución que aparece en la dirección de los autores. Con la información ya depurada se procedió a hacer diversas exploraciones cuantitativas y cualitativas. Los resultados de estos análisis se presentan a continuación.

#### **4. La publicación de artículos en revistas indexadas internacionales (1966-2002)**

Generalmente, los indicadores cuantitativos se clasifican en dos grupos: Los que analizan la actividad científica, y los que estudian los aspectos relacionales de la misma<sup>10</sup>.

Los indicadores de actividad se refieren a medidas simples como la cantidad total de artículos que producen los científicos, las revistas y las áreas temáticas en que publican o son clasificados sus documentos, el número de autores que participan en los textos, etc.

Entre los indicadores de actividad científica, también se estudia el cómputo de citas. Aun no parece haber un total acuerdo entre los especialistas sobre si este indicador sólo mide la visibilidad de un artículo, o si permite establecer índices de calidad del mismo. Hay

---

<sup>10</sup> “Esta distinción entre indicadores de actividad e indicadores de relación remiten a dos modelos diferentes del desarrollo científico y técnico. El primer modelo concibe la ciencia como una actividad productiva normal. Un campo de investigación (...) o un sector técnico están considerados como perfectamente identificables. La hipótesis está basada en que sus fronteras no se modifican más que a largo plazo. (...). En el segundo modelo, calificado como relacionador, la identificación de las comunidades de investigadores, de los campos o de los sectores no se efectúa a priori. Se considera dicha identificación como dependiente de las estrategias de los actores presentes y particularmente de los programas de investigación que éstos pretenden desarrollar”. Callon et al. (1995, pp. 41-42)

consenso, sin embargo, en cuanto a su conveniencia para cuantificar *el impacto* de un texto científico en una o varias áreas temáticas.

El análisis de citas y citas-conjuntas<sup>11</sup> ha contribuido al diseño y aplicación de otra clase de indicadores, que van más allá de la simple contabilidad de artículos publicados o del número de autores involucrados. Con tales indicadores se han intentado caracterizar los modos de relación y organización de los científicos, ya sea en forma de coautorías, en grupos estables de investigación, en redes académicas, formales e informales, etc. Estos indicadores se conocen como los de relación científica.

Dado el objetivo que se persigue en la presente investigación y la naturaleza particular de la base de datos que se va a analizar, se realizarán las siguientes valoraciones de la ciencia colombiana en el ámbito mundial.

De la actividad científica como tal, se evalúan tres elementos básicos:

- a. Volumen de la producción científica indexada
- b. Distribución de los artículos y los autores en las diversas áreas temáticas
- c. Visibilidad de la producción literaria indexada hecha en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano.

En cuanto al aspecto relacional de la ciencia, se estudiará una primera propuesta metodológica en torno a:

- a. Posicionamiento (en términos de centralidad) de los autores y coautores nacionales con los grupos y las redes internacionales de la ciencia

Ambas dimensiones, la actividad científica y el aspecto relacional, se analizan tanto en el agregado de los artículos indexados, como en cada una de las áreas temáticas definidas por el ISI. Asimismo, los estudios se hacen a través del tiempo para evaluar la evolución de la investigación científica en términos de la estabilidad observada en los grupos de autores e investigadores nacionales y/o extranjeros, y la continuidad/discontinuidad que hay en la publicación de artículos en las áreas temáticas de mayor interés para este estudio.

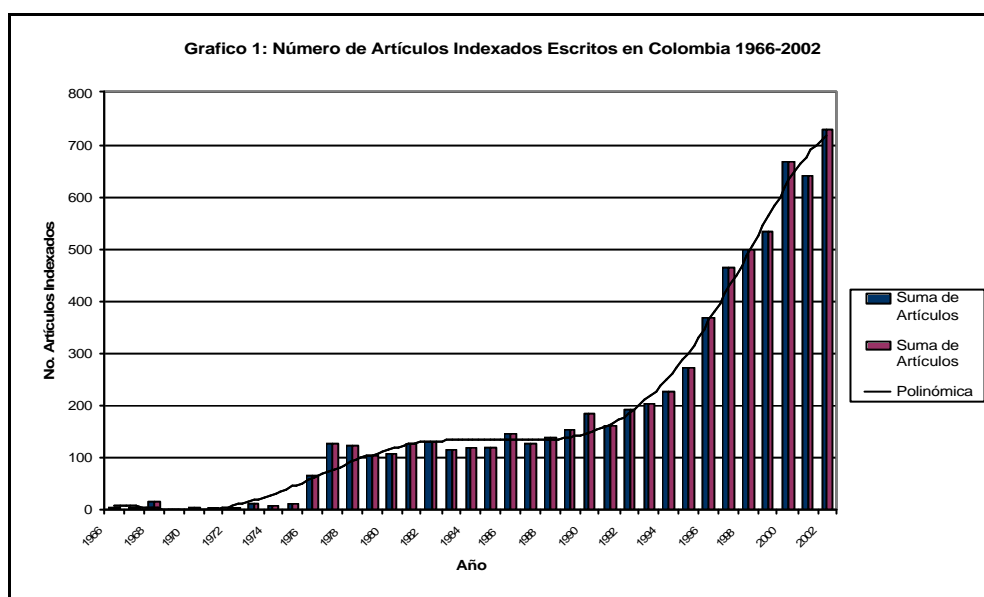
<sup>11</sup> Las citas -conjuntas son aquel conjunto de artículos que aparecen referenciados simultáneamente en otros textos científicos. Por ejemplo, en las publicaciones concernientes a la teoría económica del crecimiento es común encontrar citas simultáneas de Paul Romer (1990) y Robert Lucas (1993). Esta pareja de artículos haría, entonces, una cita conjunta.

## Los resultados<sup>12</sup>

### 1. Características de la actividad científica observada

#### a. Volumen

Entre 1966 y el 2002, la producción de artículos indexados, elaborados dentro de lo que hoy se conoce como el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano, muestra tres etapas de desarrollo claramente diferenciadas:



#### Cálculos de los autores con base en datos del ISI<sup>13</sup>

La primera va desde 1966 hasta 1975. Desde la aparición de los seis primeros artículos indexados en Colombia en el año 1966 (ver cuadro 1), hasta los once artículos publicados en 1975, se observa una actividad permanente de producción literaria científica, aunque con niveles muy bajos que no superan los 16 artículos por año.

<sup>12</sup> Los resultados que aquí se presentan se obtuvieron del análisis de 5048 artículos indexados cuyas áreas temáticas ya estaban definidas. Los documentos restantes se analizarán posteriormente, una vez se hayan clasificado en las áreas temáticas correspondientes.

<sup>13</sup> La fuente del gráfico anterior fue una consulta hecha a la Base de Datos "ISI Web of Science" en Noviembre de 2003, con el criterio de "Colombia" en las direcciones de los autores de los artículos o de las direcciones referenciadas para solicitud de reimpresión. Cálculos del proyecto CTS

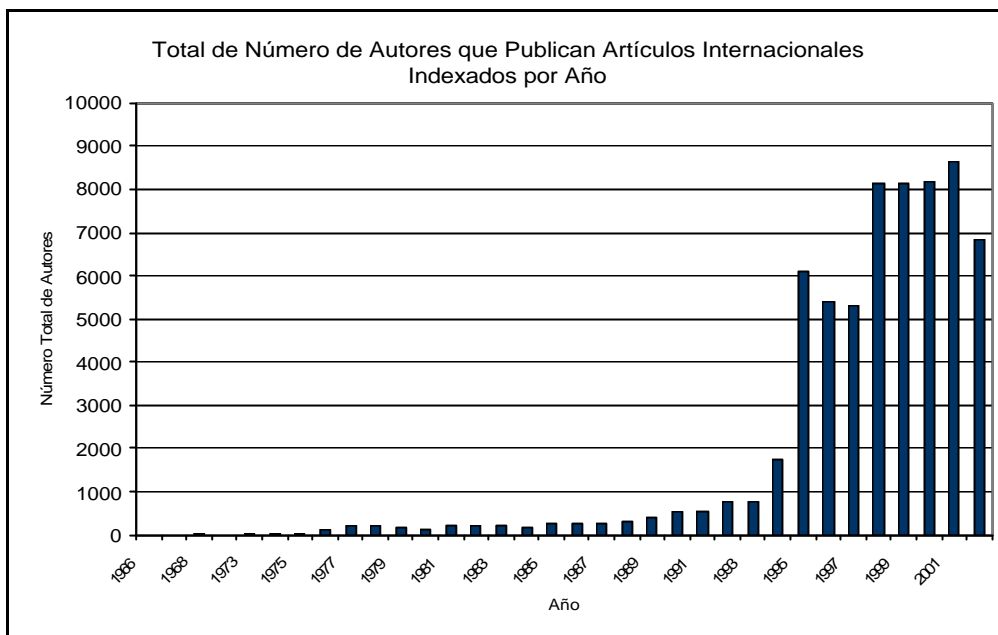
Primeros Artículos Colombianos Referenciados por el <i>Institute of Scientific Information</i> - Año 1966									
Autor	Título del Documento	Título de la Revista	Vol.	No.	Área Temática	Número de Citaciones al Artículo	Institución	Ciudad	Editorial
KRUIDERINK, A	SOME ASPECTS OF THE SPANISH MEDITERRANEAN FISHING INDUSTRY	TJDSCHRIFT VOOR ECONOMISCHE EN SOCIALE GEOGRAFIE	57	6	Ciencias Sociales, General	0	TECH ASSISTANCE PROGRAM	BOGOTA	BLACKWELL PUBL LTD
BIRD, RM	TAX-SUBSIDY POLICIES FOR REGIONAL DEVELOPMENT	NATIONAL TAX JOURNAL	19	2	Economía y Negocios	3	HARVARD UNIVERSITY, DEV ADVISORY	BOGOTA	NATL TAX ASSN
AGUIRRE, A	COLOMBIA - FAMILY IN CANDELARIA	STUDIES IN FAMILY PLANNING		11	Ciencias Sociales, General	0	UNIV. DEL VALLE, FAC. DE MEDICINA, DEPTO. DE PEDIATRÍA	CALI	POPULATION COUNCIL
DEPINEDA, VG	IMPACT OF CULTURE AND NORMS OF DISEASE	MILBANK MEMORIAL FUND QUARTERLY-HEALTH AND SOCIETY	44	2	Ciencias Sociales, General	0	UNIV. NACIONAL, FACULTAD DE SOCIOLOGÍA	BOGOTA	BLACKWELL PUBLISHERS
SAMPER, A	ROLE OF AGRICULTURE IN ECONOMIC GROWTH	INTERNATIONAL DEVELOPMENT REVIEW	8	4	Economía y Negocios	0	MINISTERIO DE AGRICULTURA	BOGOTA	SOC INT DEVELOP
FLOREN, L	INTER-AMERICAN SCHOOL OF LIBRARY SCIENCE, UNIVERSITY OF ANTIOQUIA - ORIGINS AND FUTURE PLANS	UNESCO BULLETIN FOR LIBRARIES	20	4	Ciencias Sociales, General	1	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	MEDELLIN	UNESCO

**Cuadro 1**

En este periodo se destaca lo ocurrido en 1968 cuando se produce una cifra record para la época de 16 artículos. Sin embargo en lo siguientes 4 años sólo se publican 2, 6, 4 y 4 artículos, respectivamente. Indudablemente este periodo se caracteriza por tener muy pocos autores con muy pocos artículos, y con un bajo ritmo de publicación.

Cabe recordar, no obstante, que en este primer periodo, a finales de la década de los sesenta y comienzos de los setentas, se llevan a cabo una serie de reformas institucionales importantes como la fundación de COLCIENCIAS y el ICETEX. Asimismo, se ponen en marcha numerosas transformaciones dentro de las instituciones universitarias (públicas y privadas) que abarcan cambios en los currículos de las carreras, reorganización de facultades, ampliación en la cobertura, y la formación de un mayor número de profesionales con postgrados.

Estos cambios institucionales comienzan a observarse a partir de 1976 cuando se inicia la segunda etapa en el historial de publicaciones internacionales elaboradas en Colombia. En este periodo aumentan significativamente los artículos publicados por año y el número de autores que los elaboran.



### Cálculos de los autores con base en datos del ISI

Esta tendencia es estable hasta 1989. En el lapso de tiempo comprendido entre 1976 y 1989, se observa un rango en la publicación de artículos con un límite inferior de 66 en el año de 1976 y un valor máximo de 153 en el 89; el promedio anual es de 122 artículos.

A partir de 1990 se observa una tercera etapa de desarrollo en la que hay un despegue muy significativo en el número de publicaciones por año (un aumento promedio simple de 45 artículos por año). Igualmente aumenta el número de autores y coautores. La organización e institucionalización formal del SNCyT a finales de la década de los 80's y comienzos de los 90's, en particular la de COLCIENCIAS y la referida a la conformación de los 11 programas nacionales de ciencia y tecnología, parecen ejercer una fuerte y positiva influencia en la productividad científica de los investigadores y las entidades que actúan dentro de él. A partir de 1992, el número de artículos publicados en todas las áreas no deja de crecer año a año, aunque entre el 2000 y el 2001 hay un leve descenso en la producción científica del SNCyT colombiano, que podría explicarse, en principio, por las drásticas reducciones en los recursos financieros disponibles para la investigación científica y técnica en COLCIENCIAS, y por el crítico entorno de recesión económica que se produjo durante esa época.

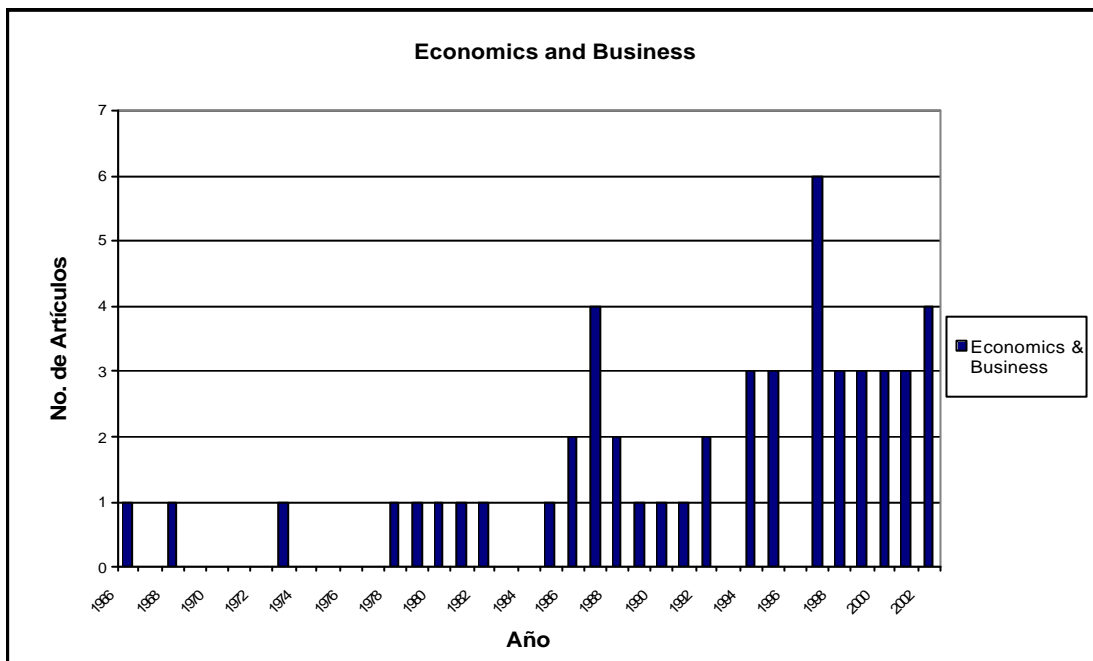
En general, se podría decir que las publicaciones indexadas colombianas no dependen directamente de la financiación de proyectos de los programas de COLCIENCIAS. La financiación de la actividad científica que termina en artículos internacionales puede venir de muchas otras partes: de instituciones públicas o privadas, nacionales o internacionales. Es por esto que cobra sentido la noción de un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología abierto. Asimismo, la producción de publicaciones internacionales indexadas es atribuible a unas dinámicas sistémicas positivas que dependen de otros factores, además de la financiación de COLCIENCIAS<sup>14</sup>. Incluso hay periodos en los que se observa una reducción de la financiación pública a la ciencia, pero con incrementos constantes en la producción de artículos. Al mismo tiempo, muchos de los esfuerzos de COLCIENCIAS diferentes a la financiación explícita de proyectos de investigación, pueden tener efectos positivos y directos en el incremento de producción de artículos internacionales. Es el caso, por ejemplo del programa de becas doctorales iniciado a principios de los noventa. El ICETEX también tiene programas de financiación para doctorados que pueden reflejarse en el aumento de publicaciones indexadas. La única forma de establecer esta relación es determinando que financiación han recibido los autores de los artículos.

Habría que reflexionar, entonces, si en el periodo analizado, la relación casi inversa entre presupuesto de COLCIENCIAS y número de publicaciones internacionales, se causó, o porque la gestión de COLCIENCIAS pudo propiciar, con menos recursos y una más eficiente administración, la generación de más artículos y productos científicos; o porque las fuentes de financiación de los grupos o investigadores que elaboraron este creciente número de artículos se concentraron mucho más en las universidades públicas y/o privadas, los centros de investigación particulares, las empresas privadas, etc.; o porque hubo una mayor cooperación con la comunidad científica internacional, o simplemente porque los científicos ubicados dentro del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano realizaron un mayor esfuerzo individual, independiente de cualquier esfuerzo institucional, por adquirir mayor visibilidad internacional.

<sup>14</sup> Además, los efectos de la financiación no son inmediatos sino que se distribuyen a lo largo del tiempo. Asimismo, estos efectos también dependen de otras variables del entorno que pueden reforzar o limitar las externalidades generadas por la financiación de actividades asociadas con la creación y acumulación de conocimiento.

## b. Distribución

Entre 1966 y 2002 se producen, entonces, un total de 7454 artículos<sup>15</sup>. Las tres áreas que producen más artículos, en términos relativos y de acuerdo con la clasificación de ISI, son ciencias vegetales y animales (18.8% del total publicado en el periodo), física (17.1% del total) y medicina clínica (13.7%). Las áreas en las que menos publicaciones indexadas aparecen son ciencias de la computación (0.95%), ciencias espaciales (0.97%) y economía y negocios (1.07 %). En esta última área, llama la atención la escasa actividad científica que se ha llevado a cabo en el periodo analizado. En términos del volumen de publicaciones internacionales, economía y negocios es preocupante: en ningún año se producen más de 6 artículos indexados y hay un bajo promedio simple de 2 a 3 artículos publicados por año.



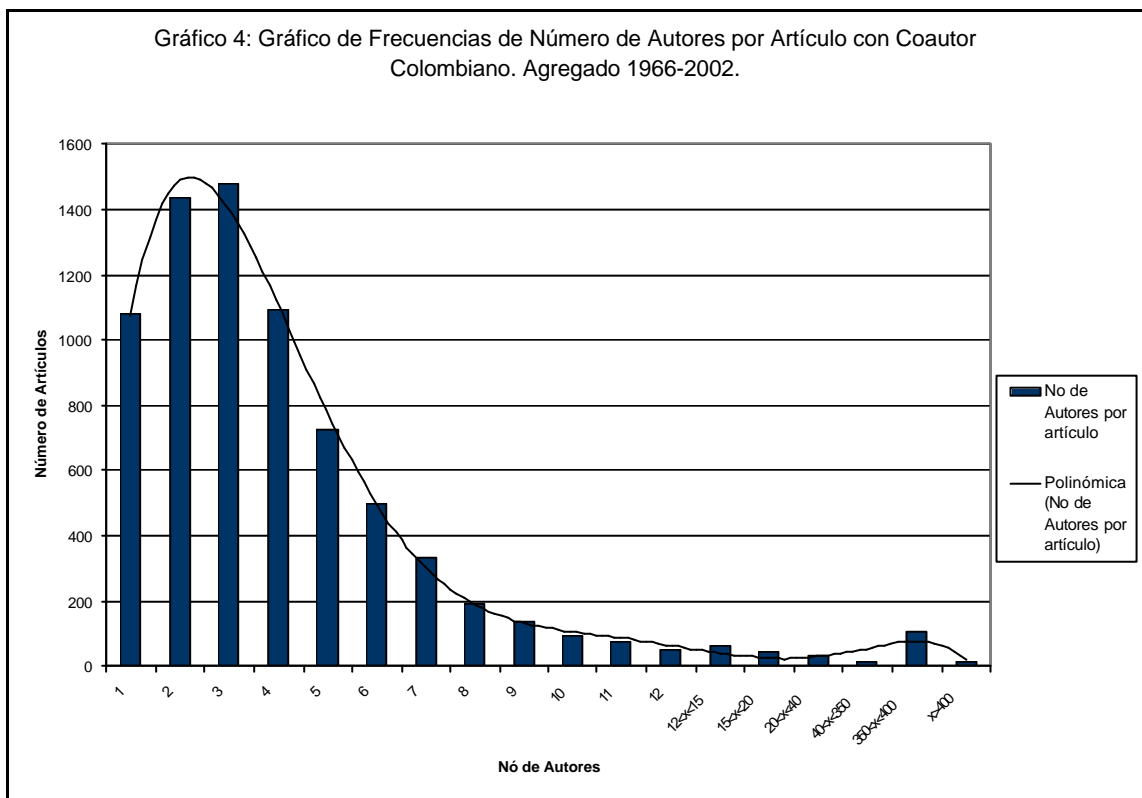
### Cálculos de los autores con base en datos del ISI

Ahora bien, la posición relativa de estas áreas a lo largo del tiempo no siempre ha sido así. Es más, el peso relativo de las publicaciones asociadas con ciencias vegetales y animales, y medicina clínica se ha venido reduciendo desde 1990. Esto, sin embargo, no debe interpretarse como una menor actividad científica en estos campos. Este tipo de variaciones se dan a términos relativos por lo que es de esperarse que su disminución se deba, más bien,

<sup>15</sup> En este estudio se analiza un grupo representativo de 5048 artículos indexados

al avance y a la mayor productividad en otras áreas como química y física en las que no se había avanzado en años anteriores, seguramente porque los autores de los artículos estaban en pleno proceso de formación. Incluso, un fenómeno como el de física, que a lo largo del tiempo parece mantener constante su posición relativa frente al agregado, esconde el hecho de que es una de las áreas que a lo largo del tiempo produce más cantidad de artículos indexados.

En la base de datos se observa, también, que son más frecuentes los artículos en coautorías que los artículos de un solo autor.



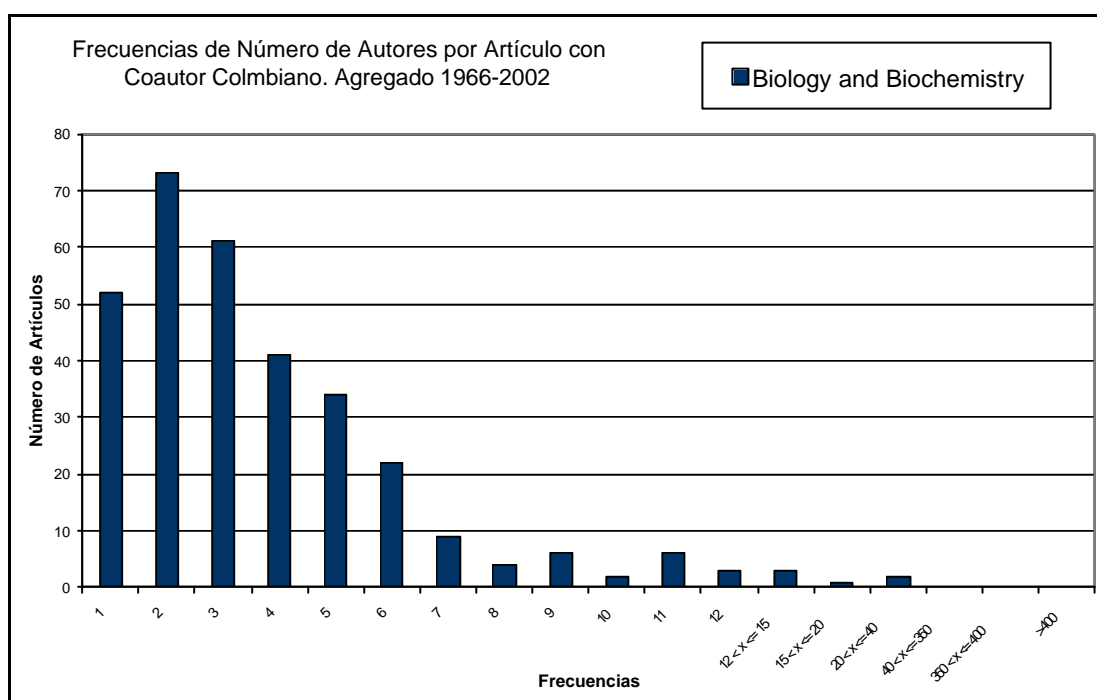
### Cálculos de los autores con base en datos del ISI

Normalmente, los investigadores que trabajan dentro del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano realizan artículos con dos a tres autores. Sin embargo, existen “casos espectaculares” como Física e Ingeniería en las cuales se encuentra una gran cantidad de documentos que son elaborados por 350 a 400 autores, con la participación de

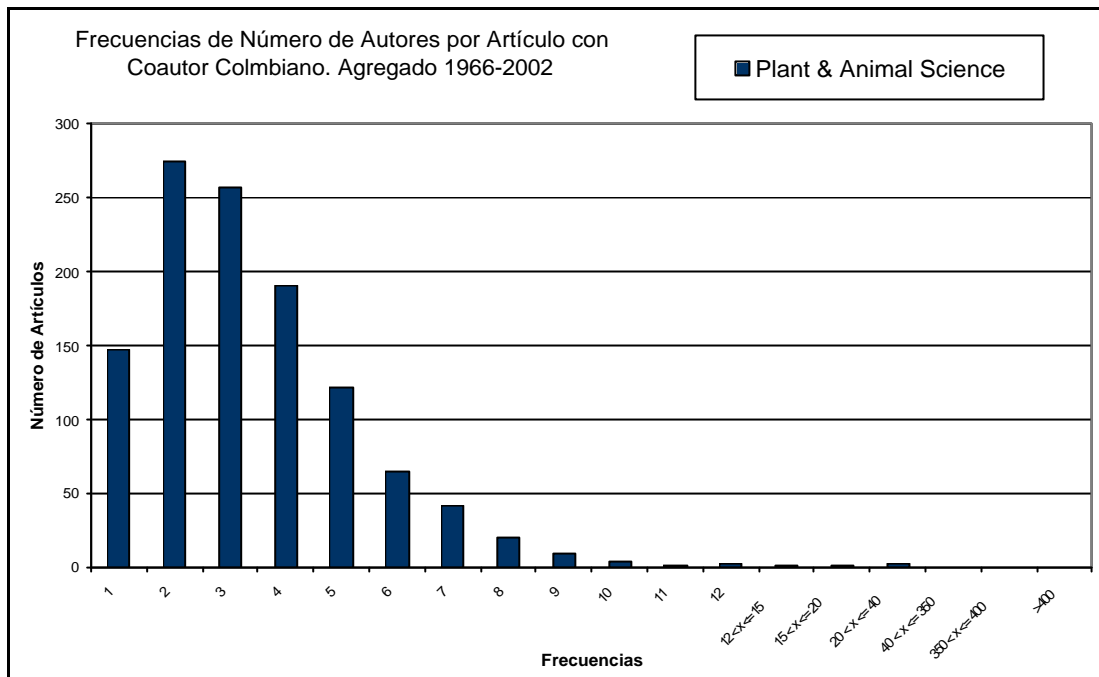


un solo colombiano. Este fenómeno se debe a que en el área de Física los artículos publicados corresponden en su mayoría al área Experimental de Altas Energías. Como su nombre lo indica, esta clase de trabajos se caracterizan por tener un alto contenido práctico y metodológico que no debe sobrestimarse ni confundirse con otra clase de actividades científicas que se relacionan más directamente con la generación de conocimientos nuevos, codificados y certificados. Lo anterior implica que para construir indicadores confiables de la actividad y la distribución científica nacional, es necesario establecer unos criterios básicos en cuanto a lo que se va a entender por actividad científica como tal.

Al analizar los casos específicos de cada disciplina se encuentran los siguientes resultados. En campos afines como Biología, Bioquímica y Ciencias de Plantas y Animales predominan los artículos de 2 a 4 coautores.



**Cálculos de los autores con base en datos del ISI**



**Cálculos de los autores con base en datos del ISI .**

Estas dos áreas son muy similares en distribución: la moda está ubicada en dos autores por artículo y en general, no hay muchos artículos con más de cuatro autores.

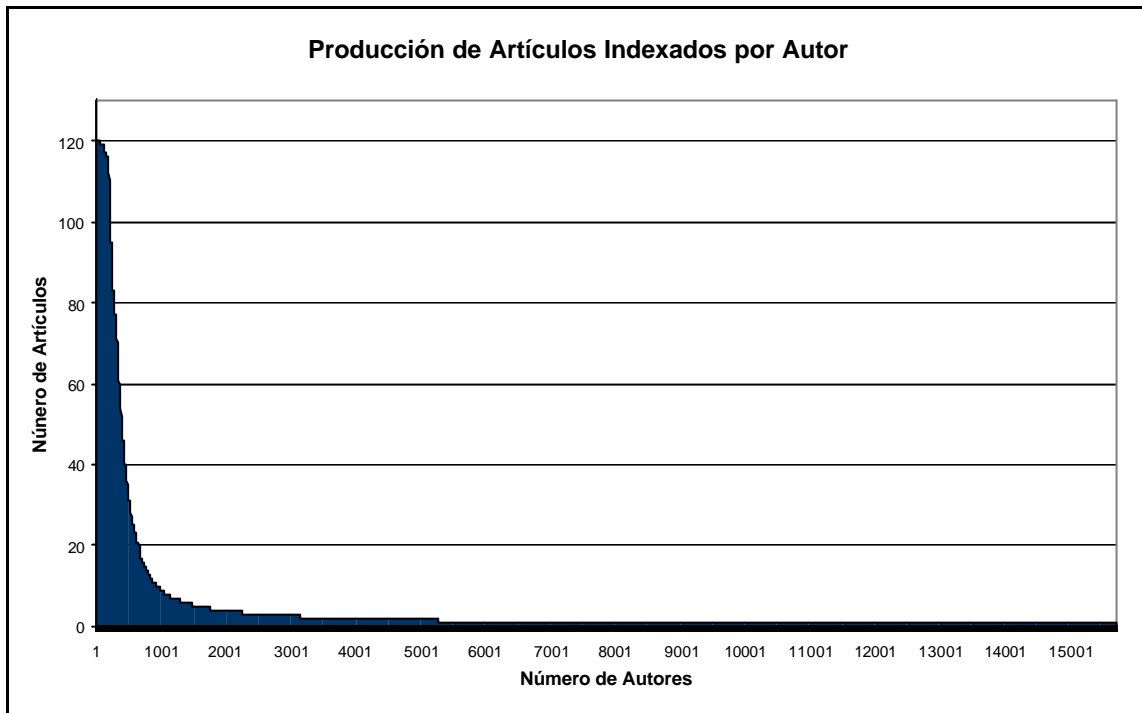
En áreas como Economía, Matemática, Psicología, Ciencias Sociales, Ciencias del Espacio, (ver Anexo 1: Gráficas de Distribución de Frecuencias de Autores), es mucho más frecuente el trabajo individual que el trabajo en grupo.

Las áreas en las que se produce una mayor cantidad de artículos indexados son aquellas en las cuales trabajan con más frecuencia coautores nacionales y extranjeros.

Las frecuencias de número de autores es una manera interesante de mirar las dinámicas de trabajo en las disciplinas de la ciencia. Su regularidad evidencia disciplinas consolidadas no solo por el teorema estadístico del límite central sino también porque una vez consolidada un área las formas de hacer ciencia se vuelven uniformes en todo el sistema. La ciencia es en sí una tecnología social que permite crear conocimiento. Una red científica consolidada implica una uniformidad en las formas de trabajo y de interacción entre los participantes.

Al considerar la producción de artículos autor por autor, se encuentra que hay un pequeño grupo de investigadores que es muy productivo que coexiste con una gran mayoría que no

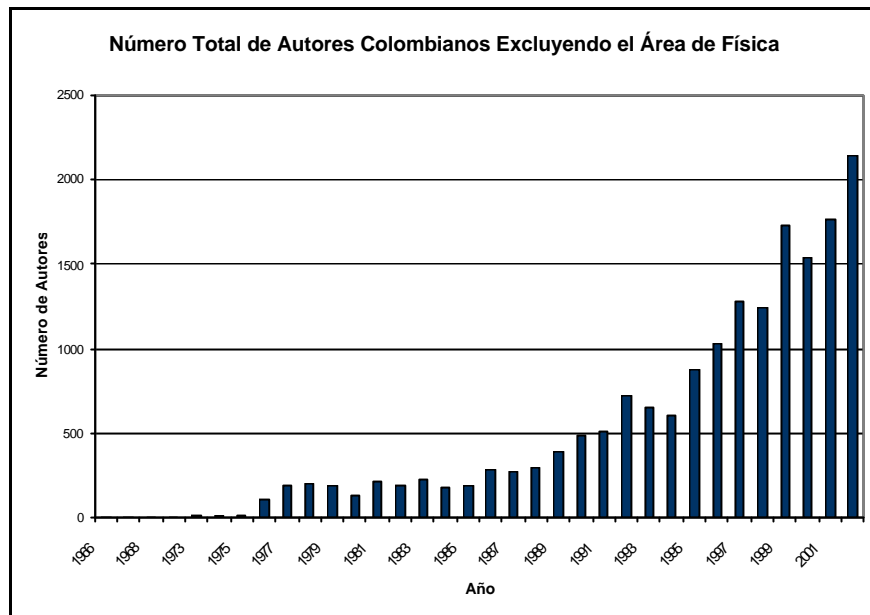
es tan prolífica. En otras palabras, hay unos cuantos autores que escriben un alto número de artículos y publican con cierta frecuencia, mientras que existe un grupo mayoritario de autores que no ha publicado más de dos o tres artículos en toda su actividad científica.



### **Cálculos de los autores con base en datos del ISI**

Sobresale el número reducido de artículos que se realizan en coautoría en las áreas de matemáticas, ciencias sociales, y economía y administración.

De los 15722 autores que se logran identificar en el conjunto de la base de datos construida a partir de los datos de ISI, el 79% son autores de artículos de física. El porcentaje restante, se dedica a otras áreas

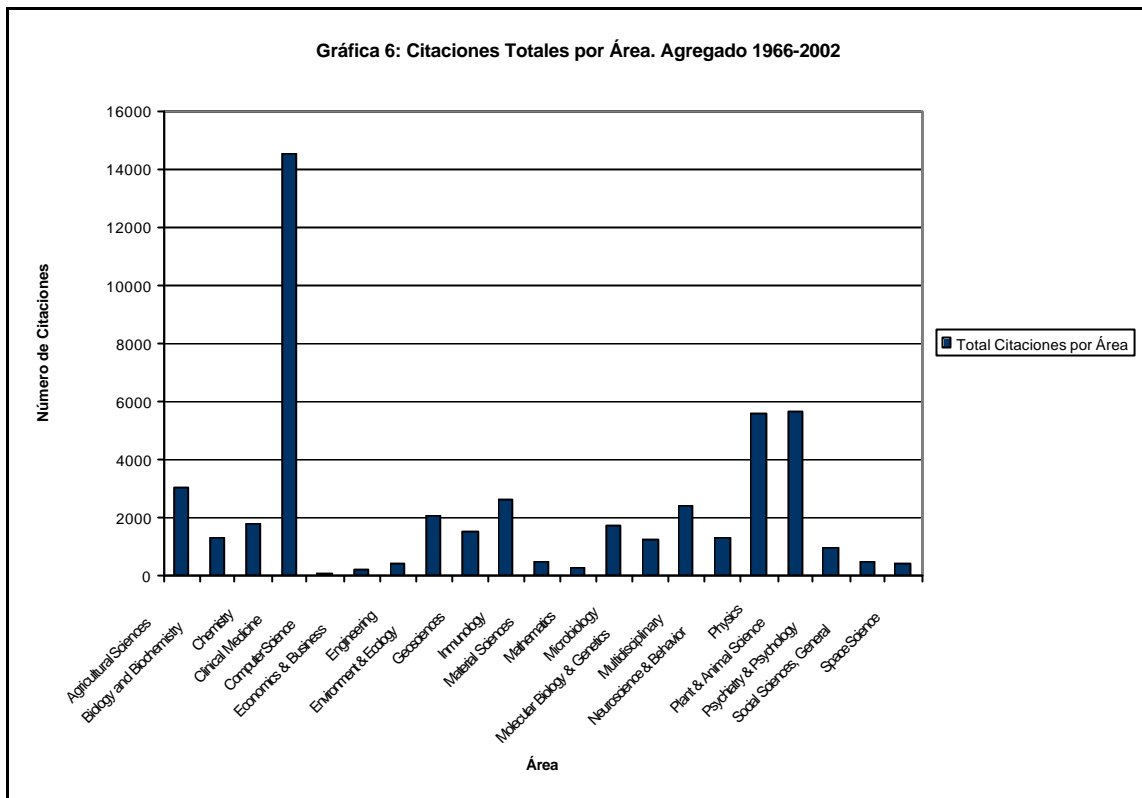


### Cálculos de los autores con base en datos del ISI

Parece no haber una asociación directa entre el número promedio de autores por artículo, en cada área, y la cantidad de artículos publicados en ese campo. Es decir: muchos autores no producen, necesariamente, muchos artículos. En medicina clínica, por ejemplo, se escribe relativamente muchos artículos con respecto al bajo promedio de autores que hay en el área. Igual sucede en matemáticas, ciencias animales y vegetales, química, medio ambiente y ecología, y geociencias. Sin embargo, en áreas como física, neurociencia y conducta, biología molecular y genética, y ciencias de la computación, sucede que muchos autores participan en muchos artículos. Ahora bien, lo que es necesario establecer y que aún no se ha podido definir en la base de datos es cuántos de todos esos autores en cada una de esas publicaciones son colombianos.

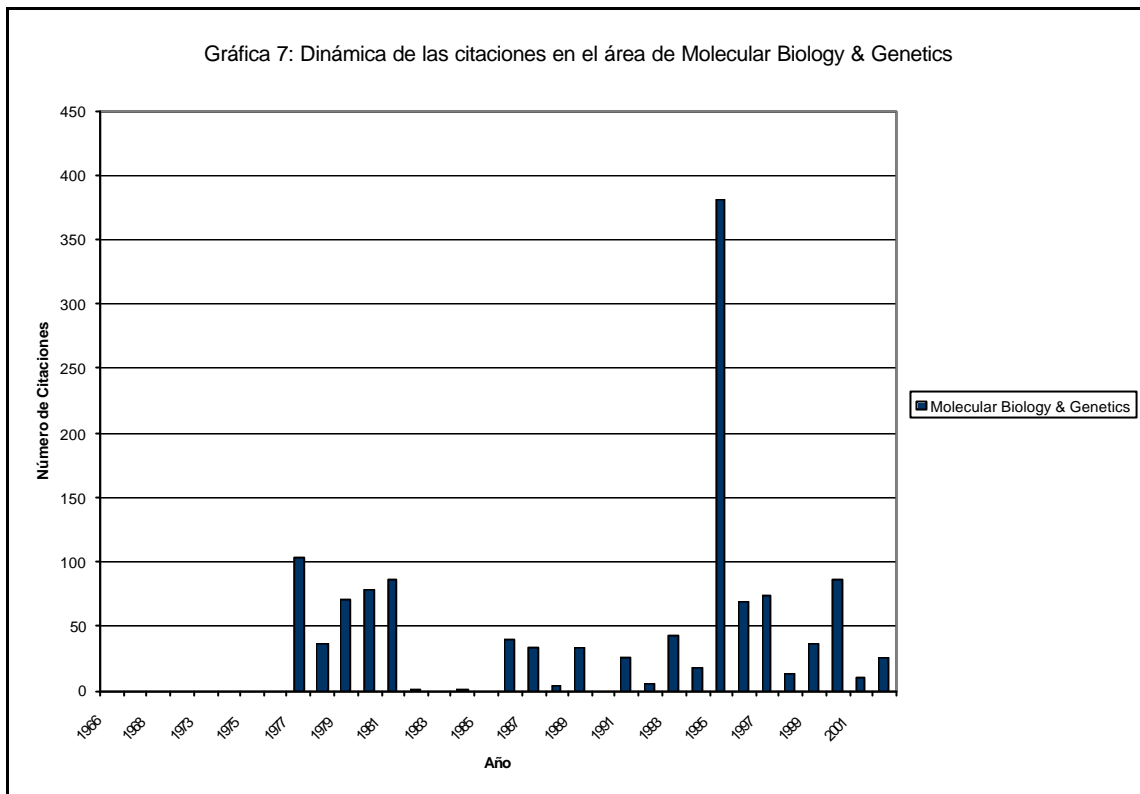
#### c. Visibilidad

Al estudiar el número de citas recibidas por los artículos indexados colombianos, es posible tener unas primeras aproximaciones en torno a la visibilidad y el impacto que tienen los resultados de artículos realizados en Colombia, o con participación de colombianos, en la comunidad científica internacional.



**Cálculos de los autores con base en datos del ISI**

Dentro del todo el periodo analizado (1996-2002), las áreas donde más citas se han recibido son medicina clínica, física, y ciencias vegetales y animales. Hay casos llamativos como los de inmunología, medio ambiente y ecología, geociencias, microbiología, biología molecular, neurociencias, psiquiatría y psicología, en los que hay periodos muy puntuales, en los cuales se superan las 250 o 300 citas de artículos publicados en esas áreas, cuando en promedio no han tenido más de 60 o 70 citas por año.



### Cálculos de los autores con base en datos del ISI

Sin duda alguna, en esas áreas específicas hay ciertos artículos, o un reducido grupo de ellos, que parecen haber recibido un reconocimiento importante de la ciencia internacional, en un momento particular del tiempo. En biología molecular, por ejemplo, se observa que en el año de 1995, algunos de los artículos publicados hasta ese momento tuvieron un sorprendente valor de 382 citaciones cuando en los años anteriores las publicaciones realizadas en ese campo habían recibido un máximo de 104 de citaciones en 1977, o un valor sorprendente de cero citaciones en 1983 y 1990. Entre 1990 y 1994 aparecieron, entonces, ciertos documentos que causaron un impacto a nivel internacional, que hasta ale momento no se había producido en el área. Una vez más, se observa como la institucionalización del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología a comienzos de los 90's pudo haber influido de manera significativa, y en un muy corto periodo de tiempo, en la productividad de los científicos y la calidad internacional de sus trabajos.

Sin embargo, parece que toma mucho tiempo tanto la elaboración de las investigaciones y la certificación de sus resultados (la publicación del artículo como tal), como el lapso de tiempo en que empieza a ser citado.

Las áreas donde los artículos han recibido menos citaciones son economía-negocios y matemáticas.

A partir de 1976, los artículos elaborados en Colombia comienzan a ser citados de manera permanente, aunque lógicamente en unas áreas más que en otras; y en unos periodos más que en otros. En el año de 1994, por ejemplo, todos los artículos indexados en todas las áreas recibieron un total de 2346 citaciones. Al siguiente año, este valor casi se duplica con un total de 4624 citaciones, de las cuales casi la mitad corresponden a publicaciones hechas en el área de medicina clínica y física. Esto último es comprensible si se tiene en cuenta que el contenido de la mayoría de los artículos en estas áreas consiste en pruebas experimentales o ensayos de laboratorio que normalmente se citan mucho y en muy diversas disciplinas.

Es necesario aclarar, sin embargo, que las estadísticas asociadas con las citaciones presentan algunas dificultades de carácter metodológico que vale la pena tomar en cuenta. Por una parte, está la sobre-representación de los artículos experimentales y metodológicos. Esta clase particular de artículos son, generalmente, muy citados, en muy diversos campos. Esto podría distorsionar la valoración de otras clases de artículos que no reciben tantas citaciones, pero que de todas formas la comunidad reconoce como piezas de conocimiento indispensables para la disciplina, independientemente de su visibilidad inmediata en las revistas indexadas. Incluso, hay ciertos resultados y conocimientos científicos que se incorporan rápidamente al flujo de conocimiento colectivo de la comunidad académica, dejando de ser atribuidos a un autor o un artículo específico para convertirse en piezas dadas de conocimiento ya establecidas en la disciplina. Asimismo, las prácticas de citación en cada una de las disciplinas son muy heterogéneas y de muy difícil comparación. Es necesario, entonces, diferenciar el valor y el significado de las citaciones según las áreas temáticas que se estén estudiando.

Por otra parte está la cuestión del periodo de latencia de las citas. Aquí se han adelantado algunas hipótesis al respecto, pero no es del todo claro por qué unos artículos toman más tiempo en ser citados que otros, ni cuál es el tiempo prudencial para esperar que uno o varios artículos empiecen a ser citados. El análisis es más problemático cuando se toman en cuenta las diferencias que hay entre un área temática y otra.

Con el uso de las citas, es posible evaluar algunos aspectos generales de las relaciones y del posicionamiento (en términos de centralidad) de los autores y coautores nacionales en los grupos y las redes internacionales de la ciencia.

Por ejemplo, si se analizan las coautorías que realizan los investigadores colombianos, las citas que hacen de sus trabajos, y los vínculos formales e informales que se pueden inferir de la base de datos de publicaciones (tipo de instituciones que patrocinan las investigaciones, colaboración entre autores, instituciones, países, o regiones, etc.), se podrían empezar a identificar ciertas redes de colaboración entre investigadores, así como la continuidad/discontinuidad de los grupos y las temáticas trabajadas, etc.

Asimismo, se ha venido proponiendo de manera insistente el uso de la teoría de redes sociales para identificar ciertos aspectos de las interacciones entre agentes heterogéneos, como la posición de los actores en un grupo o una red, su influencia en el comportamiento global de la red, etc. Normalmente, se recurre al concepto de centralidad que se analiza en tres dimensiones diferentes (Sanz, 2001): En grado, proximidad y mediación. Bogarte, Everet y Freeman (1999) han sugerido que el grado representa el nivel de la actividad comunicativa (la capacidad de comunicarse directamente con otros); la proximidad se refiere a la independencia (la capacidad de llegar a muchos otros sin apoyarse en intermediarios); y la mediación que indica o representa el control de la comunicación de los demás, y su capacidad de restringirla.

## **5. Coautorías de los Artículos Internacionales Indexados de Colombia**

Las coautorías internacionales pueden considerarse como un indicador confiable del grado de interacción que existe entre agentes científicos y académicos (individuales o colectivos) que provienen de entornos de conocimiento distintos.



Según Metcalfe y Ramgolga (2002, p. 4), la creación del conocimiento proviene, en gran parte, de las discontinuidades producidas por las comparaciones entre el conocimiento individual y el conocimiento general, el cual denominan *entendimiento*. Para estos autores, el conocimiento no evoluciona de forma individual y aislada sino que resulta de la confrontación del conocimiento propio con el entendimiento externo. A través del contraste del conocimiento propio con el que se distribuye en el entorno, surgen nuevas preguntas y nuevos problemas que generan, a su vez, nuevas ideas y nuevas soluciones. Las coautorías son formas de interacción entre un sistema y los demás que lo circundan. El análisis de las coautorías internacionales permite medir, por lo tanto, el grado de confrontación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano con el resto del mundo y su nivel de participación en la creación de nuevo conocimiento.

La base de datos del *Institute of Scientific Information* permite hacer una primera aproximación a este fenómeno. Después de un arduo trabajo de depuración y normalización de la base de datos, se logró organizar información en torno a los artículos internacionales donde participan coautores colombianos. A continuación se presentan los resultados del análisis descriptivo y cuantitativo de las coautorías en Colombia en el periodo 1966-2002.

### **El promedio de número de Autores**

Desde 1995, la gran mayoría de los artículos producido dentro del SNCyT colombiano se hacen en coautorías. Esta tendencia no sólo se presenta en Colombia. Según la National Science Foundation (2000:5) desde 1986 las coautorías internacionales han experimentado un significativo aumento en casi todas las áreas del conocimiento.

De esta tendencia general hay que destacar que la participación relativa de los países desarrollados en el agregado total de la producción mundial de artículos científicos ha ido reduciéndose. Esto se explica, en buena medida, por el aumento dramático de la producción científica del resto del mundo frente a la de los países desarrollados. Como se ha mencionado antes, Colombia no es la excepción a esta regla; sobre todo desde comienzos de la década de los '90.

Este proceso se acompaña de un aumento en el número de coautorías internacionales. En la siguiente tabla se ve el aumento dramático en el promedio de coautores a artículos indexados de colombianos desde 1994:

<b>Año de Publicación</b>	<b>Promedio de Autores</b>	<b>Promedio Móvil Año Anterior y Posterior</b>
1966	1,00	
1967	1,33	1,32
1968	1,63	1,32
1969	1,00	1,26
1970	1,17	1,14
1971	1,25	1,31
1972	1,50	1,61
1973	2,08	1,96
1974	2,29	2,15
1975	2,09	2,45
1976	2,98	2,72
1977	3,07	2,96
1978	2,81	2,93
1979	2,90	2,83
1980	2,77	2,76
1981	2,61	2,67
1982	2,64	2,73
1983	2,95	2,78
1984	2,75	3,05
1985	3,46	3,07
1986	2,99	3,15
1987	3,00	2,98
1988	2,95	3,15
1989	3,51	3,37
1990	3,65	3,71
1991	3,97	4,10
1992	4,68	4,32
1993	4,32	5,82
1994	8,47	12,03
1995	23,31	15,80
1996	15,63	17,14
1997	12,47	15,26
1998	17,67	15,56
1999	16,54	15,98
2000	13,72	15,01
2001	14,75	13,07

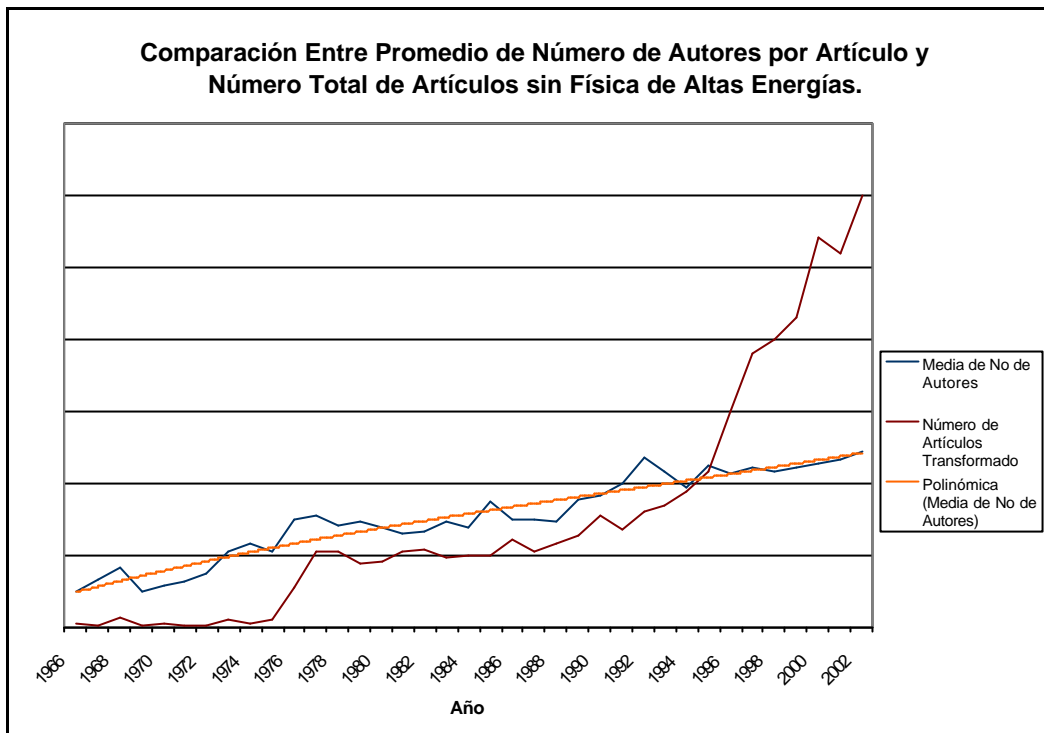
2002	10,75
<b>Promedio</b>	10,12
<b>Total</b>	

Tabla: Promedio de Autores por Artículo – Colombia 1966-2002. Fuente: Cálculos de los autores con base en datos del Institute of Scientific Information.

En esta tabla se observa que a partir de 1994 parece aumentar significativamente el promedio de autores por artículos. La aparición de las publicaciones del grupo de Física Experimental de Altas Energías de la Universidad de los Andes explica este fenómeno. Esta red de coautores asociada a Fermilab publica artículos sobre experimentos conjuntos en los que participan hasta 400 autores. Sin embargo, el aumento en la media de autores por artículo no se inicia exclusivamente en ese año ni por ese sólo hecho. Desde 1989, se venía dando un aumento paulatino pero constante de este indicador. Al excluir los datos del área de física de altas energías, se obtiene el siguiente gráfico en dónde se compara el número de artículos colombianos con el promedio de coautores<sup>16</sup>:

---

<sup>16</sup> Para poder comparar estas dos cifras es necesario hacer un análisis a escala. En la gráfica, el número de artículos se dividió por 30.



#### Cálculos de los autores con base en datos del ISI

Se observa, entonces, que en Colombia, ha aumentado el número de autores que participan en la elaboración de un número creciente de artículos.

Habría que explorar si el número de artículos y el número de autores y coautores que los producen aumentan como resultado de la consolidación de los programas nacionales de ciencia y tecnología (se conforman redes y comunidades de investigadores nacionales y extranjeros), y de la formación de un mayor número de profesionales dedicados a este tipo de actividades. Aunque cabría esperar que un mayor número de autores y coautores siga produciendo cada vez más artículos, este incremento simultáneo de autores y artículos no puede ser permanente. Es necesario formar recursos humanos adicionales que participen en el desarrollo y acumulación de nuevo conocimiento, así como hay que esperar a que se materialicen y se certifiquen los resultados de otras investigaciones que están en curso o que apenas comienzan.

Hasta ahora solo se han visto algunos aspectos generales de la actividad científica en términos de publicaciones científicas internacionales y número de autores involucrados en ellas. Vale la pena preguntarse, sin embargo, cuál es la visibilidad de esa actividad

científica. Se empezó por establecer si había alguna relación entre el número de citas de los artículos colombianos y el número de autores. Se midió en detalle la relación entre el número de citas de los artículos y el número de autores respectivos (para cada disciplina). De acuerdo con los resultados obtenidos, la visibilidad de los artículos no depende del número de autores del mismo.

<b>Área de la Ciencia</b>	<b>Correlación entre Citaciones y No. Autores</b>
Agricultural Sciences	0,01113
Biology and Biochemistry	0,01795
Chemistry	0,08380
Clinical Medicine	0,28388
Computer Science	-0,06711
Economics & Business	0,30572
Engineering	-0,01506
Environment & Ecology	-0,03026
Geosciences	0,13135
Inmunology	0,02684
Material Sciences	-0,05452
Mathematics	0,03218
Microbiology	0,19998
Molecular Biology & Genetics	-0,00930
Multidisciplinary	0,35709
Neuroscience & Behavior	0,12135
Pharmacology & Toxicology	0,21100
Physics	0,08886
Plant & Animal Science	0,09228
Psychiatry & Psychology	0,18909
Social Sciences, General	0,25282
Space Science	-0,27651

**Cálculos de los autores con base en datos del ISI**

### **La participación de Otros Países del Mundo en Artículos de Colombianos**

Otro aspecto importante se puede observar a través del análisis de las coautorías es la participación de países extranjeros en los artículos indexados colombianos publicados entre 1966 y 2003. El análisis se hizo para cada área temática definida por ISI.

Una participación de un país ocurre cuando un autor residente en otro país participa en un “artículo colombiano”. Si hay dos o más participaciones de autores de un mismo país, solo se cuenta la intervención del país una sola vez. De esta manera, la unidad de medida es el artículo o *paper*, no el autor.

La siguiente tabla muestra la participación porcentual que tienen los países del resto del mundo en “artículos colombianos”. Esta tabla se limita a mencionar los países que aparecen en la consulta a la base de datos de *ISI*. A primera vista se puede notar cierta afinidad de trabajo con países iberoamericanos. Pareciera que el lenguaje y los rasgos culturales de los países latinoamericanos facilitan la interrelación social o la científica.

<i>País</i>	<i>Porcent. Apariciones</i>	<i>País</i>	<i>Porcent. Apariciones</i>	<i>País</i>	<i>Porcent. Apariciones</i>
COLOMBIA <sup>17</sup>	99,074%	PORTUGAL	0,255%	NICARAGUA	0,040%
USA	26,120%	BOLIVIA	0,228%	NORTH IRELAND	0,040%
SPAIN	6,788%	NEW ZEALAND	0,228%	TAIWAN	0,040%
BRAZIL	6,507%	FINLAND	0,201%	ZAIRE	0,040%
MEXICO	5,675%	UKRAINE	0,201%	BENIN	0,027%
FRANCE	5,635%	WALES	0,174%	BOTSWANA	0,027%
ENGLAND	4,964%	GUATEMALA	0,148%	FIJI	0,027%
ARGENTINA	3,314%	JAMAICA	0,121%	GADELOUPE	0,027%
GERMANY	3,112%	SINGAPORE	0,121%	KUWAIT	0,027%
RUSSIA	2,388%	SUDAN	0,121%	MALAGASY REP.	0,027%
INDIA	2,120%	TURKEY	0,121%	MONGOL PEO REP	0,027%
CANADA	2,053%	EGYPT	0,107%	MOROCCO	0,027%
SOUTH KOREA	1,918%	GREECE	0,107%	NEPAL	0,027%
NETHERLANDS	1,905%	MALAYSIA	0,107%	OMAN	0,027%
ITALY	1,771%	SLOVENIA	0,107%	PAPUA N GUINEA	0,027%
SWITZERLAND	1,731%	TANZANIA	0,107%	RWANDA	0,027%
VENEZUELA	1,704%	ZIMBABWE	0,107%	TUNISIA	0,027%
CHILE	1,637%	HONDURAS	0,094%	ARMENIA	0,013%
POLAND	1,395%	HONG KONG	0,094%	BAHAMAS	0,013%
JAPAN	1,342%	ICELAND	0,094%	BARBADOS	0,013%
PEOPLES R CHINA	1,154%	UGANDA	0,094%	BERMUDA	0,013%
ECUADOR	1,087%	YUGOSLAVIA	0,094%	BRUNEI	0,013%
SWEDEN	1,046%	CAMEROON	0,080%	BURUNDI	0,013%
AUSTRALIA	1,033%	PAKISTAN	0,080%	CROATIA	0,013%
SCOTLAND	1,033%	ZAMBIA	0,080%	CYPRUS	0,013%
BELGIUM	0,899%	BANGLADESH	0,067%	CZECHOSLOVAKIA	0,013%
PERU	0,872%	GHANA	0,067%	FR POLYNESIA	0,013%
COSTA RICA	0,792%	IRELAND	0,067%	GAMBIA	0,013%
CUBA	0,765%	PARAGUAY	0,067%	GUINEA BISSAU	0,013%
ISRAEL	0,644%	SRI LANKA	0,067%	GUYANA	0,013%
CZECH REPUBLIC	0,604%	W IND ASSOC ST	0,067%	JORDAN	0,013%
FED REP GER	0,577%	ALGERIA	0,054%	LATVIA	0,013%
THAILAND	0,456%	EL SALVADOR	0,054%	LIBERIA	0,013%
PHILIPPINES	0,429%	SENEGAL	0,054%	LITHUANIA	0,013%
NIGERIA	0,402%	SENEGAMBIA	0,054%	MACEDONIA	0,013%
SOUTH AFRICA	0,402%	TRIN&TOBAGO	0,054%	MAURITIUS	0,013%
KENYA	0,389%	VIETNAM	0,054%	NEW CALEDONIA	0,013%
PANAMA	0,362%	BULGARIA	0,040%	REP OF GEORGIA	0,013%
URUGUAY	0,349%	BURKINA FASO	0,040%	SAUDI ARABIA	0,013%
AUSTRIA	0,322%	DOMINICAN REP	0,040%	SLOVAKIA	0,013%
DENMARK	0,309%	ETHIOPIA	0,040%	SWAZILAND	0,013%
HUNGARY	0,282%	MALAWI	0,040%	UPPER VOLTA	0,013%
NORWAY	0,268%	MALI	0,040%	USSR	0,013%
INDONESIA	0,255%	NETH ANTILLES	0,040%	Total general	100,000%

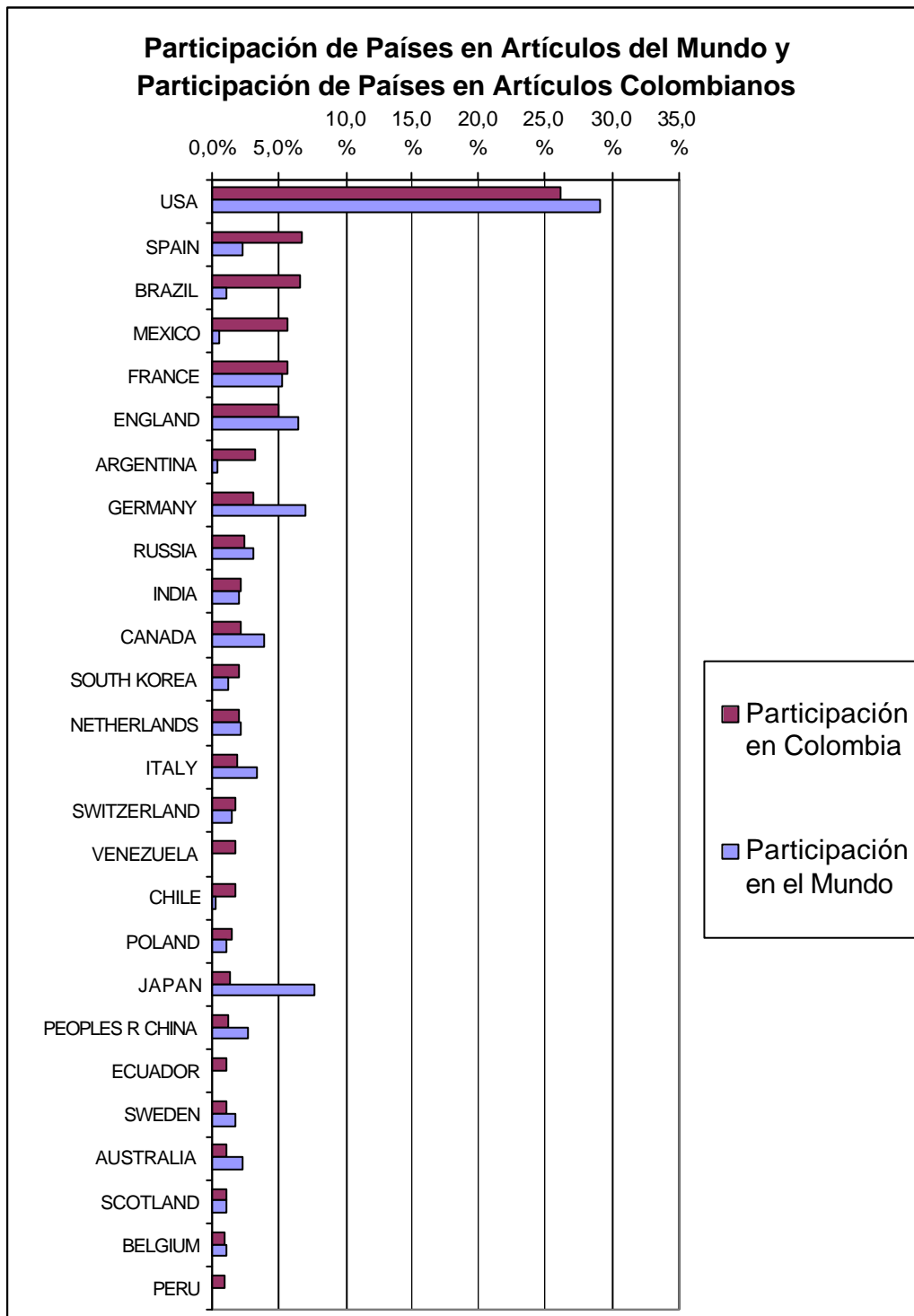
<sup>17</sup> Llama la atención que Colombia no está en el 100% de los artículos. Esto se da por errores en la información consignada en ISI y/o porque existen direcciones con la palabra Colombia que no pertenecen a nuestro país (Existe una calle Colombia en Israel). Estas dificultades se fueron corrigiendo a medida que se depuraba y organizaba la base de datos. En realidad Colombia no tiene 7454 artículos indexados sino exactamente 66 menos, lo que da 7388. En los casos en que hay error, la mayoría de las veces parecen ser de digitación. Por ejemplo ocurre mucho el error “BRITISH COLOMBIA” y “UNIV COLOMBIA, COLOMBIA, MO, USA”.

Esta afinidad se evidencia mejor en el siguiente gráfico donde se compara la participación de los países en el total de la producción mundial de artículos indexados frente a la producción de artículos Colombianos. Esta gráfica muestra únicamente los 25 países que tienen una mayor participación porcentual. Países como España, Brasil, México, Argentina, Chile, Venezuela y Perú tienen una mayor participación porcentual en Colombia que en el total mundial. Esto sugiere que existe una “compatibilidad científica” con estos países. El lenguaje, el entorno cultural y la cercanía geográfica juegan un papel importante en las relaciones científicas.

Por otro lado, llama la atención la alta participación que tienen Francia, India y Corea del Sur en artículos colombianos. En estos casos su participación es más alta que la del resto del mundo. En dos de estos casos esta alta participación en artículos colombianos se debe a la Red de Física de Altas Energías. El resto de países, en especial los no-iberoamericanos, participan relativamente menos en Colombia que en otras partes del mundo. Esto se observa, sobre todo, con los países desarrollados (USA, Inglaterra, Alemania, Canadá, Italia y Japón).

Con la información disponible también se puede hacer un análisis por áreas o regiones. Para esto se podrían agrupar los países utilizando algún criterio geopolítico, de forma que se puedan explorar más detalladamente los factores que afectan la interacción de la ciencia hecha en Colombia con el resto del mundo.





En general, es claro que el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano tiene una interacción bastante marcada, en términos de coautorías, con las comunidades científicas

iberoamericanas. Con el resto de países no se observa igual grado de cooperación y participación científica.

### **Conclusiones y recomendaciones**

Los anteriores análisis han permitido construir un primer cuadro descriptivo de la actividad científica nacional certificada y publicada en el medio internacional. Aunque los resultados obtenidos son de carácter preliminar, proporcionan datos importantes en torno a dos temas fundamentales: la visibilidad y el impacto internacional de actividad científica nacional, y los métodos posibles y deseables de medir esa actividad científica.

Con respecto al primer tema, la principal conclusión que podría adelantarse es que desde 1990 hay un repunte muy significativo en el número de publicaciones por año y un crecimiento sostenido en el número de autores y coautores que las elaboran. Según la información analizada, la organización e institucionalización formal del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología a finales de la década de los ochentas y comienzos de los noventas, en particular la de COLCIENCIAS y la referida a la conformación de los once programas nacionales de ciencia y tecnología, parecen haber tenido una fuerte y positiva incidencia en la productividad científica de los investigadores y las entidades que actúan dentro de él.

Asimismo, es evidente que el área de Ciencias Básicas es aquella en la cual se producen más artículos indexados en revistas científicas internacionales. En las materias de Física, Química y medicina clínica es en donde se producen más artículos a lo largo del tiempo y en las que se involucra una mayor cantidad de investigadores nacionales y extranjeros. En otras áreas, como ciencias sociales o economía, no parece haber igual capacidad de publicación y certificación internacional de resultados. Sin embargo, en los últimos años, esa tendencia negativa parece estar cambiando.

También se pudo observar que la gran mayoría de artículos se realizan en coautorías, aunque es igualmente notorio que hay una escasa minoría de autores muy prolíficos que convive con una gran mayoría de autores y coautores no tan productivos. En lo anterior también se pudo establecer que en las áreas donde se publican internacionalmente más

artículos predomina el trabajo de las coautorías, mientras que en las áreas donde se producen menos artículos prevalece el trabajo individual.

Por último, es notable que en los últimos años se han venido fortaleciendo una serie de colaboraciones científicas internacionales con coautores y grupos iberoamericanos que podría sugerir el afianzamiento de una comunidad científica iberoamericana. Aunque con los demás países no parece existir igual grado de cooperación científica, es claro que el sistema nacional de Ciencia y Tecnología colombiano se articula con más frecuencia y permanencia a la principal actividad científica internacional.

En cuanto al segundo tema, sobre las formas posibles y deseables de medir la actividad científica nacional, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos de carácter metodológico. Aunque estas consideraciones resultan del trabajo específico que aquí se ha desarrollado en torno a la visibilidad y el impacto de la actividad científica nacional en el ámbito internacional, pueden ser muy útiles para el diseño de un sistema global de análisis y medición permanente de la actividad científica, dentro y fuera del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano.

1. Por una parte el estudio cuantitativo no se reduce al conteo y la observación de los artículos indexados. Hay otros elementos y procesos de la actividad científica que deben ser tomados en cuenta para completar el análisis.

Por un lado, hay que evaluar cuál es el papel de los autores de estos artículos indexados **dentro** de Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano: si conforman o lideran grupos estables de investigación, si participan en procesos de formación académica y científica, si tienen algún impacto en la toma de decisiones del país, etc.

Por otro lado, hay que evaluar de forma más detallada la relación entre los recursos disponibles para la investigación (humanos, técnicos, financieros, etc.) y los resultados que éstos permiten generar, de forma que se puedan proponer o mejorar mecanismos de gestión científica y tecnológica que sean

más eficientes y efectivos a la hora de integrar la comunidad científica nacional con el resto del mundo.

2. Es necesario tener claridad sobre las normas y las rutinas de cada campo de la ciencia, de forma que no se cometa el error de evaluar con un único y absoluto criterio los rendimientos o las actividades científicas disciplinas tan diferentes como, por ejemplo, la física, la economía o la medicina clínica.
3. Es necesario distinguir, también, la naturaleza especial de actividades científicas en cada una las disciplinas: no es lo mismo realizar experimentos dirigidos desde el exterior que proponer teoremas, validar una teoría o proponer el diseño de un proceso de producción. Cada proceso científico y técnico debe ser evaluado en sus propios términos, tomando en cuenta las especificidades de la actividad y evaluando su impacto en ámbitos sociales, productivos, académicos, científicos, políticos, etc. En otras palabras, es conveniente abordar y resolver el problema de la demarcación de las actividades científicas y no-científicas; hay que discriminar y valorar con criterios particulares, los tipos de investigación que adelantan los grupos y los agentes científicos. Hay que determinar, por ejemplo, si la investigación es básica, aplicada o estratégica. Tales discusiones no deben ser relegadas a la especulación y deben ser abiertamente resueltas en la comunidad científica y académica nacional.
4. Es importante aclarar lo de las áreas temáticas y la respectiva clasificación de los artículos y las publicaciones dentro de ellas. En ISI, las áreas temáticas son definidas según los journals registrados en la base de datos, no con los artículos como tales. Puede ocurrir que haya muchos artículos colombianos que tratan el tema de genética pero que no se publican en journals exclusivos de esa área o no son citados en publicaciones de ese campo específico. Una reclasificación de estas temáticas mediante el empleo de metodologías automáticas como las redes neuronales es una forma más confiable de definir las áreas temáticas según los contenidos particulares de

los artículos (palabras clave, abstracts, nombres de instituciones, etc.), superando las limitaciones propias de una Proxy como el journal.

5. Es obligatorio tomar en cuenta análisis de tipo cualitativo en los que se determine, por ejemplo, cómo se citan a los colombianos, en qué contextos se hace y para qué se les cita. Si uno quiere, por ejemplo, definir las clases de vínculos posibles que tienen los investigadores y los científicos nacionales con la comunidad científica internacional, hay que estudiar las formas de coautorías que se observan o la continuidad/discontinuidad de la cooperación entre academias o grupos de investigación, etc. No es lo mismo participar como coautor en un experimento preestablecido desde el exterior, que integrar una comunidad académica reconocida que de forma continua y estable intercambia conocimientos y certifica innovaciones científicas en general.
6. El análisis del impacto y la visibilidad internacional de la ciencia desarrollada dentro de Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano debe sustentarse en estudios comparativos. En este estudio preliminar se ha señalado que los colombianos publican más en unas áreas que en otras. Sin embargo, el grado de especialización de los investigadores y la ciencia colombiana en esas áreas debe medirse en términos relativos, lo cual implica tomar en cuenta el total de publicaciones de otros de países y regiones en esas disciplinas.

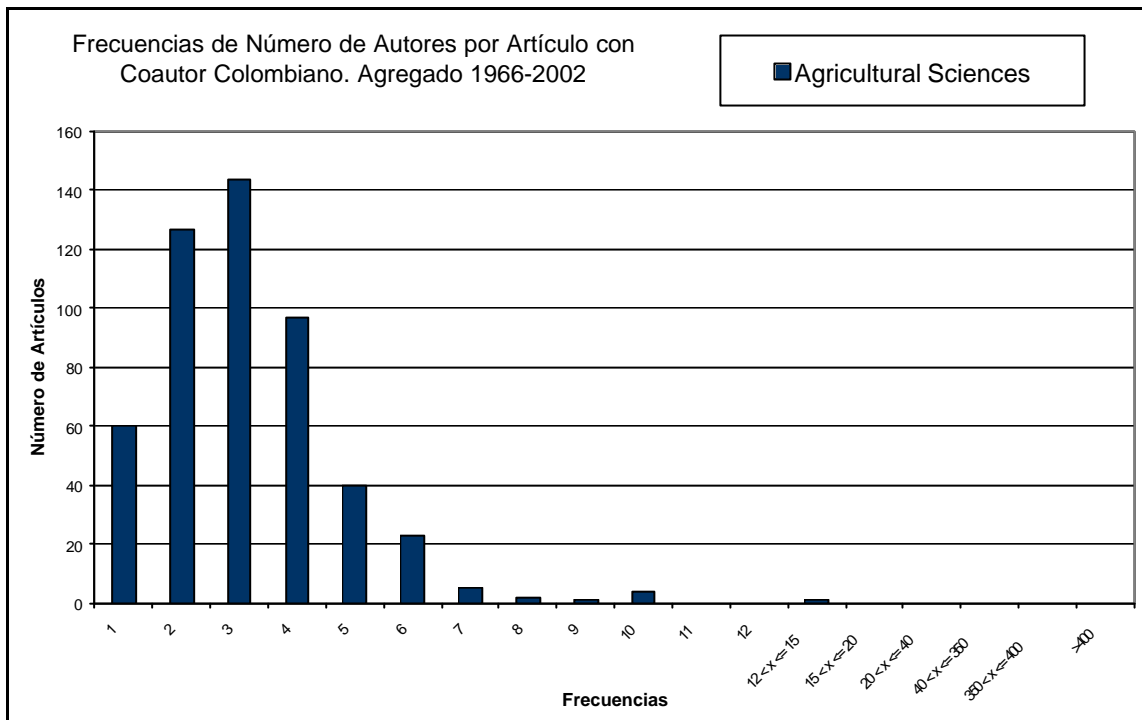
## Bibliografía

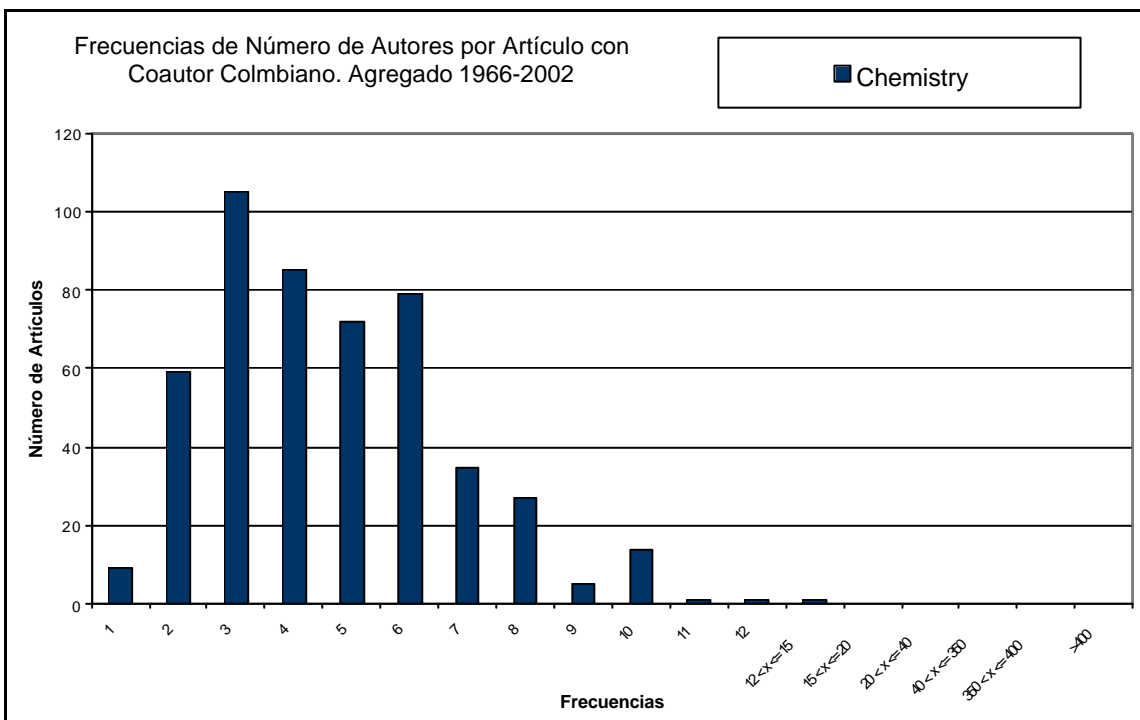
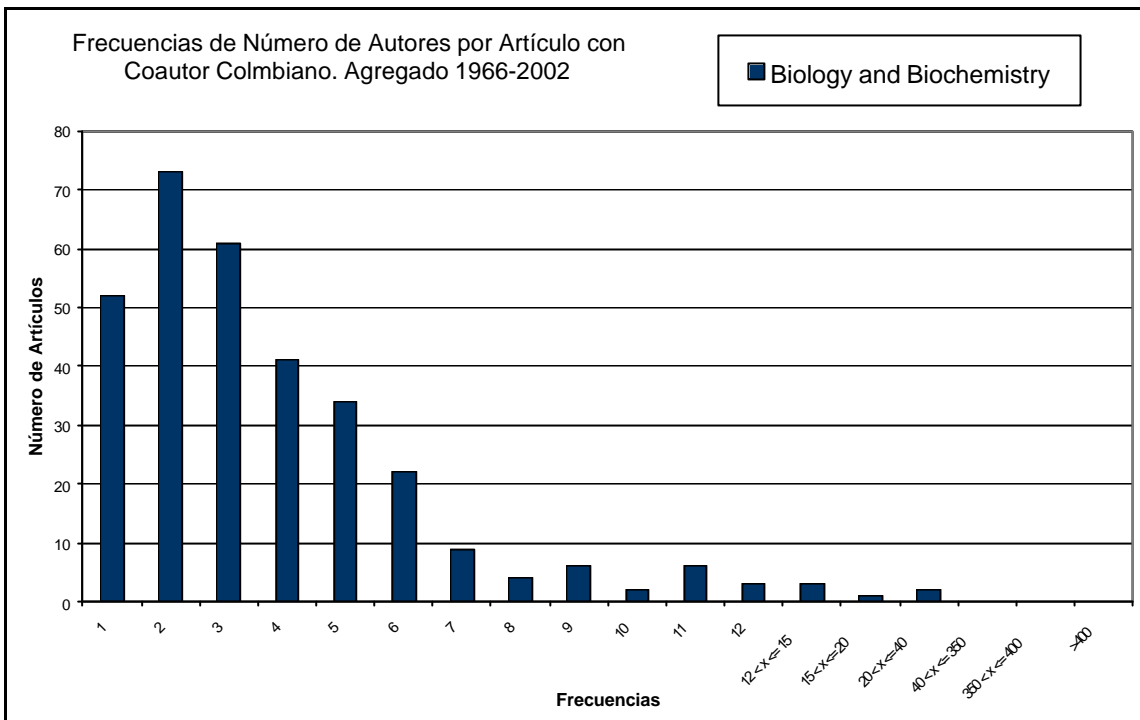
- Bijker, E; Hughes, T. P. y Pinch, T. (1987) The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology. Cambridge, MIT press.
- Callon, Michel; Courtial, Jean Pierre y Penan, Hervé (1995) Cienciometría. La medición de la actividad científica: de la bibliometría la vigilancia tecnológica. Ediciones TREA S.L.
- Callon, Michel (2001) Redes tecno-económicas e irreversibilidad, en REDES 17, col. 8, Buenos Aires. Junio (pp. 85-125)
- David, Paul (1997) Communication norms and the collective performance of “invisible colleges” (august version, Forthcoming in Creation and Transfer of knowledge: Institutions and incentives Navaretti, G. B. et al; Physica-Verlag series contributions to economics
- Latour, B. y Woolgar, S. (1986) Laboratory life: the construction of scientific facts. Princenton. Princenton University Press.
- Leydesdorff, Loet. (2003) The Mutual Information of University-Industry-Government Relations: An Indicator of the Triple Helix Dynamics. University of Amsterdam Netherlands.
- Lucas, R. (1988) “On the mechanics of economic development”, en Journal of monetary economics 22 (pp. 3-42)
- Metcalfe J.S. y Ramlogan R. (2002) Limits to the Economy of Knowledge and Knowledge in the Economy. ESRC (Center for Research on Innovation and Competition) Quinta Revisión, Enero, 2002. 27 pgs.  
URL:<http://les1.man.ac.uk/cric/J Stan Metcalfe/pdfs/limits.pdf>.
- National Science Foundation. (2000) Science and Technology Policy: Past and Prologue. National Science Foundation.
- Romer, Paul(1990) Endogenous technological change, en Journal of Political Economy 98 (pp. 71-102)
- Sanz Menéndez, Luís (2001) Indicadores relacionales y redes sociales en el estudio de los efectos de las políticas de ciencia y tecnología Unidad de Políticas Comparadas, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) Documento 01-09. Noviembre.
- Woolgar, S (1991) Ciencia: Abriendo la caja negra. Anthropos. Barcelona

**Anexos.**

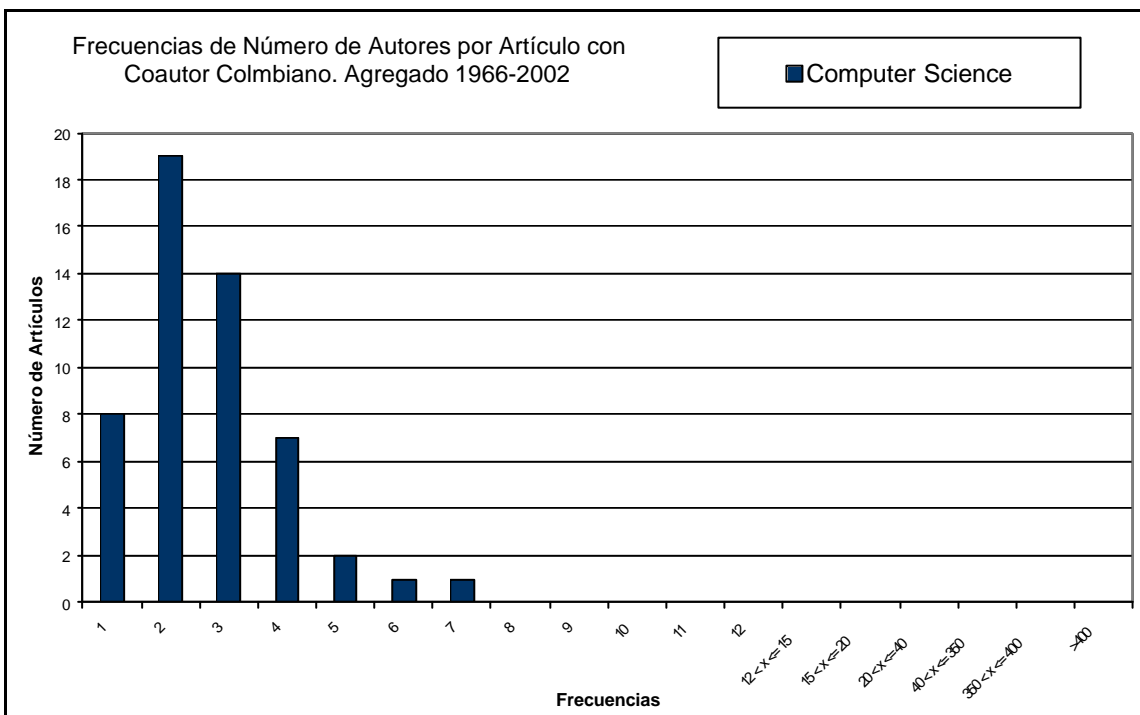
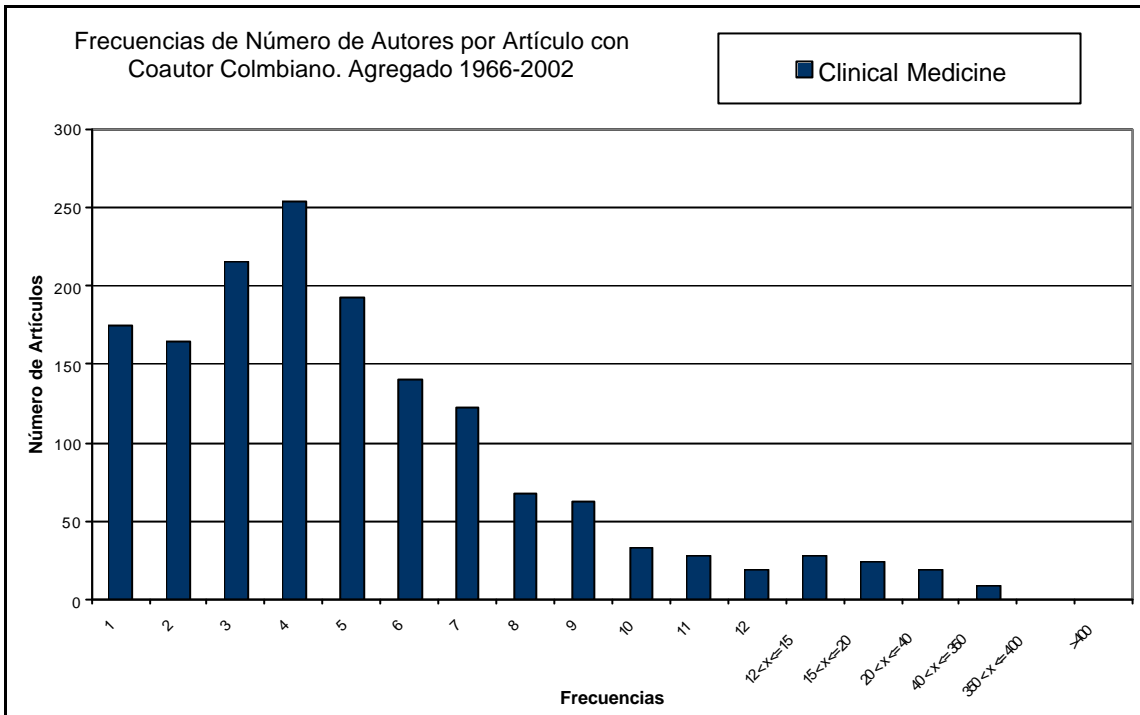
**Los siguientes cuadros fueron elaborados en su totalidad por los autores del presente artículo. Los cálculos correspondientes se realizaron con base en datos del ISI**

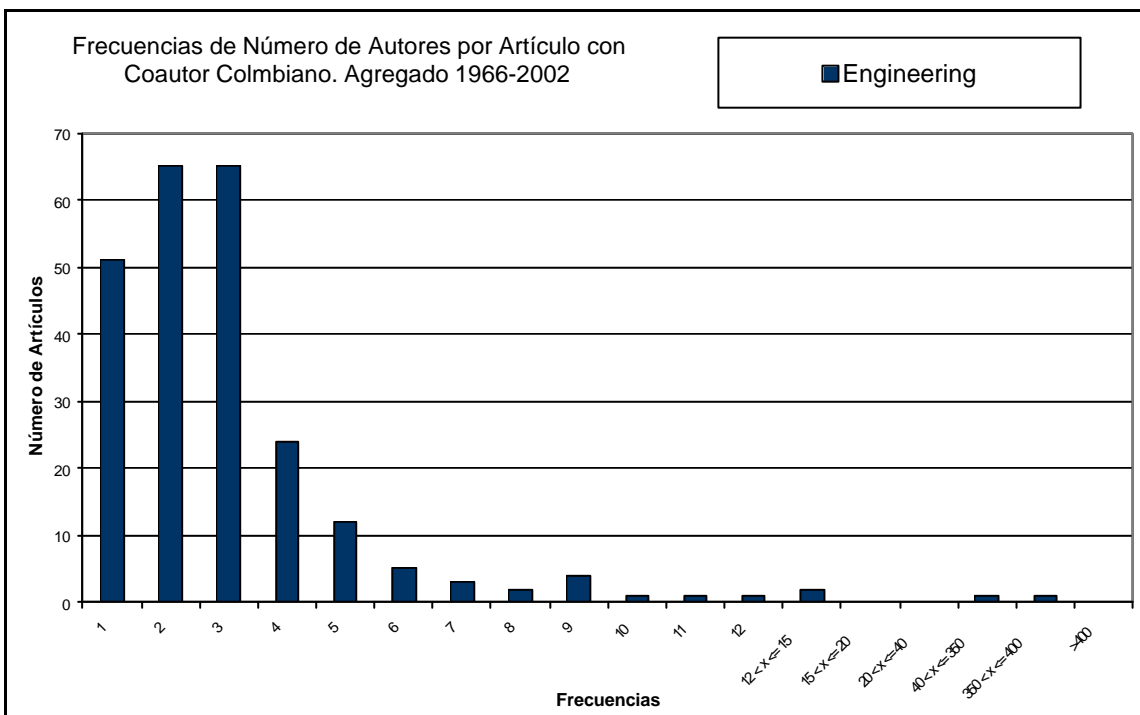
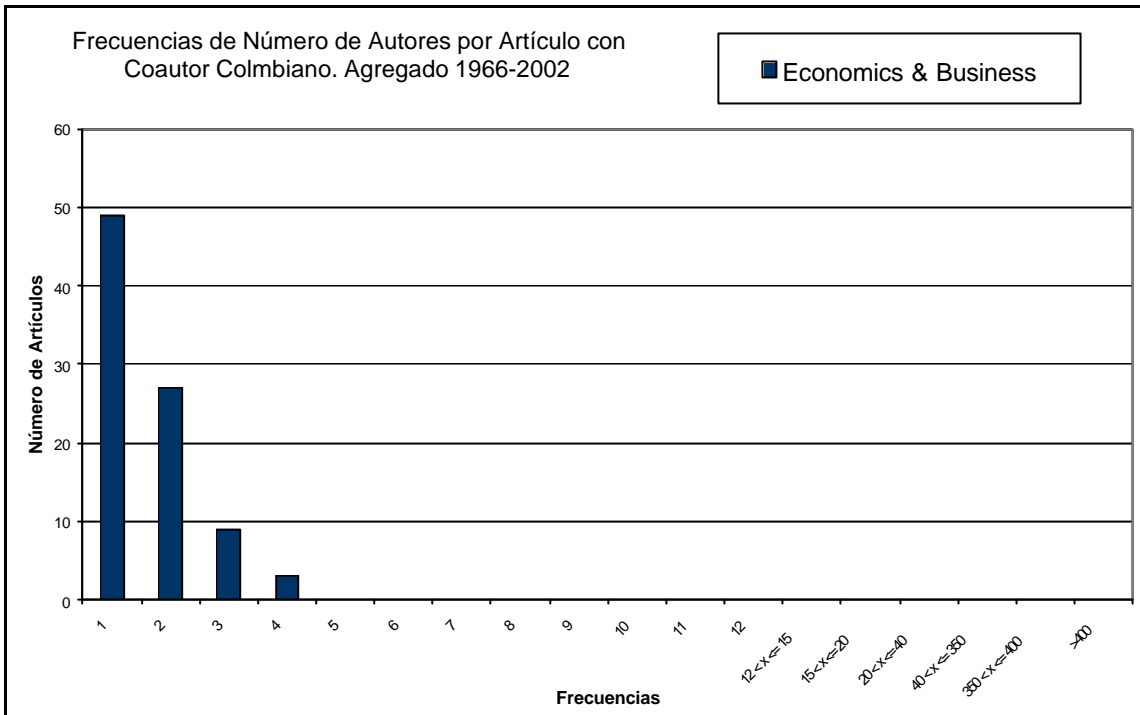
**Anexo 1 – Gráficas de Distribución de Frecuencias de Autores.**

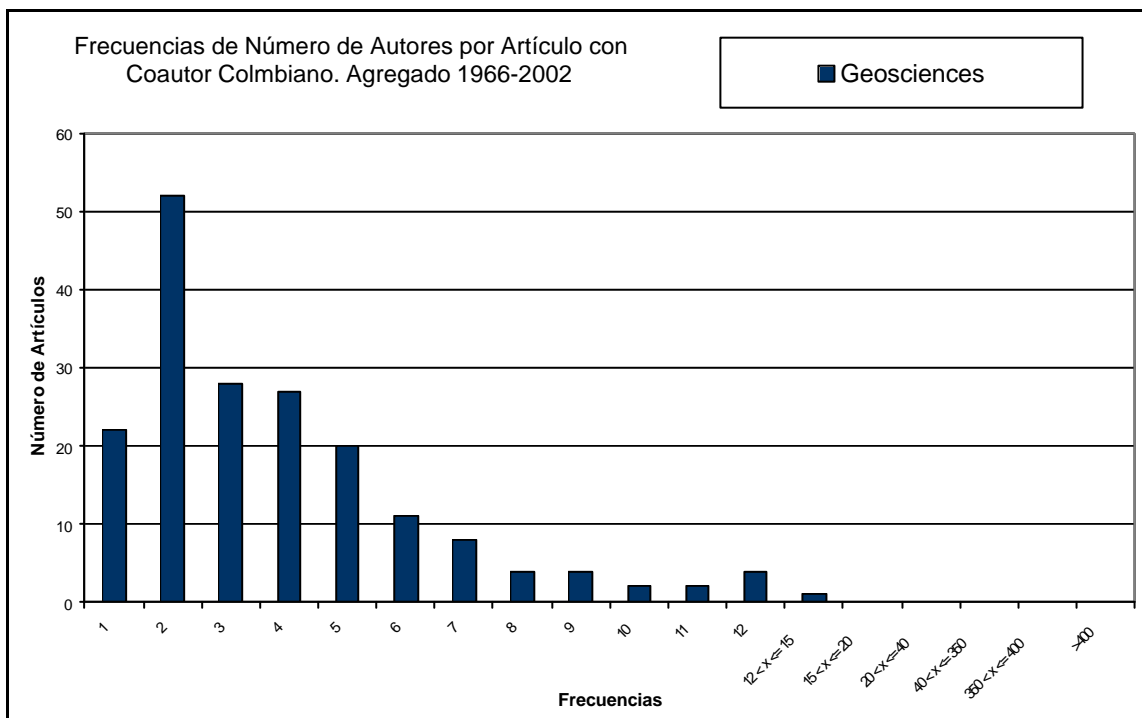
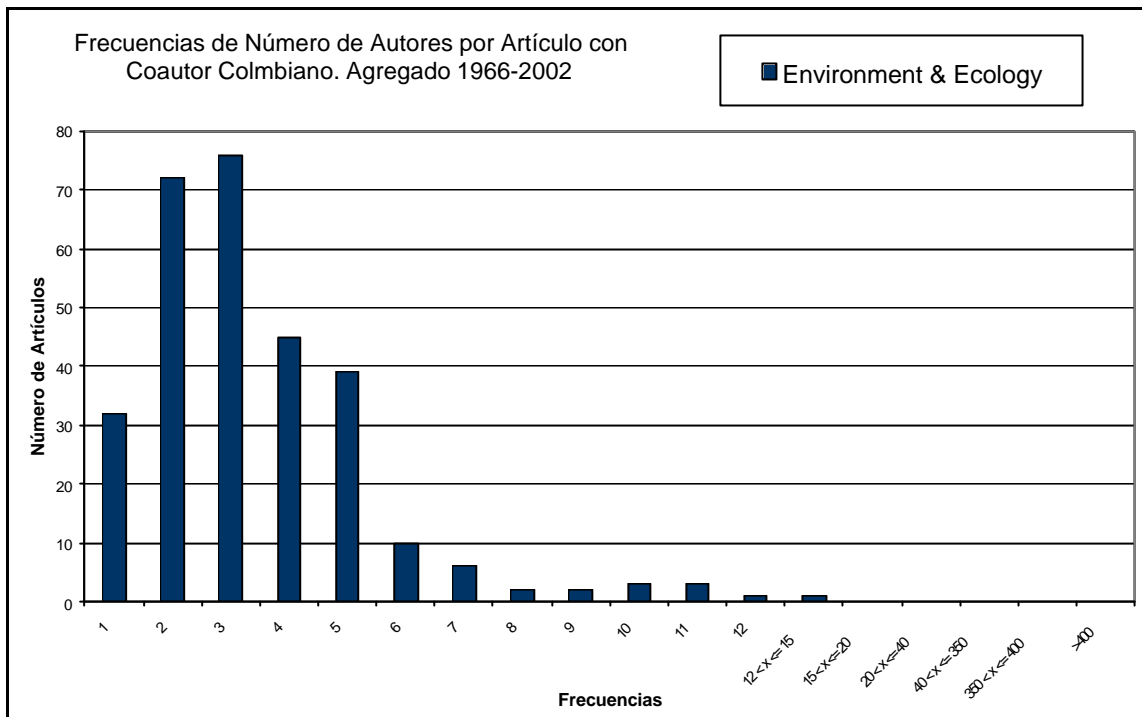


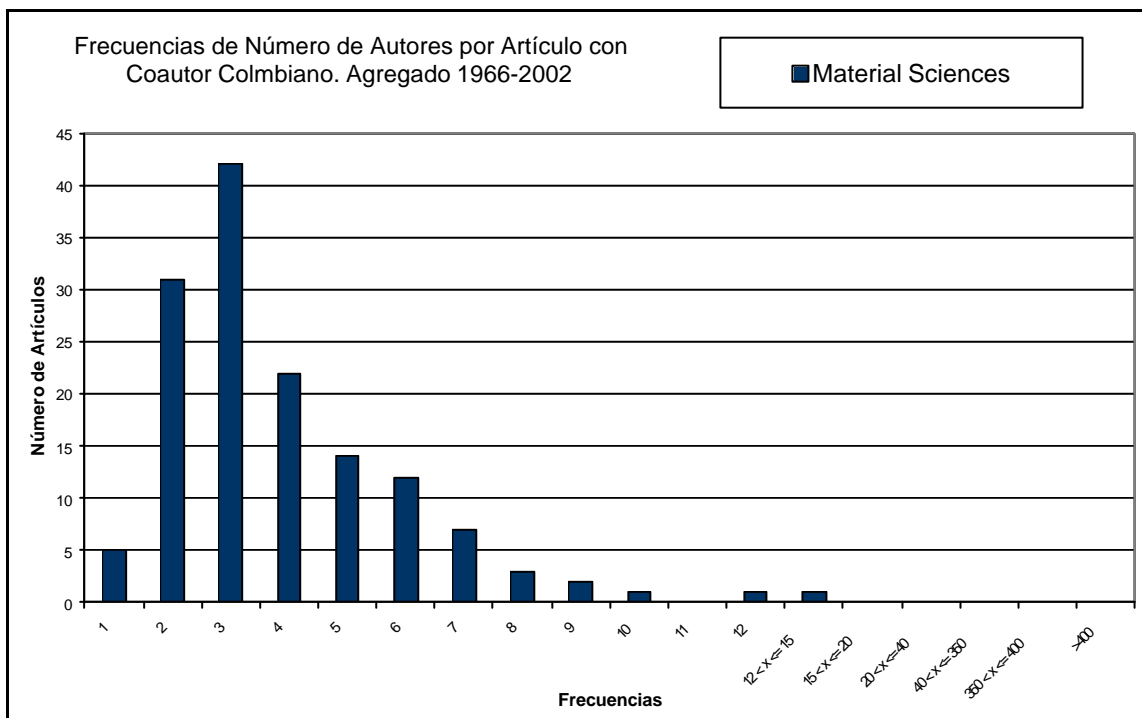
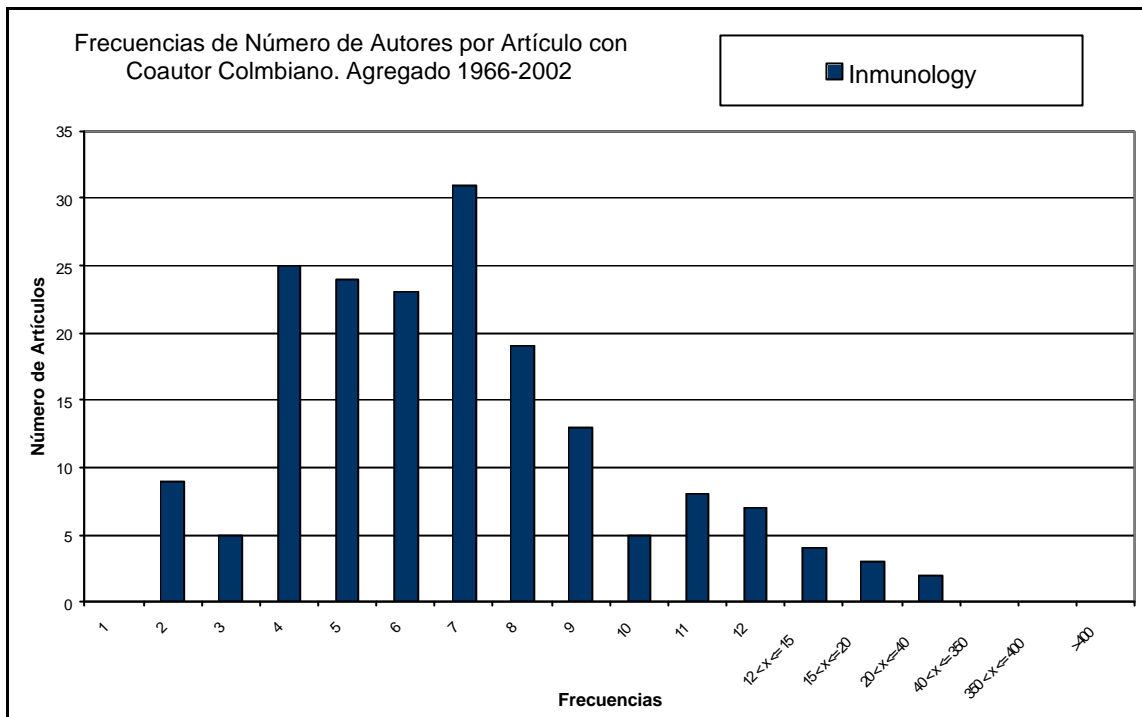


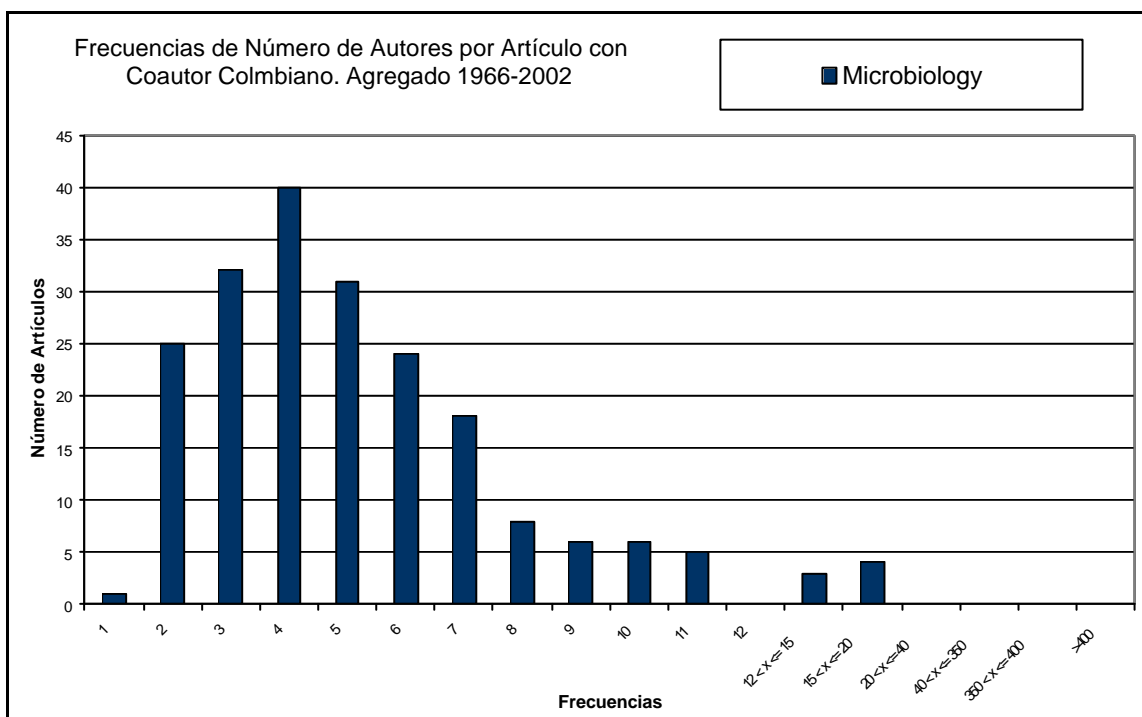
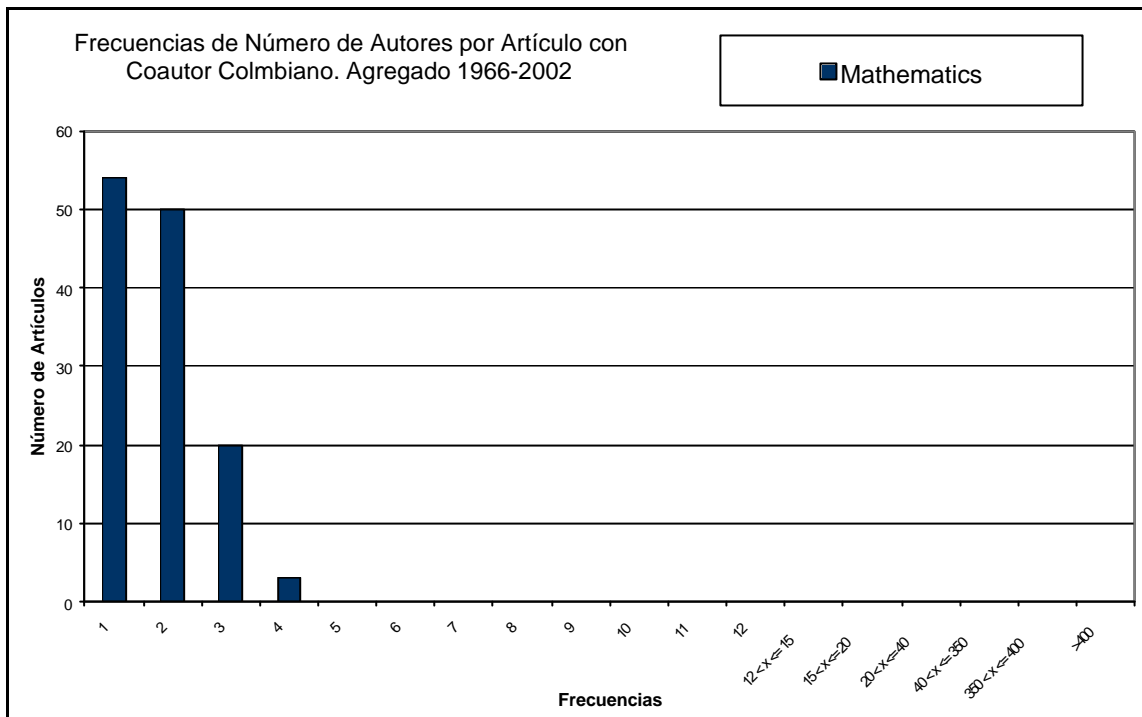


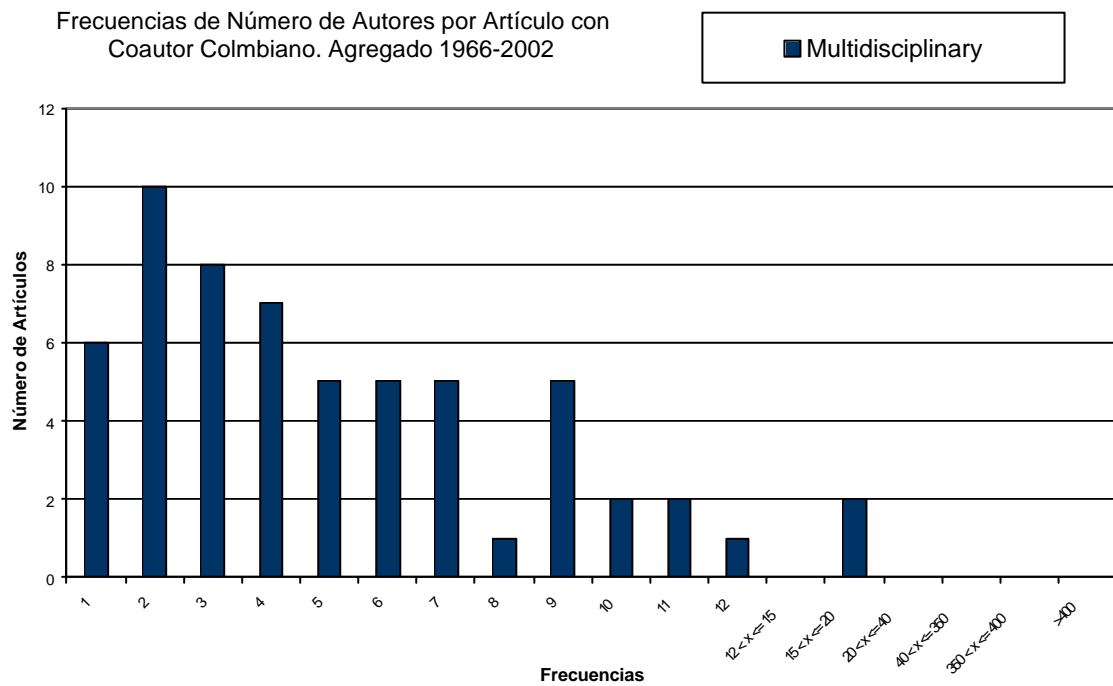
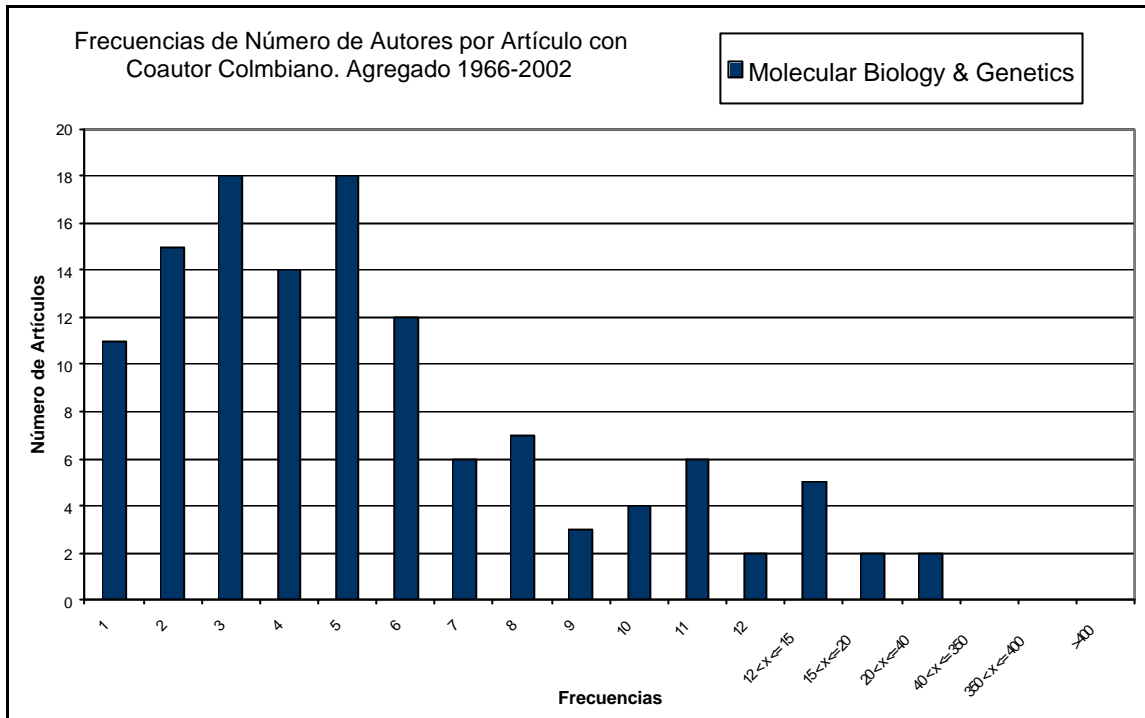






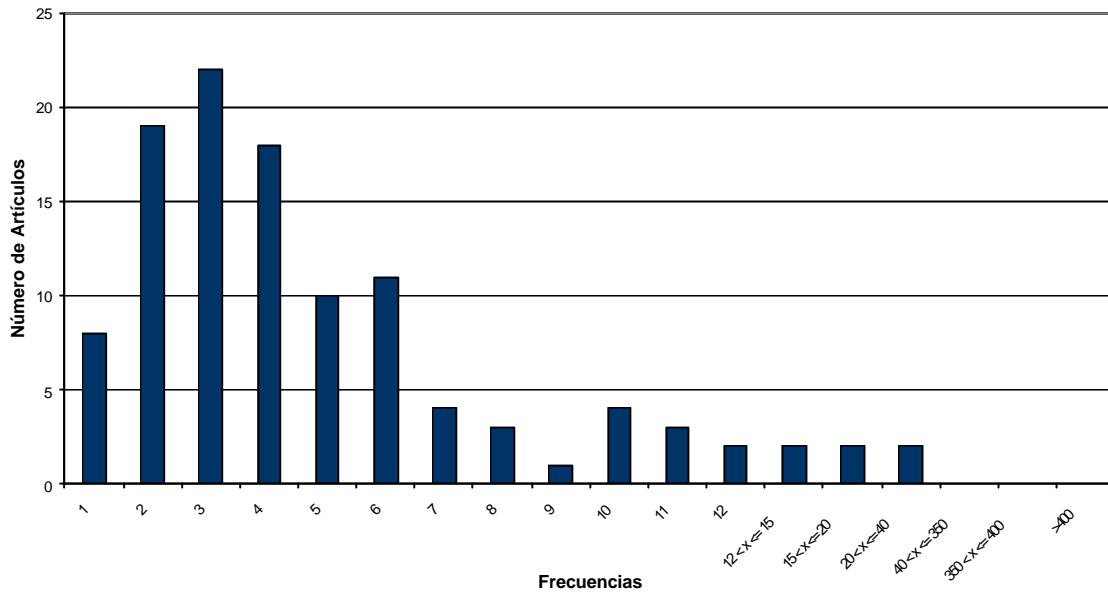






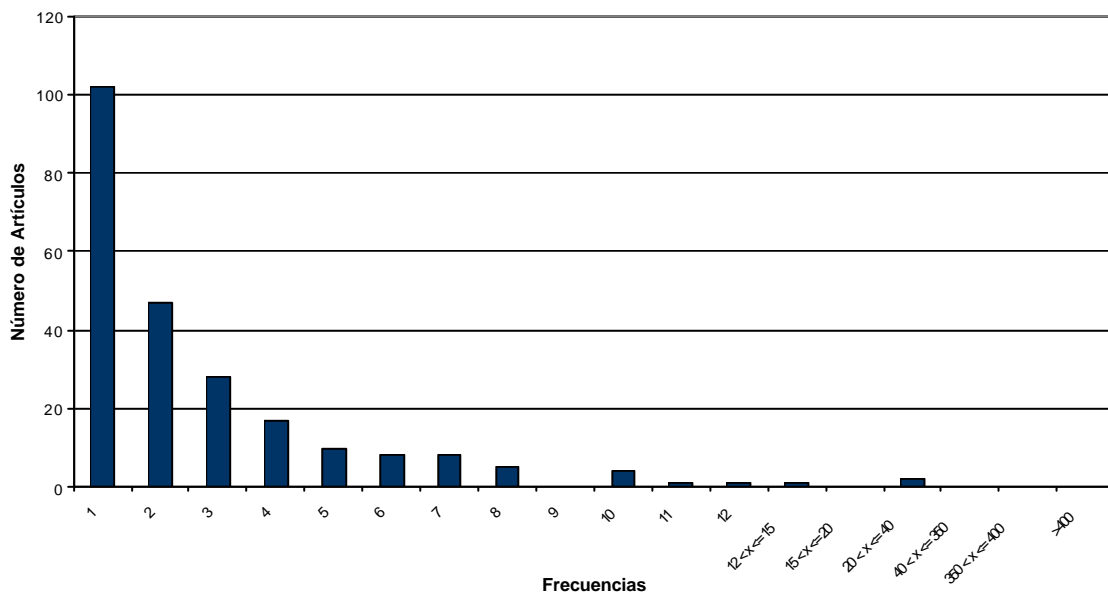
Frecuencias de Número de Autores por Artículo con Coautor Colombiano. Agregado 1966-2002

■ Neuroscience & Behavior

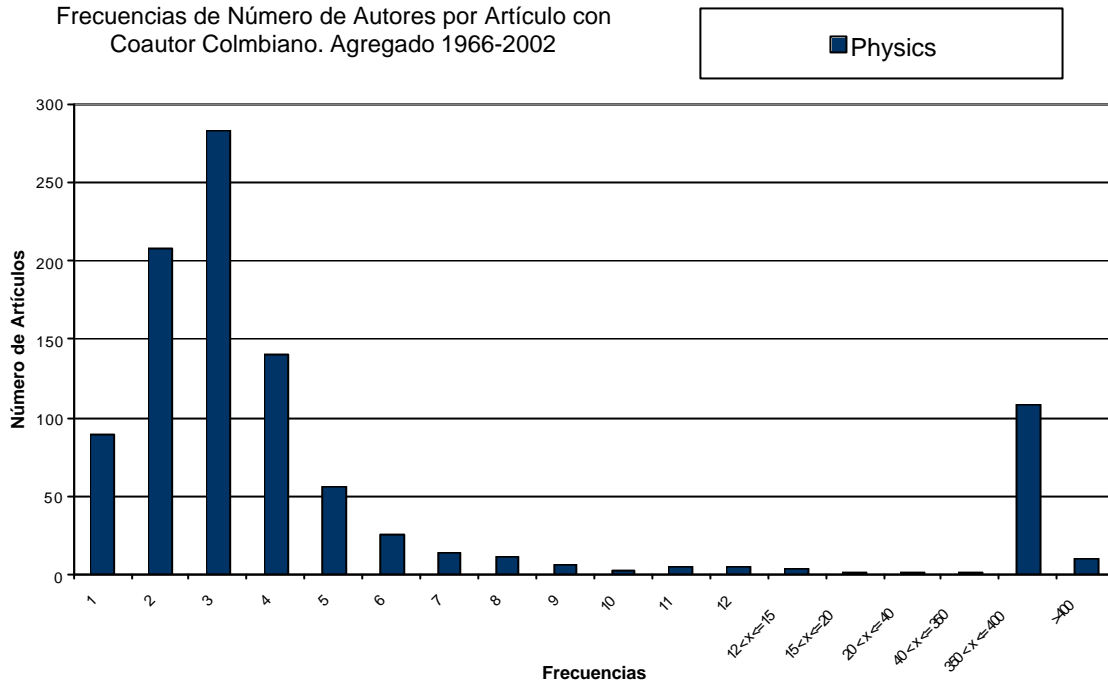


Frecuencias de Número de Autores por Artículo con Coautor Colombiano. Agregado 1966-2002

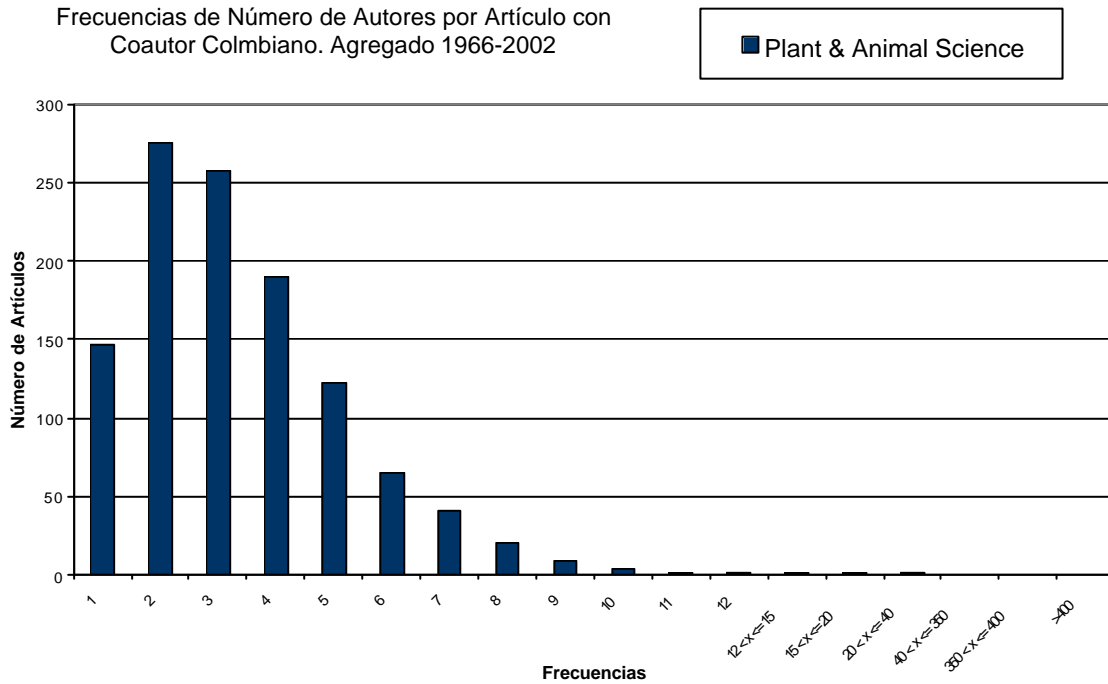
■ Psychiatry & Psychology



Frecuencias de Número de Autores por Artículo con Coautor Colombiano. Agregado 1966-2002



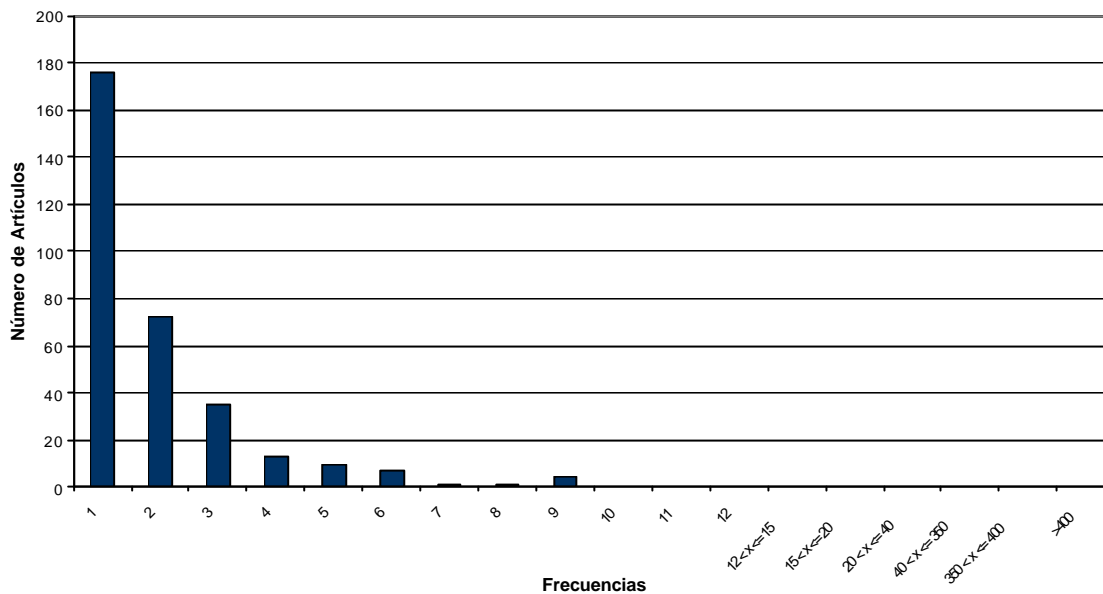
Frecuencias de Número de Autores por Artículo con Coautor Colombiano. Agregado 1966-2002





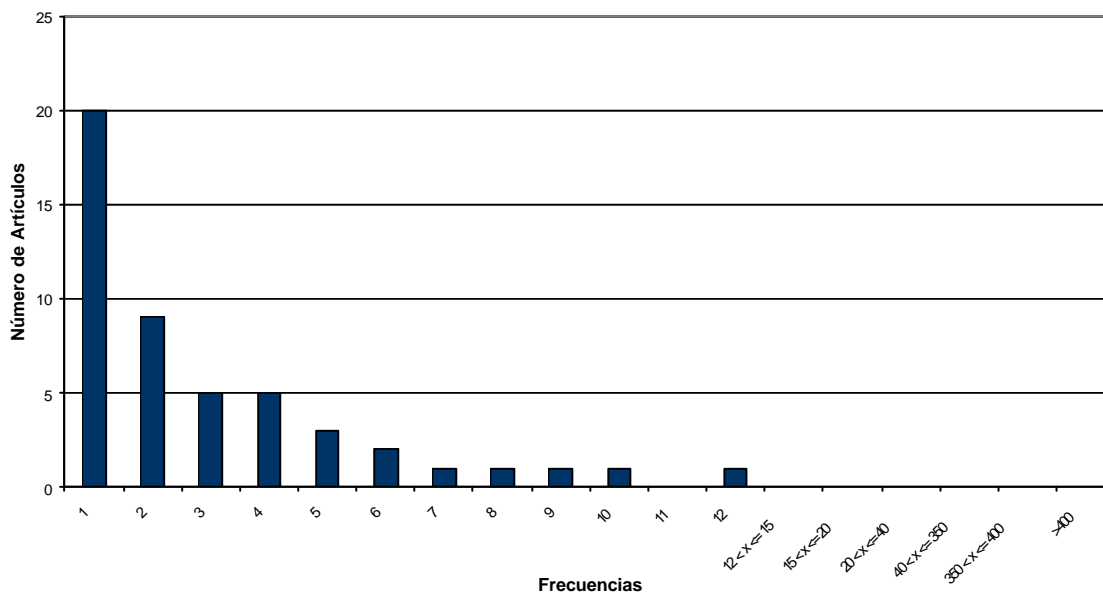
Frecuencias de Número de Autores por Artículo con Coautor Colombiano. Agregado 1966-2002

■ Social Sciences, General



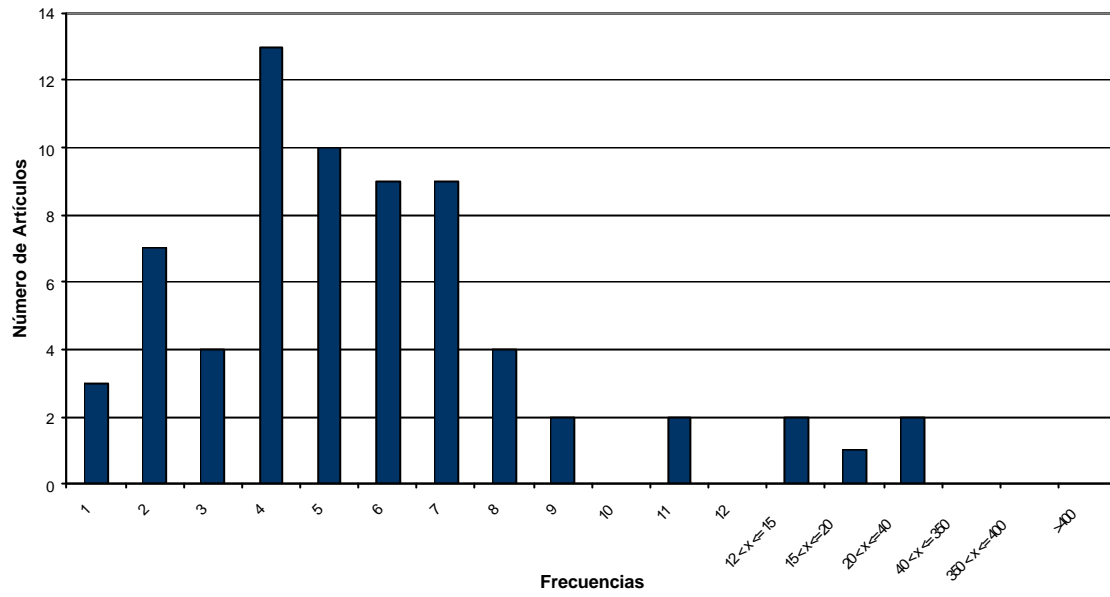
Frecuencias de Número de Autores por Artículo con Coautor Colombiano. Agregado 1966-2002

■ Space Science



Frecuencias de Número de Autores por Artículo con Coautor Colombiano. Agregado 1966-2002

■ Pharmacology & Toxicology



## **Parte II**

### **Capítulo 2**

#### **LAS REVISTAS INDEXADAS INTERNACIONALES DONDE PUBLICAN LOS COLOMBIANOS**

*Por Bibiana Gutiérrez,  
Abelardo Duarte,  
Ana María Villa<sup>1</sup>*

En este ensayo nos proponemos aproximarnos a una medida de la calidad de las revistas indexadas internacionalmente en donde publican los científicos colombianos y a una valoración de las publicaciones de colombianos por la calidad de las revistas de publicación.

En este análisis utilizamos como indicador de calidad de las revistas donde publican científicos colombianos y de las publicaciones colombianas, el número de veces que han sido citadas las revistas indexadas. Estas medidas de calidad son desarrolladas para presentar una evaluación cuantitativa del estado de la producción científica de difusión internacional.

Esta difusión internacional de la producción científica puede ser atribuible a decisiones de política que influyen la actividad investigativa y al desempeño de los programas de investigación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Por tanto mediante este análisis se pueden obtener conclusiones acerca de los impactos de la investigación, sobre la transmisión científica y tecnológica realizada a través del ejercicio de la publicación internacional.

---

<sup>1</sup> La investigación de este capítulo fue orientada por Clemente Forero P.

## **Bases de Datos y Procedimiento de Búsqueda**

Para la realización de este estudio se hace uso de las bases de datos construidas por el *Institute for Scientific Information (ISI)*, de Filadelfia, U.S.A., obtenidas en la *Web of Science* [www.isinet.org.co](http://www.isinet.org.co) durante el mes de Noviembre de 2003<sup>2</sup>.

Las bases de datos consultadas desde el servidor de *ISI Essential Indicators* son: *Sciences Citation Expanded (SCI)*, *Social Sciences Citation Index (SSCI)* y *Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)*. Que contienen estadísticas de aproximadamente 8.500 revistas indexadas.

Las siguientes son las consultas utilizadas en la realización de este ensayo. Estas bases de datos fueron obtenidas en el ISI Essential Indicators los días 7 y 9 de Noviembre de 2003 respectivamente:

1. Artículos Colombianos Indexados para el período 1966-2003. Esta base de datos tiene un total de 7454 artículos. Para la obtención de esta base de datos se seleccionaron los documentos en los que se encuentra Colombia en el campo “address”, para los años de 1966 al 2003.

2. Revistas Mejor Clasificadas por Número de Citaciones y Divididas por Áreas Temáticas, con fechas consideradas desde el 1 de enero de 1993 hasta el 31 de Octubre de 2003. Esta base de datos tiene un total de 3775 revistas. Para esta búsqueda se seleccionaron las revistas mejor clasificadas ordenadas por citaciones para todos los campos temáticos. Esta base de datos concuerda con la clasificación de las revistas realizada por el ISI para la fecha 09-10-03, por lo que se utiliza para un análisis punto de la clasificación temática de las revistas mejor clasificados y de los artículos colombianos publicados en las mismas.

---

<sup>2</sup> Los autores agradecen a Thomson ISI, Regional de América del Sur, por el acceso temporal a sus bases de datos que permitió el desarrollo de este y otros capítulos del presente informe.

Al hablar de calidad de las revistas tomamos como criterio el número de citas por revista – variable principal de este análisis –. Este criterio coincide con la estrategia de búsqueda desarrollada por ISI y utilizada para construir la base de datos Revistas Mejor Clasificadas por número de citas.

### **Clasificación Temática**

ISI clasifica las revistas indexadas en sus bases de datos en diferentes disciplinas temáticas. Las áreas temáticas definidas por el instituto y utilizadas para la clasificación de las revistas son: Agricultural Sciences, Biology & Biochemistry, Chemistry, Clinical Medicine, Computer Science, Economics & Business, Engineering, Environment & Ecology, Geosciences, Immunology, Material Sciences, Mathematics, Microbiology, Molecular Biology & Genetics, Multidisciplinary, Neuroscience & Behavior, Physics, Psychiatry & Psychology, Plant & Animal Sciences, Social Sciences General y Space Science.

En la clasificación realizada por ISI, una revista puede pertenecer a una o más áreas temáticas a la vez, por lo cual se revisó la base de Revistas Mejor Clasificadas por Número de Citaciones para encontrar las áreas repetidas en varios campos temáticos. En la verificación del listado de revistas se encontró que diez de ellas estaban clasificadas en dos o más áreas a la vez<sup>3</sup>. Para evitar el doble conteo y considerando que todas las revistas repetidas forma n parte del listado del campo Multidisciplinary, las revistas repetidas fueron agrupadas en esa área temática y eliminadas de los demás campos.

### **Consolidación de una Única Base de Datos**

Con el fin de valorar la calidad de las revistas mejor clasificadas donde se han publicado artículos de autores y coautores colombianos, se cruzaron los datos de las revistas de publicación de los documentos colombianos indexados desde 1966 hasta el

---

<sup>3</sup> Ver Anexo I.

2003 con la base de datos de las 3775 revistas mejor clasificadas divididas por disciplina temática. A través de este proceso se asignó a cada uno de los artículos colombianos indexados en ISI, el área temática y el número de citas correspondiente a la revista de publicación del artículo.

Al realizar esta comparación se encontró que 5049 artículos de los 7454 documentos de autores colombianos fueron publicados en las revistas mejor clasificadas por el ISI entre 1966 y octubre del 2003. Por otro lado, los 2405 documentos colombianos que no pertenecen a las mejores revistas no pudieron ser designados en un campo temático.

Dada la imposibilidad de reproducir el criterio de clasificación temática del ISI, se tomó la decisión de excluir los 2405 artículos que no fueron publicados en las revistas mejor calificadas por número de citas.

Como la cifra de publicaciones para el 2003 se tomó antes de finalizar el año, no se puede tener una idea real del número de artículos producidos por científicos colombianos y publicados en las revistas mejor clasificadas para ese año. Por lo tanto se excluyen del análisis los datos para el año 2003. Se encontró un total de 367 artículos publicados en las revistas mejor clasificadas del ISI para el año 2003, artículos que fueron suprimidos de la base de datos.

Una vez realizadas las modificaciones anteriores se obtiene una base de datos consolidada con un total de 4682 artículos colombianos publicados en 1165 de las mejores revistas según ISI entre los años 1966 y 2002.

### **Las Revistas mejor Clasificadas donde Publican los Colombianos**

En la siguiente tabla se presentan los datos total y por disciplina temática de cuatro categorías:

1. “Número de Revistas Mejor Clasificadas por Número de Citaciones”: en esta se observa la cantidad de revistas total y por área temática, datos obtenidos en la consulta de ISI de revistas mejor clasificadas por número de citas.
2. “Número de Revistas mejor Clasificadas donde Publican Colombianos”: en esta se presentan la cantidad de revistas, total y por campo temático, en las que se ha publicado al menos un artículo colombiano entre los años 1966 y 2002.
3. “Número de Artículos Colombianos Publicados en las Revistas mejor Clasificadas”: son los artículos colombianos publicados en las revistas de la categoría dos, clasificados por campos temáticos.
4. “Número de Citaciones Promedio de las Revistas mejor Calificadas”: es el promedio del número de citas de las revistas mejor clasificadas pertenecientes a cada una de las áreas temáticas. Para el cálculo de este promedio se utilizó el número de citas por revista obtenidos de las bases de datos del ISI.

**Tabla 1.**

<b>Area Temática</b>	<b>Número de Revistas Mejor Clasificadas por Número de Citaciones</b>	<b>Número de Revistas mejor Clasificadas donde Publican Colombianos</b>	<b>Número de Artículos Colombianos Publicados en las Revistas mejor Clasificadas</b>	<b>Número de Citaciones Promedio de las Revistas mejor Clasificadas</b>
Agricultural Sciences	118	49	315	58,8968
Biology & Biochemistry	200	73	128	60,7182
Chemistry	200	86	315	44,2913
Clinical Medicine	200	128	651	67,8655
Computer Science	163	14	35	197,278
Economics & Business	187	32	50	299,135
Engineering	200	52	122	10,5801
Environment & Ecology	142	54	241	32,0173
Geosciences	169	52	134	66,5294
Inmunology	57	23	152	51,731
Material Sciences	170	44	101	71,1844
Mathematics	172	50	99	162,382
Microbiology	65	36	155	35,4173
Molecular Biology & Genetics	126	29	92	49,9396
Multidisciplinary	19	8	51	231,534
Neurosciences & Behavior	133	35	76	46,3849
Psychiatry & Psychology	266	43	71	33,0093
Physics	173	90	802	47,6617
Plant & Animal Sciences	369	180	903	7,72899
Social Sciences, General	608	75	142	244,889
Space Science	38	12	47	204,856
<b>Total</b>	<b>3775</b>	<b>1165</b>	<b>4682</b>	<b>72,5762</b>

En la tabla anterior encontramos que los científicos colombianos publican en el 30.86% del total de revistas “mejor clasificadas en ISI”. Es decir que 1165 de 3775 de las revistas “mejor clasificadas en ISI” han publicado al menos un artículo colombiano desde 1966 hasta el 2002.

En estas revistas mejor clasificadas hay 4682 artículos de colombianos. Estos corresponden al 67.69% del total de artículos (6917) de autores o coautores colombianos



publicados en las revistas indexadas en ISI entre 1966 y 2002. Mientras que el restante 32.31% de los artículos colombianos indexados internacionalmente no ha sido publicado en ninguna de las 3775 revistas con mejor clasificación por número de citas. Esto implica que la producción científica colombiana que tiene difusión internacional es publicada en su mayoría - con una proporción cercana al 70% - en el grupo de revistas catalogadas por el ISI como las revistas indexadas internacionalmente más citadas.

La mayor cantidad de revistas donde publican los colombianos pertenece al área de Plantas y Animales, seguida por el área Medicina Clínica. Por otro lado, el menor número de revistas donde publican autores y coautores colombianos corresponden a las áreas Multidisciplinaria, y la de Ciencias del Espacio respectivamente.

Considerando conjuntamente las columnas “Número de Revistas mejor Clasificadas por Número de Citaciones” y “Número de Revistas mejor Clasificadas donde Publican Colombianos” se puede observar que las revistas con mayor número de citas pertenecen a las siguientes disciplinas temáticas: Clinical Medicine donde las revistas con publicaciones colombianas corresponden al 64% de las revistas con mayor número de citas; Microbiología (55.38%); Física (52,02%), Plant & Animal Science (48,78%); y Química, Multidisciplinary, Ciencias de la Agricultura e Inmunología con porcentajes entre 40 y 43%.

También encontramos que las áreas con menor cantidad de revistas con publicaciones de científicos colombianos mejor clasificadas en proporción al número total de revistas mejor clasificadas en ISI son: Ciencia de la Computación y Ciencias Sociales en General, equivalentes al 8.59% y 12.34% respectivamente.

## **Número de Citaciones de las Revistas mejor Clasificadas donde Publican Científicos Colombianos**

La clasificación de las revistas por número de citaciones es producida por el ISI y coincide con la estrategia de búsqueda utilizada en este estudio para obtener la base de datos de las Revistas Mejor Clasificadas. En este caso, se tiene que el promedio de citaciones de las 1165 revistas mejor clasificadas donde publican científicos colombianos es igual a 72,57 citaciones por revista.

Si tomamos la última columna de la Tabla 1, que contiene el promedio por campo temático del número de citaciones de las revistas mejor clasificadas, y la dividimos en cuatro grupos por número de citaciones obtenemos:

1. Grupo con promedio menor a 10 citaciones por revista: Plant & Animal Sciences con 7,73 citaciones promedio e Engineering con 10,58 citaciones promedio.
2. Grupo con promedio entre 30 y 50 citaciones por revista: Environment & Ecology (32,02), Psychiatry & Psychology (33,01), Microbiology (35,42), Chemistry (44,29), Neurosciences & Behavior (46,38), Physics (47,66), Molecular Biology & Genetics (49,94).
3. Grupo con promedio entre 50 y 70 citaciones por revista: Immunology (51,73), Agricultural Sciences (58,9), Biology & Biochemistry (60,72), Geosciences (66,53), Clinical Medicine (67,87), Material Sciences (71,18).
4. Grupo con promedios de citaciones por revista más altos: Mathematics (162,38), Computer Science (197,28), Space Science (204,86), Multidisciplinary (231,53), Social Sciences (244,89) e Economics & Business (299,13).

El promedio de citaciones de las revistas es en este estudio el indicador de calidad de las revistas indexadas internacionalmente donde publican los científicos colombianos. Por tanto se puede suponer que las revistas mejor clasificadas donde publican autores y coautores colombianos, pertenecientes al área de Economics & Business, son las revistas de

mayor calidad. Y así mismo lo serán las revistas que pertenecen al grupo con promedio de revistas más alto.

Por otro lado, las revistas con menor calidad de entre aquellas mejor clasificadas por número de citas, pertenecen a las áreas Plant & Animal Sciences y Engineering.

### **Análisis Agregado del Número de Publicaciones Colombianas**

En la Tabla 2 encontramos los valores agregados total y promedio anual de los artículos colombianos publicados en las revistas mejor clasificadas para el período comprendido entre los años 1966 y 2002:

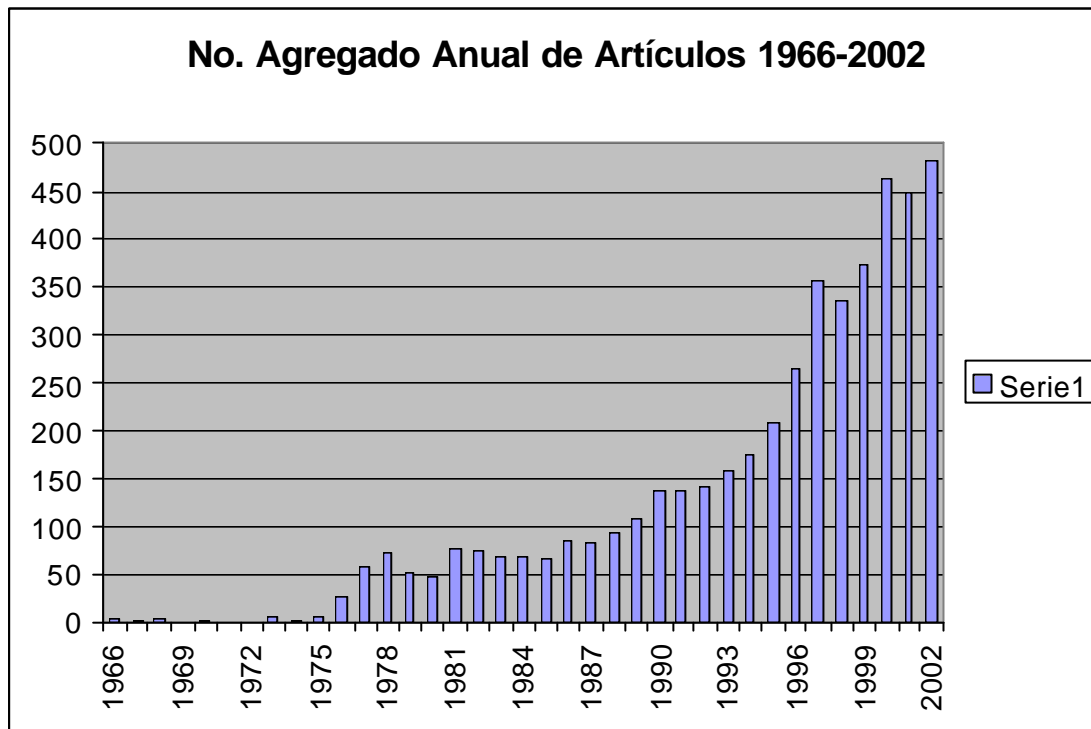
**Tabla 2.**

	<b>Datos Agregados</b>
<b>Total Revistas mejor Clasificadas donde Publican los Colombianos</b>	1165
<b>No. Total Artículos</b>	4681
<b>No. Promedio Anual de Artículos (incluye años sin publicación)</b>	126,5405405
<b>No. Promedio de Artículos (no incluye años de publicación)</b>	137,7058824
<b>No. Total Citaciones</b>	3298,636287
<b>No. Citaciones Promedio</b>	97,01871432
<b>No. de Años donde no se Publicó ningún Artículo</b>	3 (69, 71, 72)

Es evidente que existe una diferencia entre los dos promedios de artículos colombianos publicados en las revistas de mayor calidad presentados en la tabla. Esta diferencia ocurre por que los cocientes de ambos promedios son distintos.

Para obtener el primer promedio utilizamos el número total de años que abarca el período de estudio, es decir 37 años. Mientras que para obtener el segundo promedio se le restó al período de 37 años, los 3 años en los cuales no se realizó ninguna publicación colombiana.

A continuación se presenta la evolución anual del número de artículos en todas las áreas para los años desde 1966 hasta el 2002. En esta gráfica podemos observar que el número de artículos colombianos publicados anualmente en las revistas indexadas y mejor clasificadas internacionalmente para el período estudiado ha aumentado a través del tiempo.



También se observa que en los años 1969, 1971 y 1972 no hubo publicaciones colombianas indexadas en las revistas con mayor número de citas, Hasta 1975 el número de artículos publicados está entre 0 y 6 artículos.

Lo importante es que se observa un comportamiento creciente de la publicación internacional en las revistas ISI mejor clasificadas. Este crecimiento en la participación internacional de las publicaciones colombianas se puede atribuir como resultado de las políticas de ciencia y tecnología.

Podemos observar que el número de artículos colombianos presenta un mayor crecimiento a partir de la década de los 90 y en especial en los años 1997 y 2000, con valores por encima de 330 artículos a partir de 1997 y por encima de 445 artículos a partir del 2000. Esta expansión del número de artículos colombianos publicados en las mejores revistas indexadas de ISI para la década de los 90, se observa como respuesta de la presión por el aumento de la producción científica ejercida por las políticas de ciencia y tecnología.

### **Análisis Agregado de las Citaciones Promedio de los Artículos Colombianos**

El promedio de citaciones de los artículos colombianos publicados en las revistas mejor calificadas, se calcula a partir de las citaciones de las revistas donde se han publicado los documentos colombianos. A diferencia del promedio de citaciones de las revistas, el promedio de citaciones de los artículos colombianos publicados en estas revistas incluye la clasificación de una revista y la repite el número de veces equivalente al número de artículos publicados en la revista.

Nuevamente el número de citaciones se utiliza como medida de calidad. En este caso se usa como indicador de calidad de los artículos de autores y coautores colombianos bajo el criterio de calidad de las revistas donde han sido publicados los documentos. Se tiene un total de 87,93 citaciones promedio por artículo publicado entre 1966 y 2002.

**Tabla 3.**

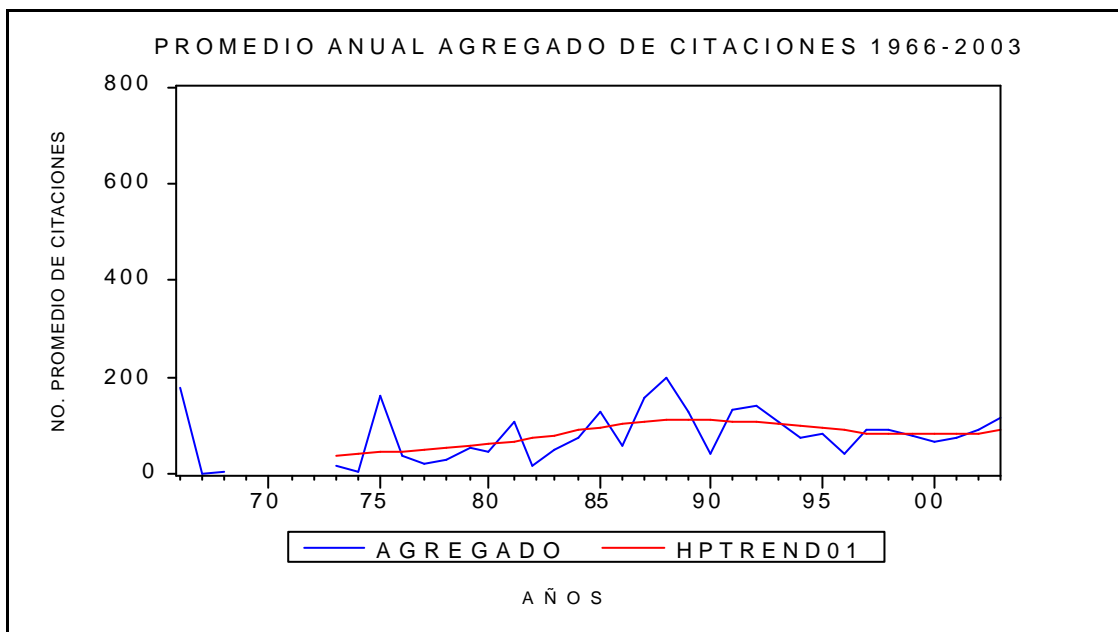
<b>Area Temática</b>	Número de Citaciones Promedio de las Publicaciones Colombianas en las Revistas mejor Clasificadas
Agricultural Sciences	17,4068944
Biology & Biochemistry	54,9143496
Chemistry	43,7893673
Clinical Medicine	64,6084215
Computer Science	129,067023
Economics & Business	264,237128
Engineering	9,61114982
Environment & Ecology	22,7501766
Geosciences	77,3333052
Inmunology	119,542045
Material Sciences	73,4069014
Mathematics	111,688394
Microbiology	29,7513064
Molecular Biology & Genetics	34,1868448
Multidisciplinary	132,948883
Neurosciences & Behavior	43,7604527
Psychiatry & Psychology	54,8254313
Physics	118,550182
Plant & Animal Sciences	27,4532143
Social Sciences, General	246,4857
Space Science	170,201656
<b>Promedio Total</b>	<b>87,9294679</b>

De acuerdo con la Tabla 3 se tiene que la producción científica de difusión internacional con mayor calidad tiene lugar en las disciplinas: Economics & Business (264,24), Social Sciences (246,49), Space Science (170,20), Multidisciplinary (132,95), Computer Science (129,07), Inmunology (119,54), Physics (118,55) y Mathematics (111,69).

Por otro lado, los artículos colombianos publicados internacionalmente con menor calidad son aquellos producidos en los campos: Engineering (9,61) y Agricultural Sciences (17,41).

A continuación observamos la tendencia anual de las citaciones promedio de los artículos colombianos. Para esto se ha desestacionalizado la serie con el filtro de Hodrick-Prescott, con el fin de evaluar la calidad medida en citaciones promedio de los artículos colombianos.

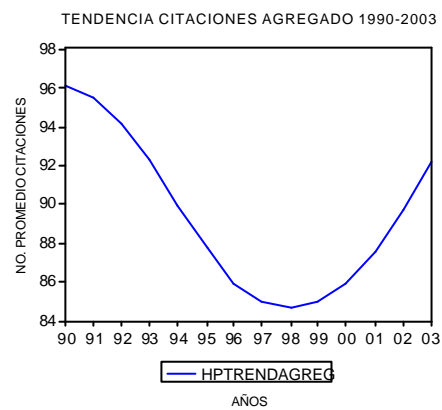
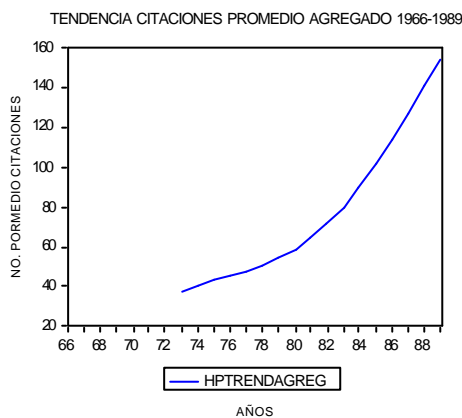
El promedio anual de citaciones de las publicaciones colombianas más alto se presenta en 1988 y el más bajo para los años de 1967 y 1970. Se observa que el rango promedio de citaciones de la tendencia está entre 30 y 160 con su punto mínimo en 1973 y su punto máximo en 1989. Así mismo encontramos que la tendencia del promedio de las citaciones es mayor desde la mitad del intervalo anual en adelante.



La imposibilidad de obtener una tendencia para el intervalo de años entre 1966 y 1972 se debe a que no hay ninguna publicación de artículos colombianos en tres años. Por lo tanto, se separó la serie en dos períodos, de 1966 a 1989 y de 1990 al 2002, con el fin de realizar un mejor análisis.

Inicialmente se encuentra que los rangos del eje de citas promedio son diferentes para las dos partes de la serie. El primer período presenta una tendencia continua y creciente desde 1973 con menos de 40 citas promedio, y finalizando en 1989 con entre 150 y 160 citas promedio.

En las siguientes gráficas se muestra la tendencia del promedio de citas dividida en los dos períodos de tiempo:

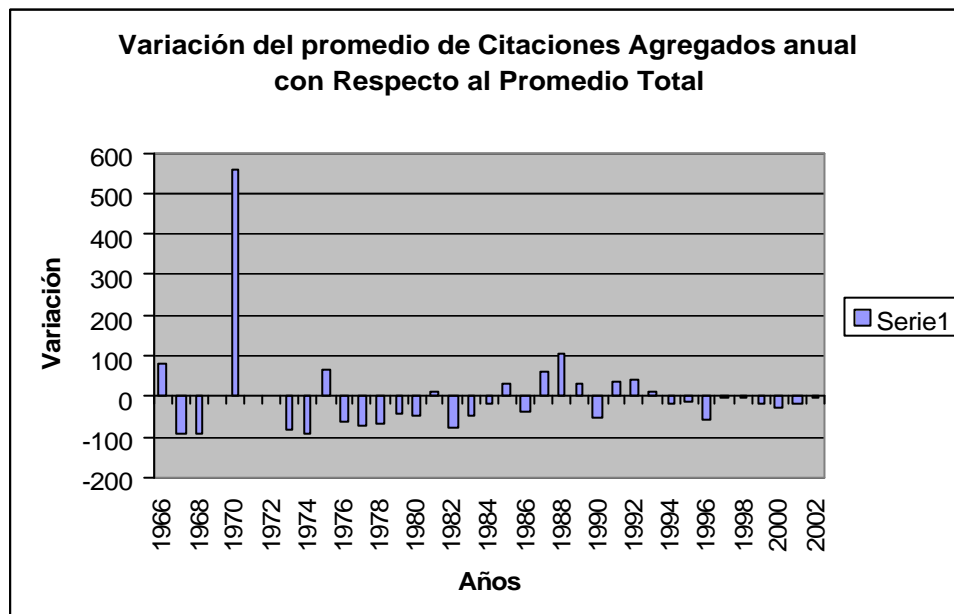


La tendencia del promedio de citas de los artículos colombianos publicados para el período 1990-2002 es decreciente hasta 1998 y comienza a recuperarse con un crecimiento lento desde 1999. En este período, el rango total de número de citas promedio del agregado oscila entre 84 y 97 citas promedio. Lo que destaca la existencia de un impacto de las políticas de producción científica con la producción de difusión internacional.



Se concluye finalmente que para el período 1966-2002 predomina una tendencia creciente de citas promedio, y que esta tendencia es decreciente para el rango de años entre 1990 y 1998. Con una estabilización alrededor del promedio total para los últimos años del período total.

En la siguiente gráfica se muestra la variación del promedio de citas anual respecto al promedio general. En esta se observa una tendencia a suavizar la variación de las citas respecto del promedio en los últimos años del período evaluado, lo que muestra que las citas se han estabilizado.

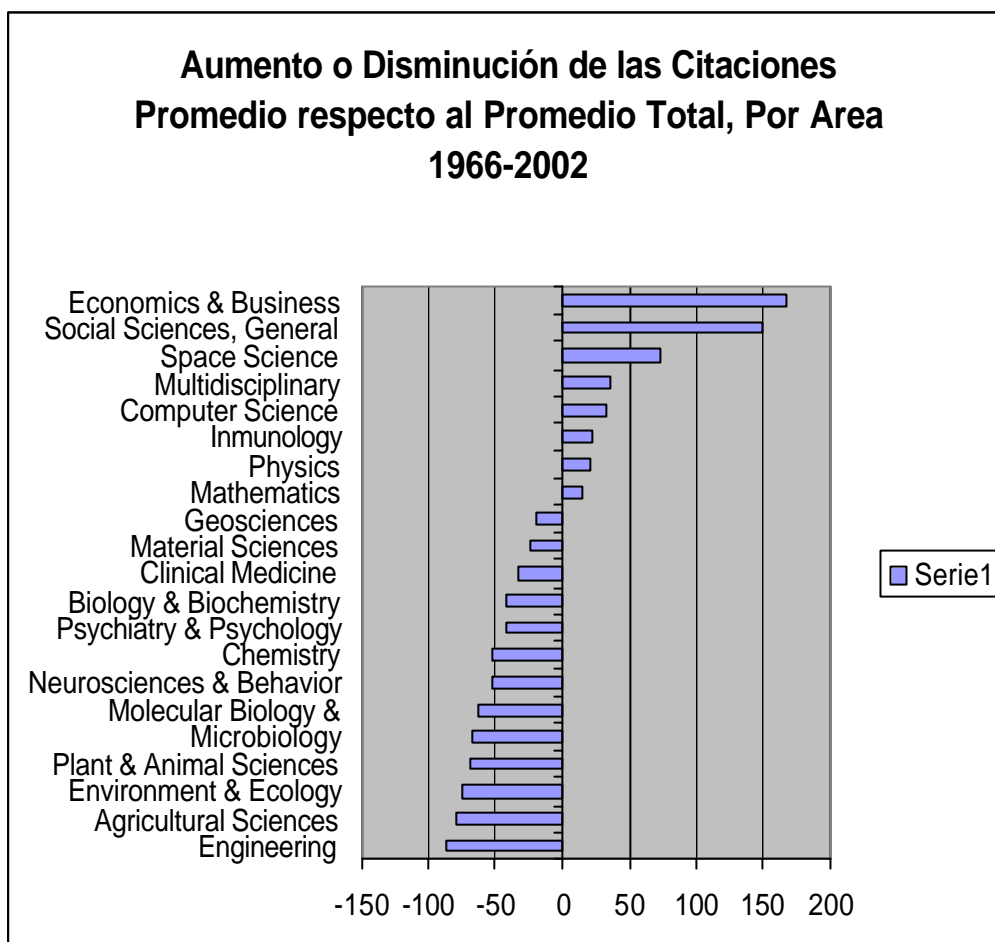


La estabilización de las variaciones de la citas promedio anual puede interpretarse como un indicador de que los esfuerzos por crear una conciencia de investigación científica y tecnológica, han permitido una participación constante de los autores y coautores colombianos en la publicación de conocimiento a nivel internacional en revistas reconocidas internacionalmente.

### **Aumento o Disminución de las Citaciones Promedio por Área**

Calculando las variaciones de las citaciones promedio de los artículos para todos los campos temáticos, se pueden observar las áreas de mayor importancia para el país siguiendo el criterio de calificación de los artículos de científicos colombianos que se publican en las revistas mejor clasificadas.

De las variaciones encontramos ocho de 21 áreas temáticas con un promedio de citaciones por encima del promedio total de citaciones en Colombia para el período 1966-2002. Las áreas donde se cita a los colombianos más que el promedio son: Economics & Business, Social Sciences General, Space Science, Multidisciplinary, Computer Science, Immunology, Physics y Matemáticas. Siendo la diferencia de Economics & Business y Social Sciences General de más de 150 citaciones que el promedio.



Las áreas en las que la producción colombiana se cita menos que el promedio son: Geosciences, Material Sciences, Clinical Medicine, Biology & Biochemistry, Psychiatry & Psychology, Chemistry, Neuroscience & Behavior, Molecular Biology & Genetics, Microbiology, Plant & Animal Sciences, Environment & Ecology, Agricultural Sciences y Engineering.

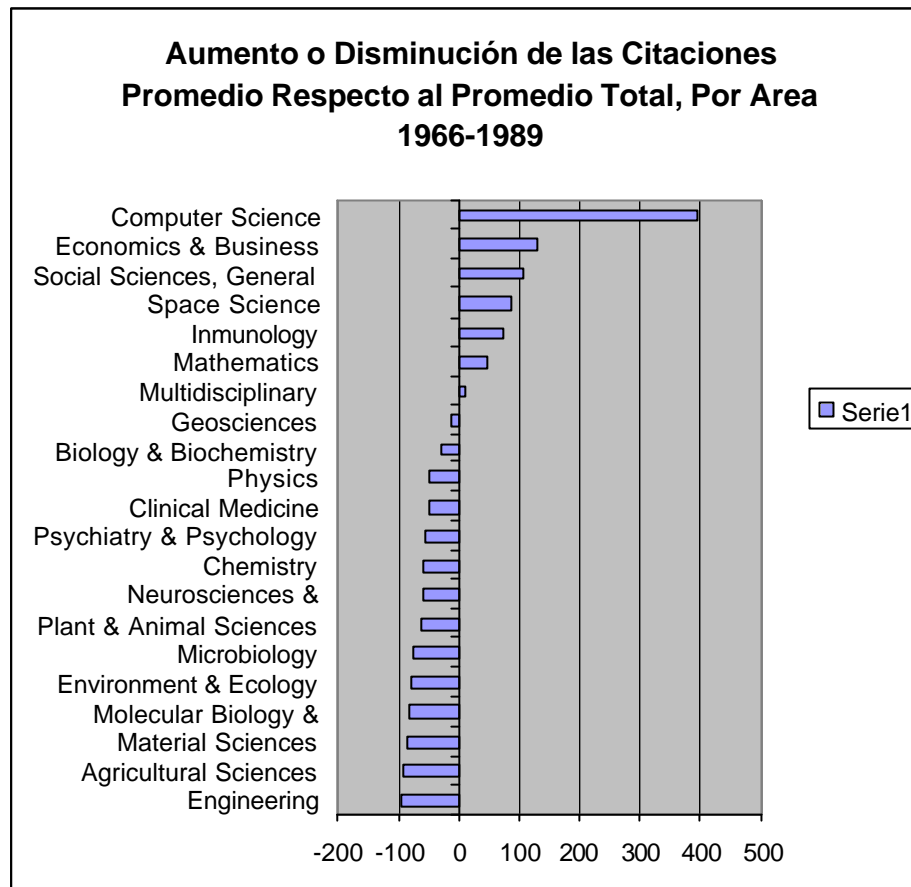
El número de áreas donde se cita a los colombianos menos que el promedio es mayor que el número de áreas donde se citan las publicaciones colombianas más que el promedio.

Se pueden clasificar las áreas por la variación en valor absoluto respecto al promedio en tres grupos:

1. Áreas con Variación de las citasiones mayor a 150 citasiones por artículo por encima del promedio : Economics & Business y Social Sciences.
2. Áreas con Variación entre 50 y 100 citasiones por artículo respecto al promedio :
  - Variación Positiva: Space Science.
  - Variación Negativa: Chemistry, Neuroscience & Behavior, Molecular Biology & Genetics, Microbiology, Plant & Animal Sciences, Environment & Ecology, Agricultural Sciences y Engineering.
3. Áreas con Variación de citasiones por artículo respecto al promedio de entre 0 y 50 citasiones:
  - Variación Positiva: Multidisciplinary, Computer Science, Immunology, Physics y Mathematics.
  - Variación Negativa: Geosciences, Material Sciences, Clinical Medicine, Biology & Biochemistry, Psychiatry & Psychology.

Para completar la evaluación de las variaciones de las citasiones de los artículos colombianos con respecto al promedio de citasiones, realizamos el mismo procedimiento anterior para los intervalos de 1966-1989 y de 1990-2002.

Para el primer sub-grupo, el rango de citasiones de los artículos colombianos por encima del promedio se hace mayor que en el caso anterior. Pasando del rango variación de citasiones de 0-200 al de 0-400. Por otro lado, el rango de citasiones de las publicaciones colombianas que es menos que el promedio es de 0 a (-100), pero las variaciones parecen haber aumentado.



Al dividir la serie en los dos sub-grupos se presentan diferencias en la variación de las citaciones respecto al promedio para todas las áreas. En este caso el número de áreas donde se citan los artículos colombianos más que el promedio se reduce a seis disciplinas.

Para 1966-1989 Computer Sciences pasa a ocupar el primer lugar por mayor número de citaciones de las publicaciones colombianas por encima del promedio. Economics & Business pasa del primer lugar al segundo en la misma categoría.

Comparando este período con la serie total, observamos que Physics y Multidisciplinary salen del grupo de áreas donde se citan los artículos colombianos más que el promedio. Mientras que Engineering y Agricultural Sciences son en ambos casos las dos primeras áreas donde las publicaciones colombianas son citadas menos que el promedio.

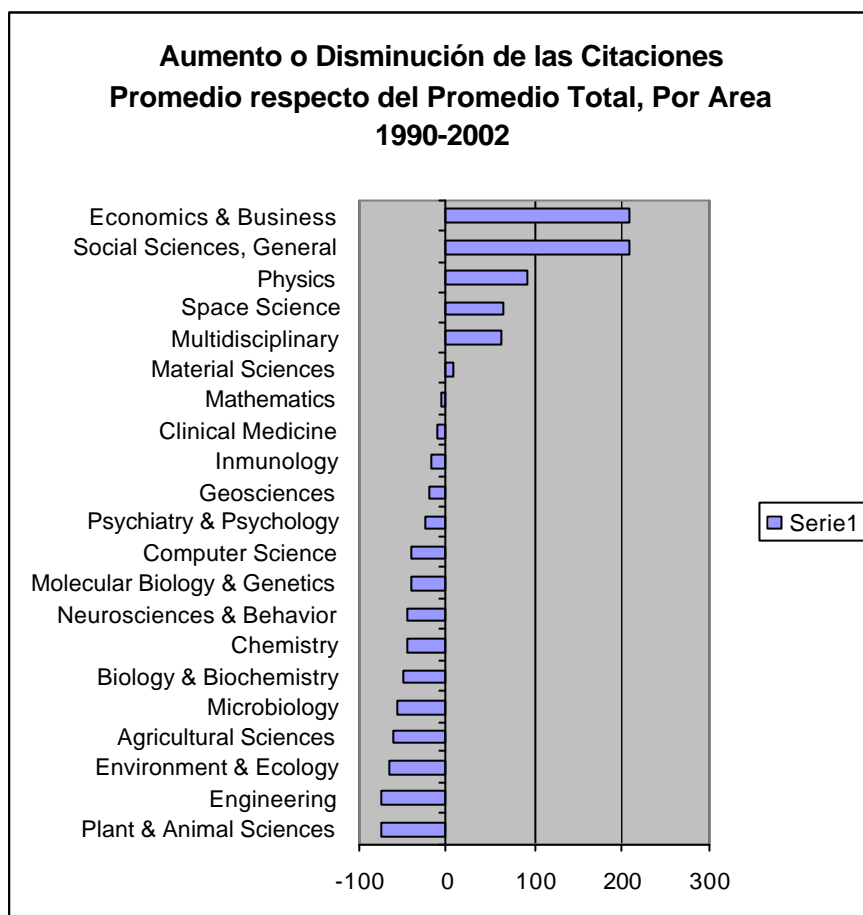
Clasificando nuevamente las variaciones de las citaciones respecto al promedio, se obtienen los siguientes cuatros grupos:

1. Áreas con citaciones de los artículos colombianos con entre 350 y 400 citaciones más que el promedio: Computer Science.
2. Áreas con citaciones de los artículos colombianos con entre 100 y 150 citaciones más que el promedio: Economics & Business y Social Sciences General.
3. Áreas con Variación entre 50 y 100 citaciones de artículos colombianos respecto al promedio :
  - Variación Positiva: Space Sciences, Immunology y Mathematics.
  - Variación Negativa: Psychiatry & Psychology, Chemistry, Neuroscience & Behavior, Plant & Animal Sciences, Microbiology, Environment & Ecology, Molecular Biology & Genetics, Material Sciences, Agricultural Sciences e Engineering.
4. Áreas con Variación entre 0 y 50 citaciones de artículos colombianos respecto al promedio :
  - Variación Positiva: Multidisciplinary.
  - Variación Negativa: Geosciences, Biology & Biochemistry, Physics y Clinical Medicine.

Comparando la gráfica total y la gráfica para 1990-2002, observamos que salen del grupo con número de veces de citación de publicaciones colombianas mayores que el promedio las áreas de Computer Science, Immunology y Mathematics. En este caso hay seis de 21 áreas donde las publicaciones de científicos colombianos son citadas más que el promedio.

En este grupo Physics y Multidisciplinary si forman parte de las áreas donde se cita a los científicos colombianos más que el promedio. Material Sciences también presenta una variación positiva de las citaciones frente al promedio a diferencia de las gráficas para 1966-2002 y 1966-1989. Por otro lado Mathematics, Immunology y Computer Science

pasan a formar parte del grupo donde se citan los artículos colombianos menos que el promedio.



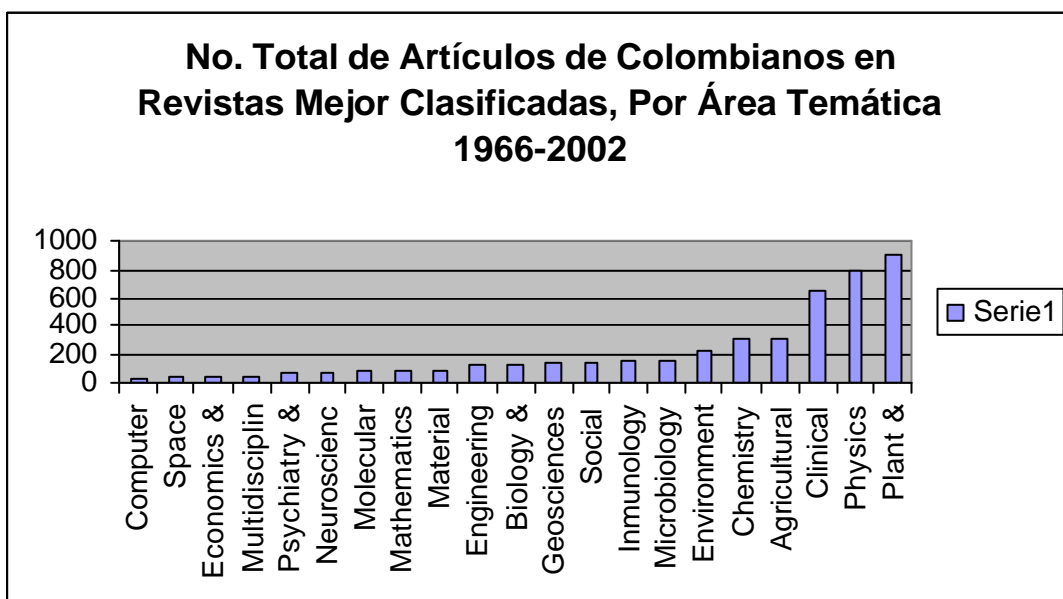
Agricultural Sciences e Engineering en comparación con el período total pasan a ocupar el cuarto y segundo lugar de mayor variación de las citaciones por debajo del promedio. Plant & Animal Sciences por su parte, presenta la mayor variación de las citaciones de los artículos colombianos por debajo del promedio en este sub-grupo.

Las áreas temáticas para el intervalo de la serie desde 1990 hasta el 2002 se pueden dividir por la variación de las citaciones de los artículos colombianos con respecto al promedio de la siguiente manera:

1. Áreas donde se citan los artículos colombianos entre 200 y 250 veces más que el promedio : Social Sciences General y Economics & Business.
2. Áreas cuya Variación está entre 50 y 100 citaciones respecto al promedio :
  - Variación Positiva: Multidisciplinary, Space Science y Physics.
  - Variación Negativa: Microbiology, Agricultural Sciences, Environment & Ecology, Engineering y Plant & Animal Sciences.
3. Áreas con Variación entre 0 y 50 citaciones respecto al promedio :
  - Variación Positiva: Material Sciences.
  - Variación Negativa: Mathematics, Clinical Medicine, Immunology, Geosciences, Psychiatry & Psychology, Computer Science, Molecular Biology & Genetics, Neuroscience & Behavior, Chemistry y Biology & Biochemistry.

**Análisis de Áreas Temáticas de los Artículos Publicados en la Revistas mejor Clasificadas**

Los 4682 artículos de autores y coautores colombianos indexados en las revistas mejor clasificadas, divididos por áreas temáticas se pueden observar en la siguiente gráfica :





De acuerdo al número de artículos publicados, podemos clasificar las áreas temáticas en tres grandes grupos. Clasificación que coincide proporcionalmente con la clasificación de artículos promedio de científicos colombianos publicados en las revistas mejor clasificadas, divididas por área temática.

#### 1. Áreas de Mayor Presencia Colombiana:

A este grupo corresponden las áreas con mayor número de artículos: Plant & Animal Sciences (903), Physics (802), Clinical Medicine (651), Agricultural Sciences (315), Chemistry (314) y Environment & Ecology (241). Estas áreas son de gran importancia para el país, ya que en ellas se publica el mayor número de artículos de científicos colombianos en las revistas mejor clasificadas internacionalmente.

Las cuatro primeras áreas coinciden con las áreas con mayor número de revistas, intercambiando Física por Medicina Clínica en orden descendente.

#### 2. Áreas de Presencia Colombia Intermedia:

Estas áreas tienen de 101 a 155 artículos colombianos publicados por área para el período 1996-2003. Y son: Material Sciences, Engineering, Biology & Biochemistry, Geosciences, Social Sciences General, Immunology y Microbiology, organizadas en orden ascendente por número de artículos.

#### 3. Áreas de Menor Presencia Colombiana:

En estas áreas se publica el menor número de artículos colombianos en las revistas indexadas con mejor clasificación. Por lo tanto su presencia internacional es reducida. Estas áreas enumeradas en orden ascendente son: Computer Science (35), Space Science (47), Economics & Business (50), Multidisciplinary (51), Psychiatry & Psychology (71),

Neuroscience & Behavior (76), Molecular Biology & Biochemistry (92), Mathematics, (99). Las cuatro primeras ocupan alguno de los primeros lugares por número total de revistas: 3, 2, 6 y 1 correspondientemente.

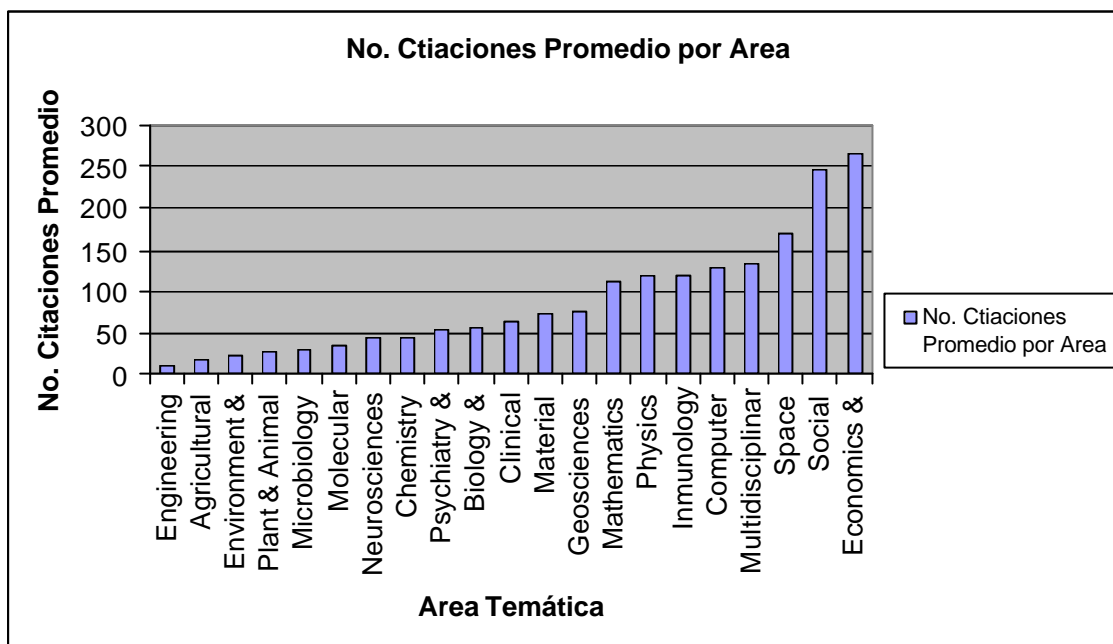
El promedio de publicaciones colombianas en las revistas mejor calificadas en 37 años es menor a 5 artículos por año para el 70% de las áreas temáticas. Así que si bien las áreas se clasifican por mayor o menor número de artículos publicados internacionalmente en las mejores revistas, la presencia colombiana total para el período 1966-2002 es muy reducida.

El promedio anual de artículos de difusión internacional en las mejores revistas entre 1966 y 2002 está entre 6 y 9 artículos para Agricultural Sciences, Chemistry y Environment & Ecology, es de 17 artículos promedio para Clinical Medicine, de 21 para Physics y de 24 artículos promedio anuales para Plant & Animal Sciences. Pese a que son las áreas con mayor presencia colombiana en las revistas evaluadas.

El promedio anual de publicaciones colombianas para cada una de las áreas con presencia intermedia se encuentra en el rango de 2 a 5 artículos promedio por año. Así mismo el promedio anual de artículos colombianos publicados en las áreas con menor presencia es de 1 a 3 artículos por años para el período 1966-2002 evaluado.

Es evidente que pese a una tendencia más o menos creciente del número de publicaciones colombianas de difusión internacional a través de los años, la presencia colombiana en las revistas indexadas es precaria. De lo que se puede concluir que la publicación de artículos en las mejores revistas indexadas internacionalmente, no es una práctica dominante en Colombia. Lo anterior debido a que la publicación de artículos de autores y coautores colombianos en las revistas mejor clasificadas durante los 37 años evaluados no es significativa.

Con el fin de observar la calidad de los artículos colombianos publicados en las diferentes disciplinas temáticas del período total 1966-2002, se calculó el número de citas promedio anual de las publicaciones colombianas indexadas en las revistas de cada área. De estos datos se obtuvo la siguiente gráfica:



En la gráfica, se observan las disciplinas temáticas clasificadas en orden ascendente según el número de citas de los artículos publicados en ellas<sup>4</sup>. Estas áreas las podemos organizar en tres grupos de acuerdo con su calidad:

1. Áreas con promedio de citas de artículos colombianos más altos son: Economics & Business, Social Science General y Space Science. Los artículos publicados en estos campos son considerados artículos de mejor calidad ya que son citados el mayor número de veces.

<sup>4</sup> Ver Anexo II para observar la clasificación de las áreas temáticas por citas promedio.

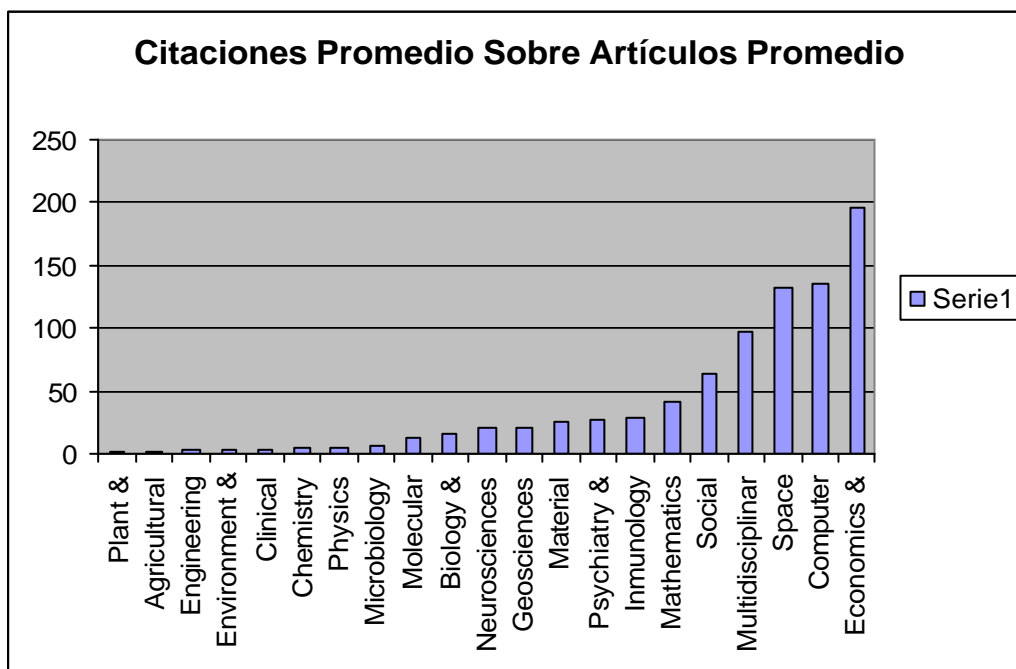
2. Áreas con menor número de citas promedio de los artículos colombianos publicados internacionalmente en las mejores revistas son: Engineering, Agricultural Sciences, Environment & Ecology, Plant & Animal Sciences, Microbiology, Molecular Biology & Genetics, Neuroscience & Behavior y Chemistry.

3. El grupo de áreas concitaciones promedio de las publicaciones colombianas intermedias se puede dividir en dos subgrupos:

- Áreas que tienen entre 54 y 78 citas promedio: Psychiatry & Psychology, Biology & Biochemistry, Clinical Medicine, Material Sciences y Geosciences.

- Áreas con entre 111 y 133 citas promedio: Mathematics, Physics, Immunology, Computer Science y Multidisciplinary.

Si comparamos la anterior clasificación con la de los grupos por presencia colombiana medida en artículos promedio, encontramos el factor de impacto promedio de las áreas temáticas.



Nuevamente se puede realizar una clasificación en tres grupos según el factor de impacto promedio:

1. Grupo de Mayor Impacto Promedio: Economics & Business, Computer Science, Space Science, Multidisciplinary y Social Sciences General.
2. Mathematics, Immunology, Psychiatry & Psychology, Material Sciences, Geosciences, Neurosciences & Behavior, Biology & Biochemistry y Molecular Biology & Genetics, pertenecen al grupo de factor de impacto intermedio.
3. Por último el grupo con factor de impacto promedio más bajo, está conformado por las áreas de: Microbiology, Physics, Chemistry, Clinical Medicine, Environment & Ecology, Engineering, Agricultural Sciences y Plant & Animal Sciences.

La verdad del análisis se encuentra en el intermedio entre un enfoque por número de citas y un enfoque por factor de impacto. No obstante, en este caso una evaluación por factor de impactos estaría sesgada debido a que la consulta de clasificación de las mejores revistas se realizó por número de citas.

Esto quiere decir que este análisis no es contundente por falta de la visión de factor de impacto. Pese a lo anterior, es un análisis de gran ayuda para:

- Evaluar el estado de la actividad científica colombiana desde el punto de vista de la publicación a nivel internacional.
- Evaluar y replantear algunas prácticas relacionadas con dicha actividad.
- Encaminar los esfuerzos hacia incentivar la publicación o a mejorar la calidad de la misma en una o más áreas.

Sin embargo si comparamos las cinco primeras áreas con mayor factor de impacto, con las primeras cinco con mayor número de citas, encontramos coincidencia de las áreas pero en diferente orden:

<b>Áreas con Mayor Factor de Impacto</b>	<b>Áreas con Mayor Numero de Citaciones</b>
Economics & Business	Economics & Business
Computer Science	Social Sciences General
Space Science	Space Science
Multidisciplinary	Multidisciplinary
Social Sciences General	Computer Science

A continuación se presenta un análisis de la evolución anual de las citaciones promedio por artículos desde 1966 hasta el 2002, específico para cada una de las áreas temáticas. Al igual que para el análisis del agregado, se divide la serie de 37 años en dos subgrupos: 1966-1989 y 1990-2002.

Las áreas que se presentan a continuación se encuentran agrupadas por el tipo de tendencia del número de citaciones promedio para el período total de años, y sub-agrupadas por el nivel de presencia colombiana de manera descendente. Las tendencias para los dos sub-períodos pueden ser diferentes para la misma área.

### **Computer Science, Un Caso Especial**

Como se había mencionado anteriormente, esta es el área que tiene el menor número de artículos indexados en las revistas mejor clasificadas por el ISI. Es además la tercera área con menor número de revistas donde publican colombianos, después de Multidisciplinary y Space Science. Así mismo, se encuentra entre el grupo de áreas más importante por número de citaciones ocupando el quinto lugar con mejor clasificación y es la segunda área con mayor factor de impacto.

Se convierte en un caso especial debido a que de 37 años en total evaluados en este análisis, en 25 años no se ha realizado ninguna publicación de difusión internacional en las

revistas mejor clasificadas. Esto la convierte en el área con menor número de años de publicación, lo que no permite que haya continuidad de datos suficientes para observar una tendencia.

Los años en que científicos colombianos han publicado en esta área son: 1978, 1987, 1991, 1993-1996, 1998-2002. Una particularidad en las publicaciones de esta área es que fueron publicadas en su mayoría en la década de los 90 y en los años 2000-2002. De lo anterior se puede plantear la posibilidad de que las publicaciones de difusión internacional se hayan realizado en el marco de unos esfuerzos por desarrollar y estimular la producción científica y tecnológica en este campo. Lo que cataloga la publicación de estos pocos artículos en revistas indexadas internacionalmente, como un impacto de los programas de ciencia y tecnología y las políticas implementadas en desde la década de los 90 en adelante.

Sabiendo que es un área joven en Colombia, se explica como solo hasta 1998 se observa un proceso de publicación continua. Publicación considerable en proporción al número promedio de artículos por año que es de 0.9 artículos en los años donde ha habido publicación. Antes del 98 solo se observan publicaciones aisladas.

Aún así, los artículos publicados no están en las revistas mejor calificadas del área, comparadas con la consulta inicial. Por otra parte, si se compara con los demás campos temáticos, las citaciones promedio anual y total de esta área son significativas ya que esta área ocupa el segundo lugar en orden descendente en el sub-grupo intermedio alto de citaciones promedio de los artículos colombianos con 129.07 citaciones promedio.

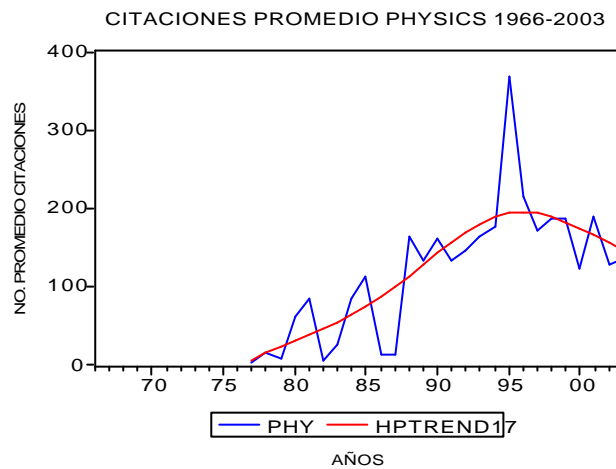
### **Áreas con Tendencia de Citaciones Promedio Creciente:**

#### **1. Physics**

En esta área, los científicos colombianos han publicado artículos en 90 de las revistas mejor calificadas, ocupando el tercer puesto en la categoría de publicación en mayor número de revistas por área. Así mismo esta área ocupa el segundo lugar de mayor

publicación de artículos colombianos, con un total de 802 artículos publicados entre 1966 y el 2002.

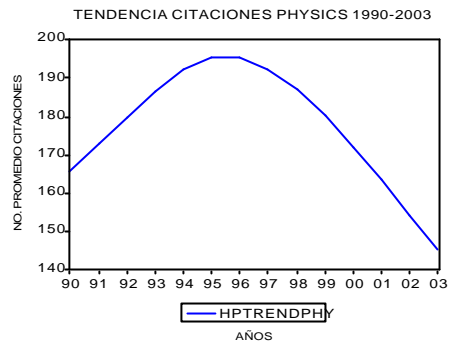
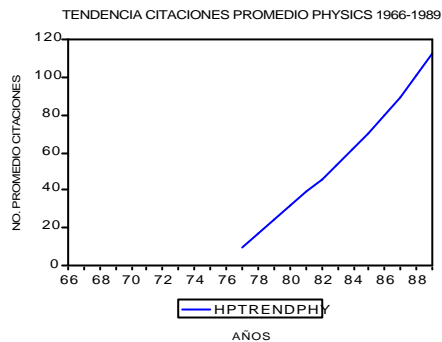
El número de revistas mejor calificadas donde se han publicado los artículos colombianos en esta área, equivale a 52,02% del número total de revistas del área obtenidos en la consulta de ISI, siendo este uno de los porcentajes más altos.



Por otro lado, el número de citas promedio de los artículos colombianos es igual a 118.55, porcentaje que la posiciona como la sexta área con mayor número promedio de citas.

La actividad de publicación de artículos colombianos en esta área se hace continua desde 1978. Como se observa en la gráfica la tendencia anual de las citas promedio de los artículos colombianos es creciente desde el 78 hasta el 95 y decreciente hasta el 2002, pero con una pendiente de crecimiento mayor que la pendiente de la parte decreciente de la curva.





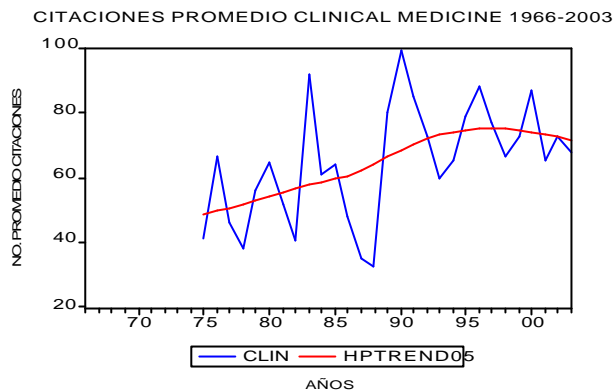
En las gráficas anteriores se muestra claramente la tendencia creciente para el período de 1966-1989 y la tendencia decreciente para el período 1990-2002 a partir del año 1995.

Es la segunda área con mayor presencia de artículos colombianos en las mejores revistas indexadas en ISI y pertenece al grupo intermedio por número promedio de citas. Lo que la hace un área de participación internacional significativa para el país.

## 2. Clinical Medicine

Esta es una de las áreas con mayor número de revistas en las que se han publicado documentos de autores y coautores colombianos igual a 128 revistas, número equivalente al 10,99% sobre el total de revistas mejor calificadas, donde publican los científicos colombianos. Ocupa el tercer lugar en mayor número de artículos indexados, y el segundo lugar por el mayor número de revistas.

Pese a que se ubica en el lugar intermedio por número promedio de citas con 64,6 citas promedio por artículo publicado, el número de revistas donde se han publicado artículos colombianos en esta área equivale al 64% de las revistas mejor clasificadas obtenidas en la consulta de ISI para esa área. Además es la tercera área con mayor presencia colombiana. Lo anterior, la convierte en un área de publicación considerable para Colombia.



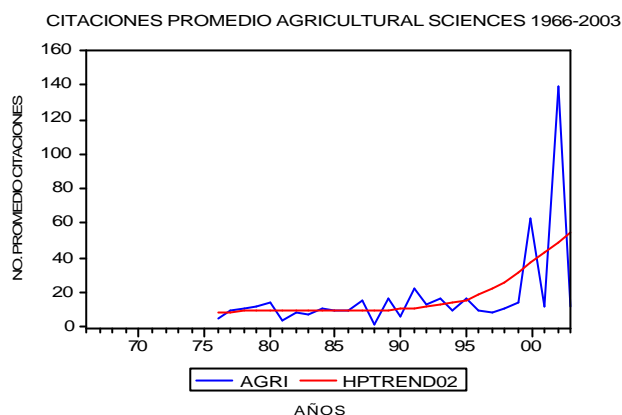
En ésta área se publican artículos colombianos desde 1975 continuamente y de forma regularmente creciente hasta el 2002.

Si se observan por separado las tendencias de las citaciones promedio de las publicaciones colombianas para las series de 1966-1989 y de 1989-2002, tenemos para el primer período una tendencia de citaciones creciente hasta el 81 y decreciente hasta el final; y para el último período una tendencia decreciente de las citaciones de los artículo colombianos, pero con una pendiente menor.

Se puede considerar como una de las áreas más importantes para Colombia por su participación internacional, no por la clasificación de sus artículos sino por la cantidad de publicaciones colombianas difundidas a nivel internacional en las revistas del área.

### **3. Agricultural Sciences**

En 1973 se publica un artículo colombiano en una de las revistas mejor clasificadas donde publican los colombianos. A partir de 1976 la publicación de artículos colombianos en las revistas mejor calificadas se hace constante, con una tendencia anual más o menos creciente del número de artículos publicados.



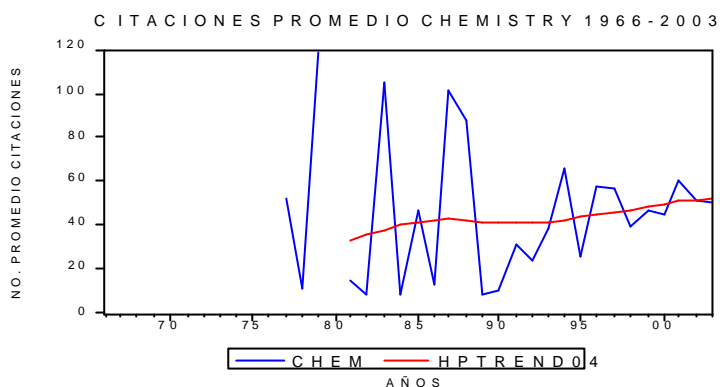
La tendencia de las citas promedio que se observa en la gráfica es más o menos estable y oscila entre 5 y 17 citas promedio anual por artículo. A partir de 1995 se observa un aumento precipitado en esta tendencia al parecer jalonada por dos puntos extremos donde se presentan las citas promedio de artículos colombianos más altas.

La tendencia de las citas promedio de los artículos es creciente también para los dos sub-períodos analizados de la serie total, con una pendiente mayor para el período 1966-1989.

El número de citas promedio por publicación colombiana del área es de 17,41, constituyéndola como la segunda disciplina temática con menor número promedio de citas en Colombia, pese a pertenecer a las áreas con mayor presencia colombiana, ya que es la cuarta área con mayor número de artículos igual a 315 documentos.

De lo anterior se puede deducir que la calidad de las publicaciones internacionales de los científicos colombianos en las revistas mejor calificadas de esta área no es buena. Sin embargo es un área de importancia en Colombia por la cantidad de artículos publicados en las revistas mejor calificadas.

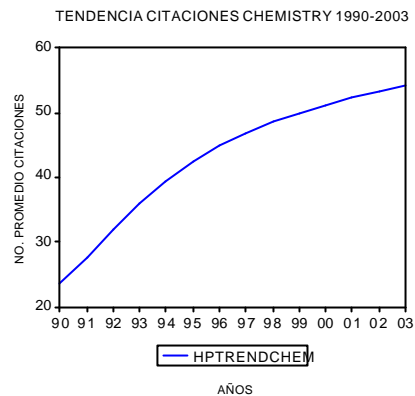
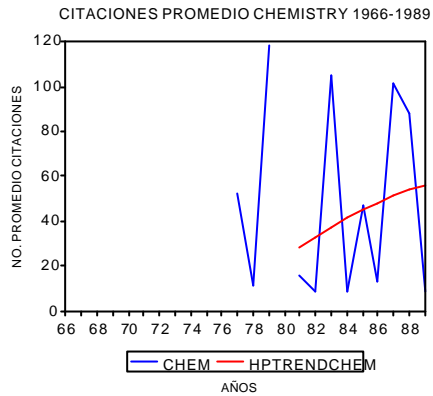
#### 4. Chemistry



La publicación de artículos colombianos en las revistas mejor clasificadas pertenecientes a esta disciplina solo se vuelve continua año a año desde 1981. Con citas promedio anuales que oscilan entre extremos por encima y por debajo del promedio, suavizándose a partir del 97, hasta estabilizarse después del 2000 por encima del promedio.

El número de citas promedio total de área es 43.79, y se ubica entre las áreas con menor número de citas promedio de la clasificación de áreas temáticas. Por otro lado, ocupa el cuarto puesto entre las áreas de mayor presencia colombiana.

Es una de las áreas que presenta tendencia creciente en ambos sub-períodos (1966-1989 y 1990-2002), como se muestra a continuación:

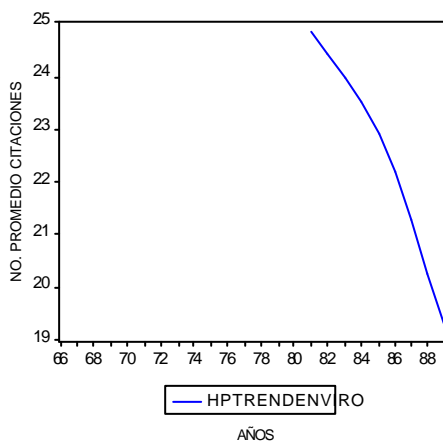


Es una de las áreas con menor promedio de citas de las publicaciones de autores colombianos y con menor factor de impacto. Pero se caracteriza por tener una presencia internacional significativa para el país.

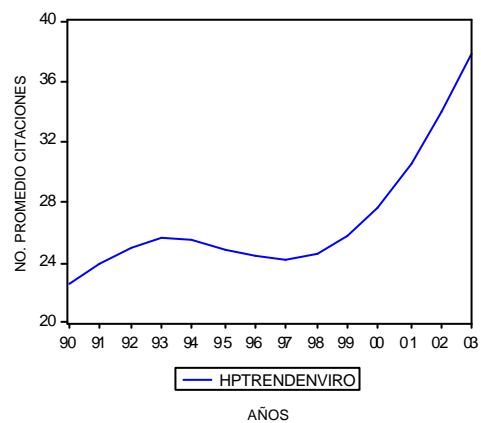
### 5. Environment & Ecology

Es la tercera área con menor número Promedio de citas, igual a 22,75, después de Engineering y Agricultural Sciences. Aún así, tiene un total de 241 artículos, 6.71 artículos promedio por año, publicados en 54 revistas indexadas internacionalmente.

TENDENCIA CITACIONES PROMEDIO ENVIRONMENT & ECOLOGY 1966-1989

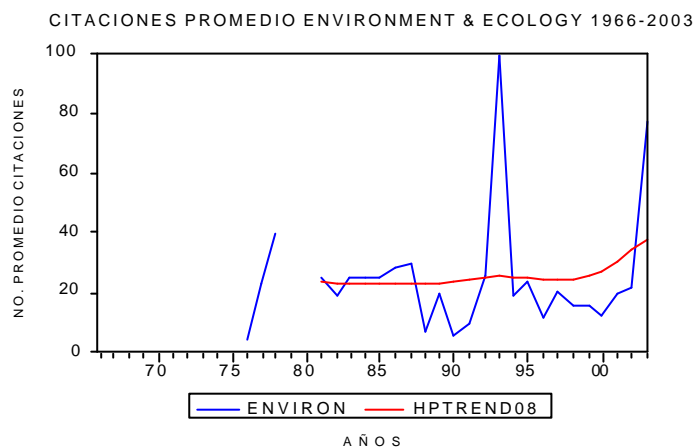


TENDENCIA CITACIONES ENVIRONMENT & ECOLOGY 1990-2003



La tendencia de las citas de los artículos publicados en esta área es negativa para la serie de 1966 a 1989, pero esta tendencia del promedio de citas se vuelve creciente desde 1990.

En general se observa que la tendencia de las citas promedio de las publicaciones colombianas oscila alrededor del promedio. En conclusión, la tendencia general de las citas de los artículos colombianos indexados en las revistas mejor clasificadas es estable y comienza a crecer hacia 1998.



Hasta este punto, observamos las áreas con mayor preferencia colombiana. Todos con una tendencia creciente en el número de citas promedio. Sin embargo observamos como característica común de las áreas anteriores un promedio de citas de artículos colombianos bajo, con Physics y Clinical Medicine en el grupo de citas intermedio, y Agricultural Sciences, Environment & Ecology y Chemistry en el grupo de áreas con menor número de citas promedio.

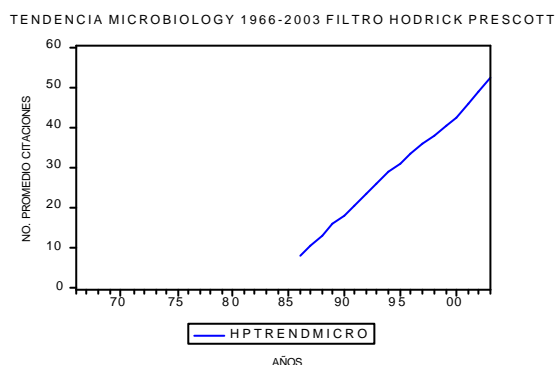
Se podría suponer que entre mayor es el número de artículos menor es el número de citas promedio de estas publicaciones.

## 6. Microbiology

Esta área presenta una tendencia de las citaciones promedio anuales de los artículos colombianos creciente. Ocupa el octavo lugar en:

- El mayor número de artículos colombianos publicados en las mejores revistas durante el período 1966-2002, ubicándose en el grupo de presencia intermedia.
- El menor número de revistas indexadas donde se publican artículos colombianos igual a 36 revistas. Esto implica que hay algún grado de concentración de publicaciones o que existe preferencia de los científicos colombianos por publicar en determinadas revistas en esta área.

El número de revistas donde han publicado los colombianos en esta área que equivale al 55.38% del número total de revistas mejor clasificadas del área obtenidos en la consulta de ISI.



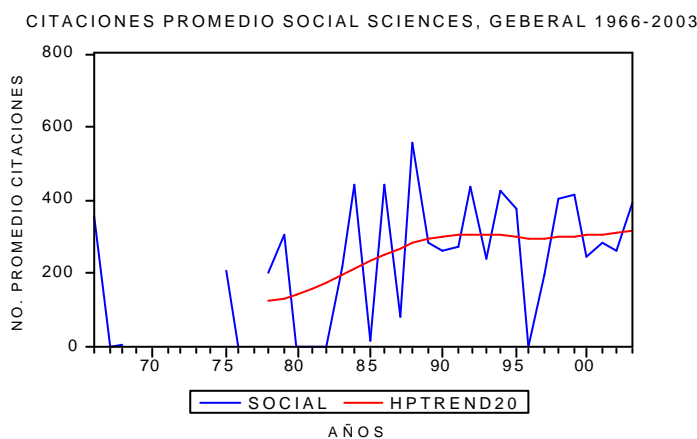
Se observa una función continua desde 1986, con tendencia de citaciones de artículos colombianos creciente. El número de citaciones promedio del áreas es de 29,75, que corresponde al cuarto lugar con menor número promedio de citaciones precedido por Plant & Animal Sciences y seguido por Molecular Biology & Genetics.

Esta disciplina hace parte del grupo de presencia intermedia y al grupo de menor número de citaciones.

## 7. Social Sciences, General

Presenta un comportamiento continuo de la publicación de artículos colombianos en las mejores revistas indexadas en ISI desde 1978. La tendencia de citas promedio de artículos por año se armoniza alrededor de 300 a partir de 1990, es decir que el número de veces que los artículos colombianos publicados son citados es estable desde 1990.

Esta es la segunda área con promedio de citas más alto después de Economics & Business, promedio igual a 246.49. Y como se observa en la gráfica, la tendencia anual del promedio de citas de las publicaciones colombianas es creciente. El promedio de citas es el más alto para el período 1990-2002 igual a 295,84, y el tercero más alto para el período 1966-1989 igual a 210,84, después de Computer Science y Economics & Business. Para los dos sub-períodos de la serie total, la tendencia de citas es creciente, aunque es más estable alrededor de su promedio para los años de 1990 al 2002.



Es un área de clasificación intermedia tanto en el número de revistas donde publican los colombianos (75), como en el número de artículos de autores y coautores colombianos publicados en las revistas mejor clasificadas, es decir, que es un área de presencia colombiana intermedia.



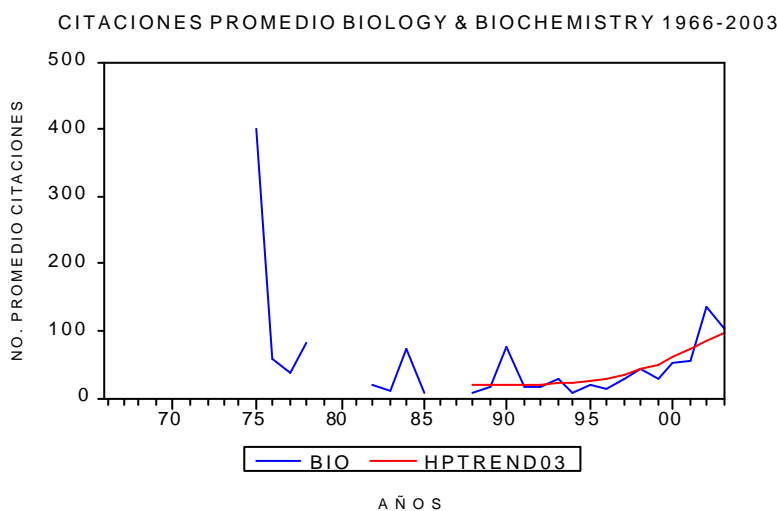
En la consulta total de ISI es el área con mayor número de revistas mejor clasificadas, igual a 608 revistas. No obstante, Colombia solo ha publicado artículos de difusión internacional en ésta área en 75 de las 608 revistas. Factor que indica un alto grado de concentración de la publicación de artículos colombianos en esta área.

Como el promedio de citaciones del área es tan alto comparado con las demás disciplinas, esta se constituye como un área de gran importancia en Colombia por la calidad del área.

### **8. Biology & Biochemistry**

Solo hasta el año de 1975 se publica el primer artículo en esta área. Sin embargo se presentan discontinuidades de artículos aún después de esa fecha, para un total de cuatro años sin ninguna publicación colombiana en las revistas mejor clasificadas a partir del 1975. Esta área presenta entre 1 y 5 publicaciones colombianas por año hasta 1997, con un crecimiento de mayor pendiente para los últimos tres años.

De los 37 años consultados, hay artículos colombianos publicados solamente en 25 años. El número promedio de citaciones de artículos colombianos del área es igual a 54,92 con una tendencia de citaciones creciente.



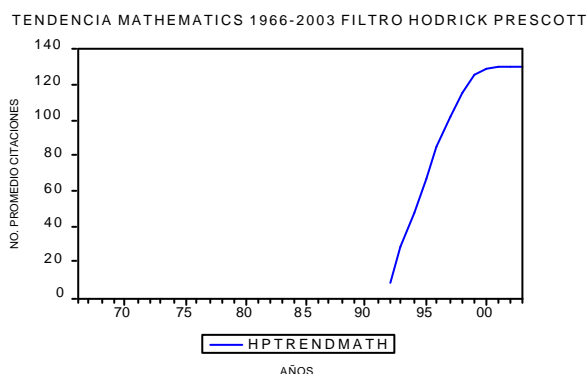
Se observa claramente en la gráfica que no se puede sacar una tendencia de citaciones de los artículos colombianos para la serie de 1966 a 1989.

Como se mencionó anteriormente esta área corresponde al grupo de áreas de presencia colombiana intermedia, se encuentra en el grupo intermedio de citaciones promedio por área y en el grupo intermedio de número de artículos de científicos colombianos publicados en las revistas mejor calificadas.

## **9. Mathematics**

Esta área tiene 99 artículos colombianos publicados en 50 revistas, de 172 revistas mejor clasificadas de la consulta a ISI. A demás de un promedio de citaciones de los artículos colombianos igual a 111,69, que la ubica en el grupo intermedio con número de citaciones promedio más alto.

En este campo temático se observan 16 años sin ninguna publicación colombiana de difusión internacional.



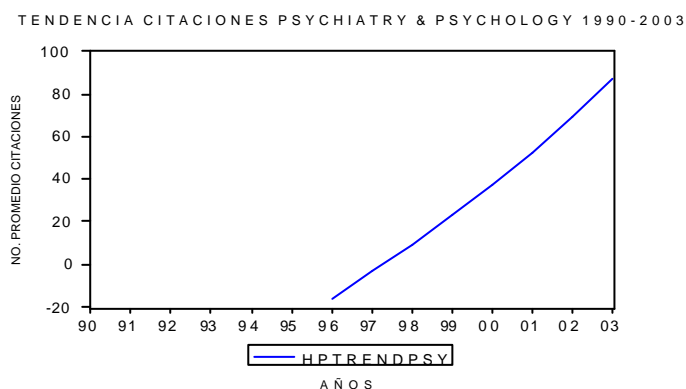
La tendencia de las citas promedio de los artículos colombianos publicados es claramente creciente desde 1992, donde la publicación de artículos colombianos en las revistas mejor calificadas se hace continua. Debido a la falta de continuidad de los datos solo se obtuvo la tendencia para parte de la serie desde 1992 hasta el 2002.

## **10. Psychiatry & Psychology**

De acuerdo con el número de artículos y su publicación temporal, parecería que tiene un comportamiento fluctuante determinado, pero con tendencia hacia crecimiento del número de artículos por año.

Se observa que tiene tres tramos continuos 1978-1985, 1987-1994 y 1996-2002 de 9, 8 y 7 años cada intervalo. Por causa de estos intervalos, no se puede observar la tendencia del número anual de citas promedio de los artículos colombianos publicados en esta área a través de la separación de la serie total en los dos períodos antes mencionados, solamente se observa una tendencia de las citas promedio para el último período.

El número de citas promedio del área es de 54,83, valor que pertenece al grupo intermedio de clasificación por citas de las áreas temáticas. Desde la gráfica se puede apreciar que la tendencia de citas promedio es creciente.



Esta área pertenece al grupo con menor presencia colombiana de acuerdo con los artículos publicados, junto con el área Multidisciplinary y a su vez al grupo de tendencia creciente del número de citas promedio de los artículos colombianos publicados en las mejores revistas.

### **11. Multidisciplinary**

Multidisciplinary	
No Journal consulta ISI	19
No Journal donde escriben colombianos	8
No. Revistas Colombianas / No. Revistas Consulta ISI	42.11%
No. Total de Artículos colombianos	52
No. Citaciones Promedio	153,360298

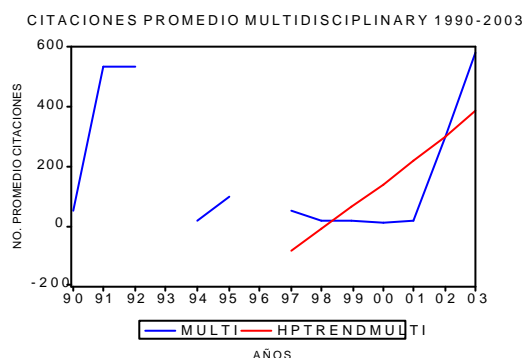
Esta es una disciplina de especial interés para Colombia. Está conformada en su mayoría por revistas que se pueden clasificar en una o más áreas temáticas. Ocupa el primer lugar como el área con menor número de revistas indexadas, tanto donde publican colombianos como en la consulta de revistas mejor clasificadas de ISI. Además ocupa la primera posición como el área con el menor número de artículos colombianos publicados en las revistas mejor clasificadas, es decir que es el área con menor participación colombiana.

En cuanto al número de citas promedio de los artículos colombianos publicados, es la cuarta área con mayor promedio de citas. Es decir que los artículos colombianos publicados en las revistas mejor clasificadas que pertenecen a esta área, tienen unas de las mejores calificaciones por citas promedio, pese a que la categoría tiene muy pocas publicaciones colombianas en el período de estudio. Esto se debe a que la clasificación por número de citas de las revistas pertenecientes a esta área es alta, comparada con las demás áreas y así mismo los artículos colombianos publicados

Como en esta área hay pocos artículos colombianos publicados en comparación con los demás campos temáticos, no se puede obtener una tendencia de las citaciones promedio por artículos. Solo hasta 1997 se obtienen rastros de una tendencia de citaciones promedio creciente, lo que la ubica en este primer grupo.

Junto con Social Sciences son las únicas áreas con tendencia de las citaciones de los artículos colombianos promedio creciente clasificadas en el grupo de mayor promedio de citaciones. Además es la tercera disciplina con mayor factor de impacto.

Posiblemente debido al problema de clasificación de las revistas pertenecientes a esta área se observan publicaciones aisladas que posiblemente no obedecen a los comportamientos de quienes escriben y publican, ni a modas temporales por un área específica, sino a la dificultad de clasificación de las revistas indexadas en un área temática específica.



También se plantea la posibilidad de que a partir de 1997 los científicos colombianos se empiezan a preocupar por nuevos temas independientes de las áreas tradicionales.

### **Áreas con Tendencia de Citaciones Promedio Estable:**

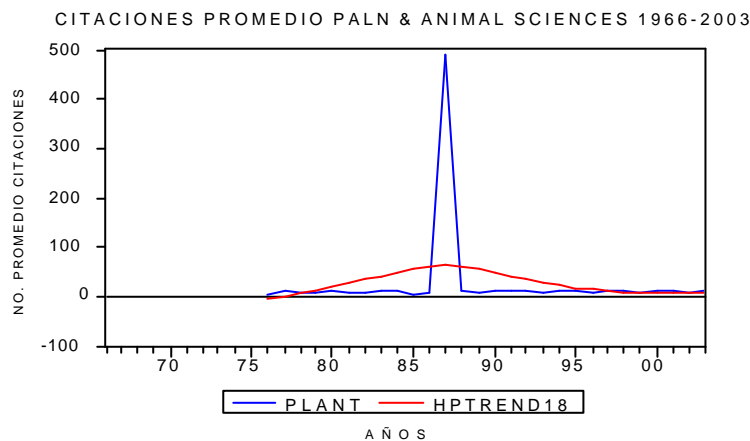
#### **1. Plant & Animal Sciences**

Esta es el área con mayor número de revistas donde publican autores y coautores colombianos, igual a 180 revistas. Y por lo tanto su participación en el total de las revistas

mejor clasificadas es la más alta, igual a 15,45%. Además tiene el mayor número de artículos colombianos indexados (903), es decir, que es el área con mayor presencia colombiana en las revistas mejor clasificadas.

El número de revistas donde han publicado los colombianos en esta área equivale al 48,78% del número total de revistas del área obtenidas en la consulta de ISI, que es uno de los porcentajes más altos. Lo anterior la convierte en un área de publicación de difusión internacional representativa para Colombia. No solo por ser el área de mayor presencia colombiana, sino además por abarcar el mayor número de revistas en relación a la consulta ISI del total de revistas mejor clasificadas.

El promedio de citas de los artículos publicados de esta disciplina es igual a 27,45, debido a la baja clasificación de las revistas donde publican los científicos colombianos en esta área. No obstante, es un área importante para el país por el número de publicaciones en el período 1966-2002.



En esta área se publican artículos colombianos desde 1976 continuamente y de forma regular hasta el 2002

Como se puede observar tiene una de las tendencias del promedio anual de citas más estable a través del tiempo. Con citas promedio anuales que oscilan en

el rango de 4 a 15 citas desde 1988. Con excepción del punto extremo que se observa en el año 1987, punto que hace que el promedio de citas total aumente cambiando la tendencia armónica real.

En resumen:

1. Es una de las áreas con tendencia más estable.
2. Es el área con mayor presencia colombiana entre 1966 y el 2002.
3. Pertenece al grupo de áreas con menor número de citas promedio.
4. Es el área con menor factor de impacto.

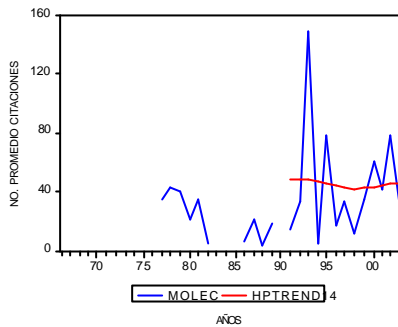
Es por esto que debe haber una preocupación especial por parte de la comunidad científica, de los hacedores de política y de quienes financian la investigación en Colombia, dirigida a mejorar la calidad de los artículos publicados internacionalmente en esta área. Incentivando a la publicación de artículos en las revistas mejor clasificadas del área.

Por otro lado, si comparamos todas las áreas con mayor presencia colombiana, podemos observar una relación inversa entre el número de artículos publicados y el promedio de citas. Proposición que coincide inversamente con lo que sucede en las áreas con menor número de citas.

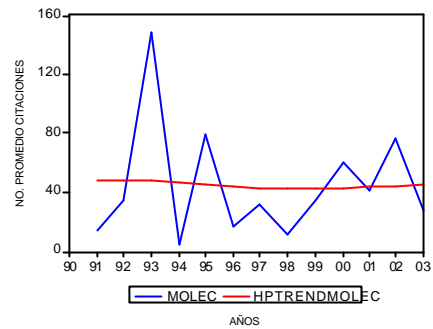
## **2. Molecular Biology & Genetics**

Tiene un promedio de citas de 34,19, y este promedio es el sexto menor promedio de citas de las publicaciones colombianas. Es la segunda área del grupo con menor presencia colombiana y ocupa el séptimo lugar con menor número de publicaciones colombianas de difusión internacional. De lo que se concluye que es un área poco significativa en cuanto a la publicación de artículos colombianos en las mejores revistas indexadas.

CITACIONES PROMEDIO MOLECULAR BIOLOGY & GENETICS 1966-2003



CITACIONES PROMEDIO MOLECULAR BIOLOGY & GENETICS 1990-2003



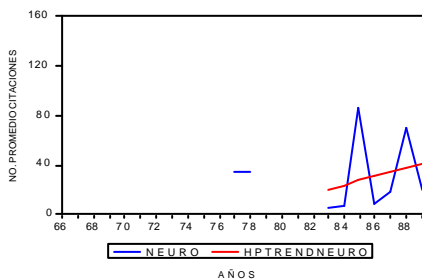
Presenta tres tramos continuos de 1977-1982, de 1986-1989 y de 1991-2002. En este caso no existe una tendencia clara del comportamiento de las citaciones promedio anuales, debido a los puntos extremos que se alejan del promedio total. Sin embargo, podría parecer que las oscilaciones alrededor de la media tienden a suavizar su brecha hacia los últimos años.

Analizando el período desde 1990 hasta el 2002 observamos una tendencia estable del número de citaciones promedio. Se puede ver que hay una tendencia decreciente con pendiente pequeña hasta 1998 y una tendencia creciente desde el 99 hasta el 2002.

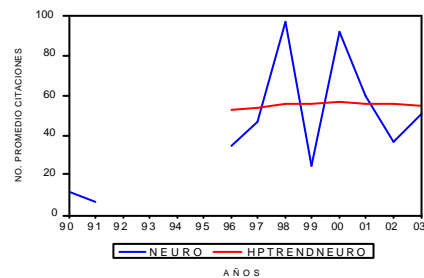
### 3. Neuroscience & Behavior

Debido a la presencia de discontinuidades en la publicación de artículos colombianos indexados en las mejores revistas, se observan dos tendencias diferentes para los dos tramos continuos del área.

CITACIONES PROMEDIO NEUROSCIENCES & BEHAVIOR 1966-1989



CITACIONES PROMEDIO NEUROSCIENCE & BEHAVIOR 1990-2003





Se puede observar que las dos tendencias de citas promedio son estables. Positiva para los años de 1983 a 1989 y cóncava para los años de 1996 a 2002.

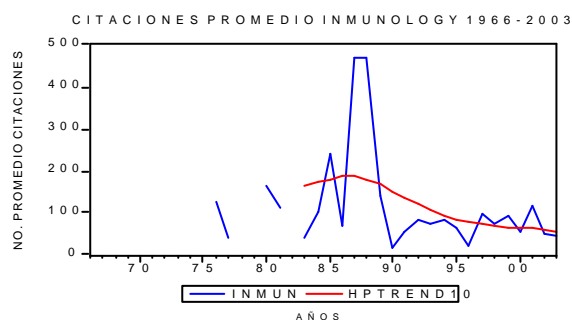
El promedio de citas del área es de 43,76, el séptimo promedio de citas más bajo ubicándola en el grupo de las áreas con menor clasificación. Además esta área se ubica en el grupo intermedio de citas promedio, y en el grupo de menor presencia colombiana.

### **Áreas con Tendencia de Citaciones Promedio Decreciente:**

#### **1. Immunology**

El número promedio de citas es 119,54. Esta área pertenece a los grupos intermedios de presencia colombiana y de número de citas promedio. Con publicación continua anualmente desde 1983.

Se observa una tendencia creciente del promedio de citas de las publicaciones colombianas desde 1982 hasta 1989 y luego este promedio de citas cambia a una tendencia decreciente desde 1990 hasta el 2002.



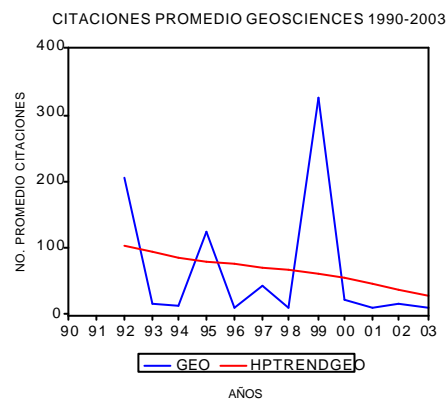
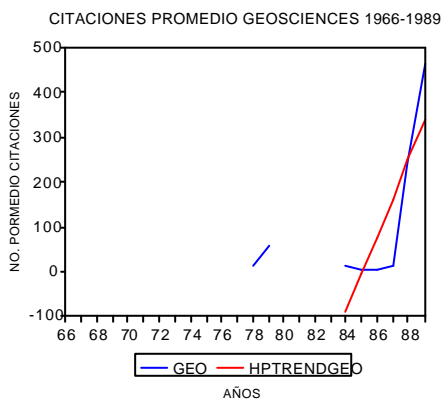
Hay 152 artículos publicados en 23 revistas, de 57 en total de la consulta de ISI, con uno de los promedios de citas intermedio-alto donde publican los colombianos.

## 2. Geosciences

El número de artículos colombianos publicados a través del tiempo presenta una oscilación regular con tendencia creciente.

Esta disciplina tiene un total de 145 artículos publicados en 53 revistas mejor clasificadas por número de citas. Y el promedio de citas del área es de 74,23 ubicada entre las áreas con citas promedio intermedias.

Se observa mucha discontinuidad en los años de publicación. Y dos tipos de tendencias del número de citas promedio son diferentes para los períodos de 1966-1989 y de 1990-2003.



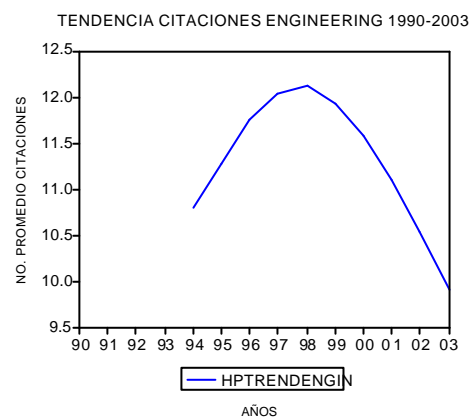
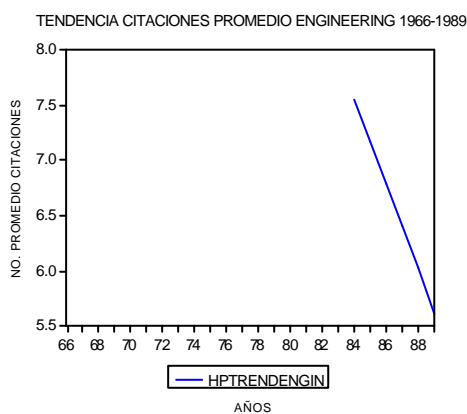
Para el primer período observamos una tendencia de las citas de artículos colombianos creciente equivalente a tres años de citas. Por otro lado, la tendencia de citas promedio de los artículos para 1990-2003 es decreciente y continua desde 1992.

Esta es un área intermedia en: el número de citas promedio, el factor de impacto y la presencia colombiana.

### 3. Engineering

El número promedio de citas del área es 9.61, con el que se constituye como el área con menor promedio de citas de los artículos colombianos indexados internacionales. Lo anterior quiere decir que es el área que tiene los artículos colombianos, menor calificados. Además de ser una de las áreas con menor factor de impacto, se encuentra en el grupo promedio de número de revistas donde publican los científicos colombianos, y hace parte del grupo de presencia colombiana intermedia.

Esta disciplina presenta dos tramos continuos de publicación colombiana: el primero de 1984 a 1992 y el segundo de 1993 a 2002. Ambos intervalos presentan una tendencia de las citas promedio anuales negativas.



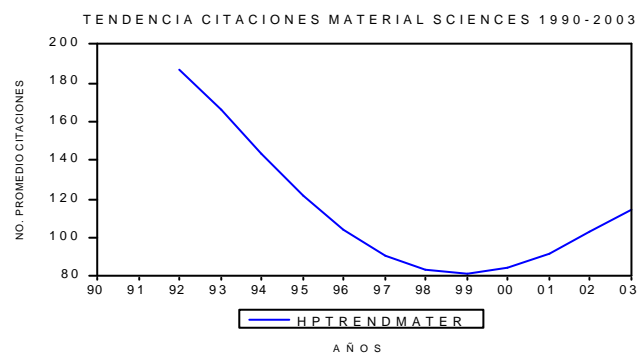
Esta es un área a la que se le debe prestar mayor atención, ya que es la disciplina menor calificada, la tercera de menor factor de impacto y pertenece además al grupo de publicación intermedia. Lo que la posiciona como el área con difusión internacional más débil del país.

Entonces se deben tomar algunas medidas para estimular el aumento de la clasificación de los artículos publicados a nivel internacional en esta área.

#### **4. Material Sciences**

El número de años sin artículos colombianos publicados en las revistas mejor clasificadas de esta área es igual a 20, el segundo más alto sin años de publicación después de Computer Sciences que tiene 25. Debido a tales discontinuidades, sólo se puede observar la tendencia de las citaciones promedio por artículo colombiano a partir del año 1992.

Presenta dos tendencias en la misma curva, una tendencia decreciente hasta 1999 y una creciente desde el 2000. La tendencia decreciente que se observa, se produce por la existencia de puntos extremos de citaciones promedio al inicio del período continuo.

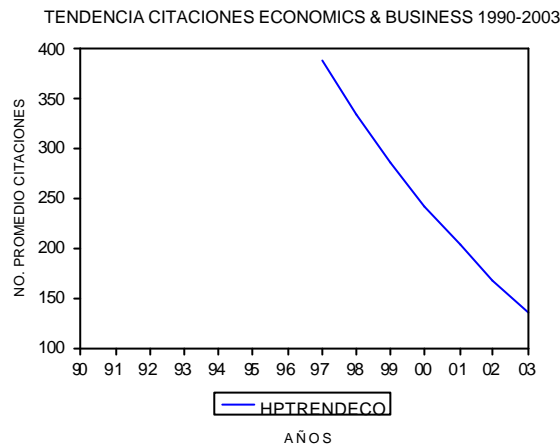


El promedio de citaciones es 73,40 y las citaciones promedio anuales de los artículos colombianos publicados están en su mayoría por debajo de 27.

Esta área pertenece a los grupos intermedios de presencia colombiana y de citaciones promedio. Posiciones que le restan importancia de participación colombiana comparadas con otras áreas.

## **5. Economics & Business**

En este caso se observa un área con muy poca continuidad. Hay revistas indexadas solamente para 25 años y se observa un comportamiento continuo solo a partir de 1997.



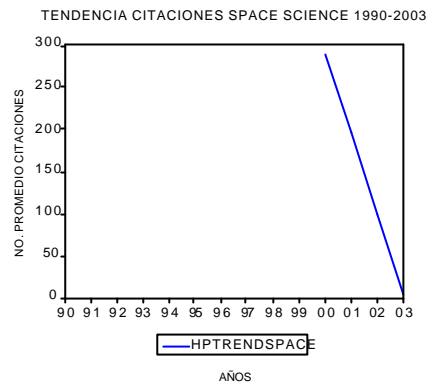
El promedio total de citas es de 264,24, posicionándose como el área con mayor número de citas promedio, pese a ser una de las cinco áreas con menor número de revistas y menor número de artículos indexados internacionalmente. De lo que se puede concluir que en esta área en Colombia se publica poco en las mejores revistas.

Si bien es importante por la clasificación de las revistas donde se publican artículos pertenecientes a esta área, el número de artículos indexados internacionalmente es un punto álgido que debe estar sujeto a intervención para incentivar una mayor actividad de la publicación internacional en las mejores revistas indexadas.

## **5. Space Sciences**

Esta área es una de las que tiene menos artículos indexados en las revistas mejor clasificadas. Ocupa el segundo lugar como el área de menor número de artículos publicados, con 47 artículos, y como el área con menor número de revistas, 12 journals de 37 obtenidos en la consulta de ISI.

Por otro lado, ocupa el tercer lugar en número promedio de citas igual a 170,2, por debajo de Social Sciences y por sobre Multidisciplinary.



Se observa una tendencia negativa para el período de 2000 a 2002, por la poca continuidad en los años de publicación.

Todos los años con publicaciones muestran citas promedio altas. Es decir que los artículos colombianos publicados en esta área son los segundos mejor calificados en ranking, lo que hace meritorio este tipo de publicaciones. Esta área se debería incentivar para que aumente el número de publicaciones en las revistas mejor clasificadas, manteniendo la clasificación.

## **Parte II**

### **Capítulo 3**

#### **¿Quiénes citan a los top-papers de colombianos?**

*Por Ana María Villa y*

*Bibiana Gutiérrez Sepúlveda*

#### **1. Metodología**

El análisis realizado en esta sección se hizo utilizando la base de datos de artículos Indexados de Colombia en ISI – Essential Science Information –, de top papers para Colombia entre el 1 de enero 1945 al 15 de Noviembre de 2003. Las Bases de Datos Consultadas para la recolección de esta información fueron: Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)--1945-2003 ; Social Sciences Citation Index (SSCI)--1956-2003 ; Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)--1975-2003.

Se tomaron de la base de datos de ISI, aquellos artículos que habían citado algún top paper colombiano, en total sumaron 4,321 citaciones. Aquí se estudió el campo “C1” Author addresses, donde aparece el autor, la institución a la que pertenece y el país de la institución. Fue necesario eliminar los registros donde el país se repetía en el mismo artículo, pues en muchas ocasiones, el país aparecía en múltiples ocasiones como uno que había realizado varias citaciones cuando había participado en un solo artículo. Esto se debió a que en el artículo participaron varias instituciones de un mismo país. También cabe hacer dos aclaraciones. La primera es que los países aquí estudiados no necesariamente son los países de origen de los autores, y en segundo lugar, se eliminaron aquellas citaciones donde el autor se había citado a sí mismo. Así, originalmente se tenía 17,991 registros y con la depuración, el total de registros bajó a 7,105.

Son 110 países los que han citado top papers de autores colombianos, estos son:

1	Algeria	23	Dominican R	45	Jamaica	67	Nigeria	89	South Korea
2	Argentina	24	Ecuador	46	Japan	68	North Ireland	90	Spain
3	Armenia	25	El Salvador	47	Jordan	69	Norway	91	Sudan
4	Australia	26	England	48	Kazakhstan	70	Oman	92	Surinam
5	Austria	27	Estonia	49	Kenya	71	Pakistan	93	Sweden
6	Azerbaijan	28	Ethiopia	50	Kuwait	72	Panama	94	Switzerland
7	Bangladesh	29	Finland	51	Latvia	73	Paraguay	95	Taiwan
8	Belgium	30	France	52	Lebanon	74	Peoples R China	96	Tanzania
9	Bolivia	31	Gambia	53	Lituania	75	Peru	97	Thailand
10	Brazil	32	Germany	54	Luxemburg	76	Philippines	98	Trinidad & Tobago
11	Bulgaria	33	Greece	55	Macedonia	77	Poland	99	Tunisia
12	Byelarus	34	Guatemala	56	Madagascar	78	Portugal	100	Turkey
13	Canada	35	Honduras	57	Malaysia	79	Qatar	101	Uganda
14	Chile	36	Hong Kong	58	Martinique	80	Romania	102	Ukraine
15	Colombia	37	Hungary	59	Mexico	81	Russia	103	Uruguay
16	Costa Rica	38	Iceland	60	Morocco	82	Saudia Arabia	104	USA
17	Cote Ivore	39	India	61	Mozambique	83	Scotland	105	Venezuela
18	Croatia	40	Indonesia	62	Namibia	84	Senegal	106	Vietnam
19	Cuba	41	Iran	63	Netherlands	85	Singapore	107	Wales
20	Cyprus	42	Ireland	64	New Caledonia	86	Slovakia	108	Yugoslavia
21	Czech Republic	43	Israel	65	New Zealand	87	Slovenia	109	Zambia
22	Denmark	44	Italy	66	Nicaragua	88	South Africa	110	Zimbabwe

Estados Unidos tiene el mayor número de citas (2,014) que hacen el 28.32% de las apariciones. Le siguen: Francia (390) 5,48%; Alemania (375) 5,27%; Inglaterra (368) 5,18%; Japón (247) 3,47%; Holanda (247) 3,47%; Brasil (246) 3,46%; Colombia (231) 3,25%; Italia (219) 3,08%; Corea del Sur (196) 2,76%; México (192) 2,70%; Canadá (191) 2,69%; Rusia (183) 2,57%; Argentina (176) 2,48%; India (175) 2,46%; República Popular China (157) 2,21%; España (133) 1,87%; Polonia (132) 1,86%; Australia (112) 1,58%; Suecia (95) 1,34%; Suiza (89) 1,25%; Bélgica (83) 1,17%; Ecuador (73) 1,03%; República Checa (64) 0,90%; Escocia (54) 0,76%; Austria (48) 0,68%; Taiwán (48) 0,68%; Dinamarca (44) 0,62%; Finlandia (40) 0,56%; Nueva Zelanda (31) 0,44%; Sur África (29) 0,41%; Noruega (26) 0,37%; Grecia (25) 0,35%; Israel (23) 0,32%; Hungría (21) 0,30%; Irlanda (21) 0,30%; Costa Rica (20) 0,28%; Chile (16) 0,23%; Portugal (15) 0,21%; Gales (14) 0,20%; Tailandia (12) 0,17%; Venezuela (12) 0,17%; Turquía (11) 0,15%; Ucrania (10) 0,14%; Panamá (9) 0,13%; Kenia (8) 0,11%; Cuba (7) 0,10%; Jamaica (7) 0,10%; Marruecos (7) 0,10%; Nigeria (7) 0,10%; Filipinas (7) 0,10%; Eslovenia (7) 0,10%; Croacia (6) 0,08%; Indonesia (6) 0,08%; Perú (6) 0,08%; Islandia (5) 0,07%;



Irlanda del Norte (5) 0,07%; Eslovaquia (5) 0,07%; Zimbabwe (5) 0,07%; Bulgaria (4) 0,06%; Guatemala (4) 0,06%; Malasia (4) 0,06%; Senegal (4) 0,06%; Singapur (4) 0,06%; Uganda (4) 0,06%; Azerbaijón (3) 0,04%; Bangla Desh (3) 0,04%; Bolivia (3) 0,04%; Costa de Marfil (3) 0,04%; Estonia (3) 0,04%; Hong Kong (3) 0,04%; Irn (3) 0,04%; Líbano (3) 0,04%; Qatar (3) 0,04%; Vietnam (3) 0,04%; El Salvador (2) 0,03%; Etiopía (2) 0,03%; Luxemburgo (2) 0,03%; Mozambique (2) 0,03%; Nicaragua (2) 0,03%; Omán (2) 0,03%; Sudan (2) 0,03%; Surinam (2) 0,03%; Tanzania (2) 0,03%; Trinidad & Tobago (2) 0,03%; Uruguay (2) 0,03%; Argelia (1) 0,01%; Armenia (1) 0,01%; Bielorrusia (1) 0,01%; Chipre (1) 0,01%; República Dominicana (1) 0,01%; Gambia (1) 0,01%; Honduras (1) 0,01%; Jordán (1) 0,01%; Kazajstán (1) 0,01%; Kuwait (1) 0,01%; Latvia (1) 0,01%; Lituania (1) 0,01%; Macedonia (1) 0,01%; Madagascar (1) 0,01%; Martinica (1) 0,01%; Namibia (1) 0,01%; Nueva Caledonia (1) 0,01%; Pakistán (1) 0,01%; Paraguay (1) 0,01%; Rumania (1) 0,01%; Arabia Saudita (1) 0,01%; Túnez (1) 0,01%; Yugoslavia (1) 0,01%; Zambia (1) 0,01%.

El estudio de la información arrojada siguiendo la anterior metodología, ha dado lugar a conclusiones que se desarrollarán y se apoyaran en las cifras encontradas en el análisis de los datos.

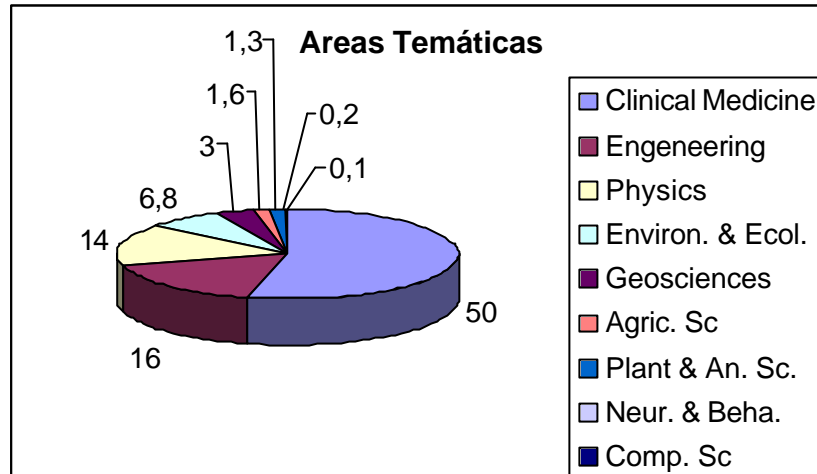
## **2. Descripción de lo encontrado en la Base de Datos**

### ***2.1 Áreas temáticas***

Las citas que se han hecho a los top papers de autores colombianos se encontraron en nueve (9) áreas temáticas: Medicina Clínica, Física, Ciencias Biológicas, Ambiente y Ecología, Agricultura, Geociencia, Neurología y Comportamiento, Ingeniería y Ciencias de la Computación. El gráfico 1 muestra su distribución en porcentaje de citas.

En el área de Medicina Clínica se tiene 12 top papers los cuales se han citado un total de 3,542 veces; esta área cuenta con el 50% de las citas, constituyendo el área con mayor número de citas hechas en los diferentes países aquí estudiados. Le sigue el área de Ingeniería en donde se tiene 2 top papers que han sido citados un total de 1,656 veces, lo cual representa el 16% de las citas. Aunque el área de Física tiene 3 top papers, esta cuenta con 970 citas, es decir el 14% del total. Le sigue el área de Ambiente y Ecología en donde sus 3 top papers han sido citados 484 ocasiones, lo que representa el 6,8% del total de citas. El área de la Geociencia tiene 2 top papers que han sido citados 212 veces, que representan el 3% del total de citas. El área de las Ciencias de la Agricultura tiene 1 top paper que ha sido citado 117 veces, es decir que tiene el 1,6% de las citas. Las Ciencias Biológicas (Vegetal y Animal) tienen 1 top paper que ha sido citado 100 veces, que representan el 1,3% del total. El área de la Neurología y el Comportamiento tiene 1 top paper que ha sido citado 14 veces, representando el 0,2% del total de las citas. Por último, las Ciencias de la Computación tienen 1 top paper que ha sido citado 10 ocasiones, lo cual representa el 0,1% del total de citas.

*Gráfico 1. Áreas Temáticas a las que pertenecen los 26 top papers colombianos y el porcentaje de citación que han realizado los diferentes países a estos top papers.*



## **2.2 Países que citan a los top papers colombianos en las diferentes áreas temáticas**

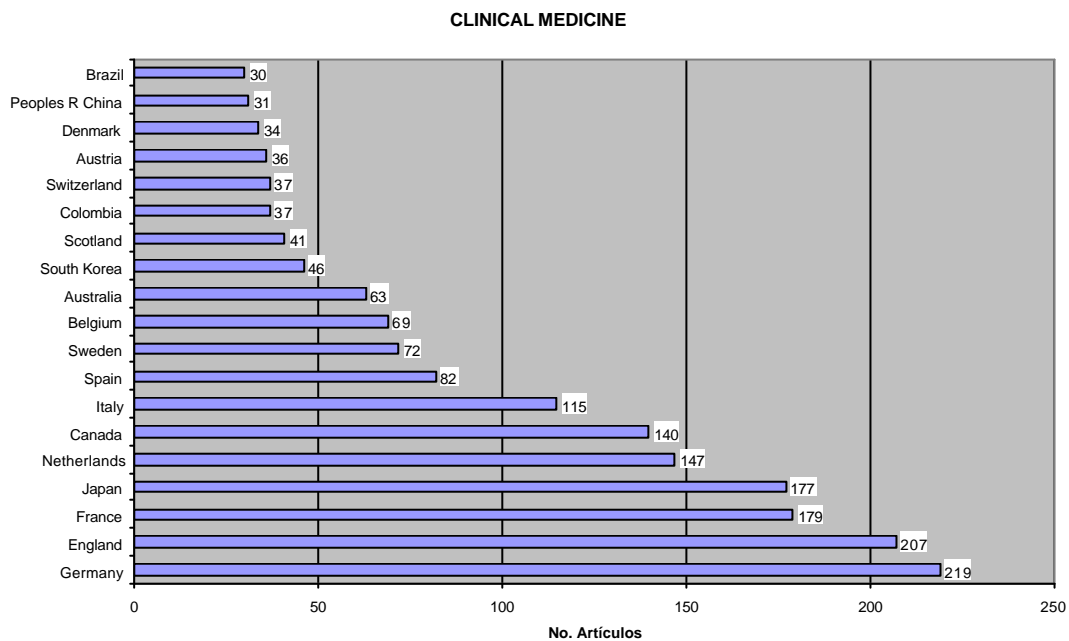
### **2.2.1 Países que citan a los top papers colombianos en el área de Medicina Clínica**

Del total de los 110 países que han citado a los top papers colombianos, 81 países han encontrado en estos 12 top papers un aporte importante al área. El país que tiene mayor número de artículos que hacen referencia a alguno de éstos 12 top papers encontrados en el área de Medicina Clínica es Estados Unidos, el cual representa el 37,44% del total de artículos. Le siguen Alemania (6,18%), Inglaterra (5,84%), Francia (5,05%), Japón (5%), Holanda (4,15%), Canadá (3,95%), Italia (3,25%), España (2,32%), Suecia (2,03%), Bélgica (1,95%), Australia (1,78%), Corea del Sur (1,30%), Escocia (1,16%), Colombia (1,04%), Suiza (1,04%) y Austria (1,02%). Otros países con menor porcentaje, donde se han escrito artículos que han hecho referencia a alguno de los 12 top papers colombianos en el área son: Dinamarca, Rep. Popular China, Brasil, Argentina, Taiwán, Finlandia, Polonia, México, Nueva Zelanda, Irlanda, Grecia, Noruega, Sur África, Costa Rica, Israel, Republica Checa, Rusia, Hungría, Tailandia, Gales, Chile, Portugal, India, Turquía, Croacia, Islandia, Jamaica, Filipinas, Eslovenia, Zimbabwe, Cuba, Irlanda del Norte,

Senegal, Singapur, Uganda, Costa de Marfil, Estonia, Guatemala, Hong Kong, Marruecos, Qatar, Eslovaquia, Venezuela, Bangladesh, El Salvador, Kenya, Líbano, Mozambique, Omán, Perú, Surinam, Tanzania, Gambia, Honduras, Kazajstán, Latvia, Lituania, Luxemburgo, Nigeria, Paraguay, Ucrania, Uruguay, Vietnam, y Yugoslavia.

Los primeros 19 países que tienen artículos que han citado a los top papers colombianos en el área se muestra a continuación en el gráfico No 2:

*Gráfico 2. Medicina Clínica*



### ***2.2.2 Países que citan a los top papers colombianos en el área de la Ingeniería***

Aunque hemos visto que el área de Ingeniería es la segunda área temática con mayor número de artículos que hacen referencia a top papers colombianos, son solo 22 países los que han encontrado en estos 2 top papers un aporte importante al área. El país que tiene mayor número de artículos que hacen referencia a alguno de éstos 2 top papers encontrados en el área de Ingeniería es de nuevo Estados Unidos, el cual representa el 10,7% del total de

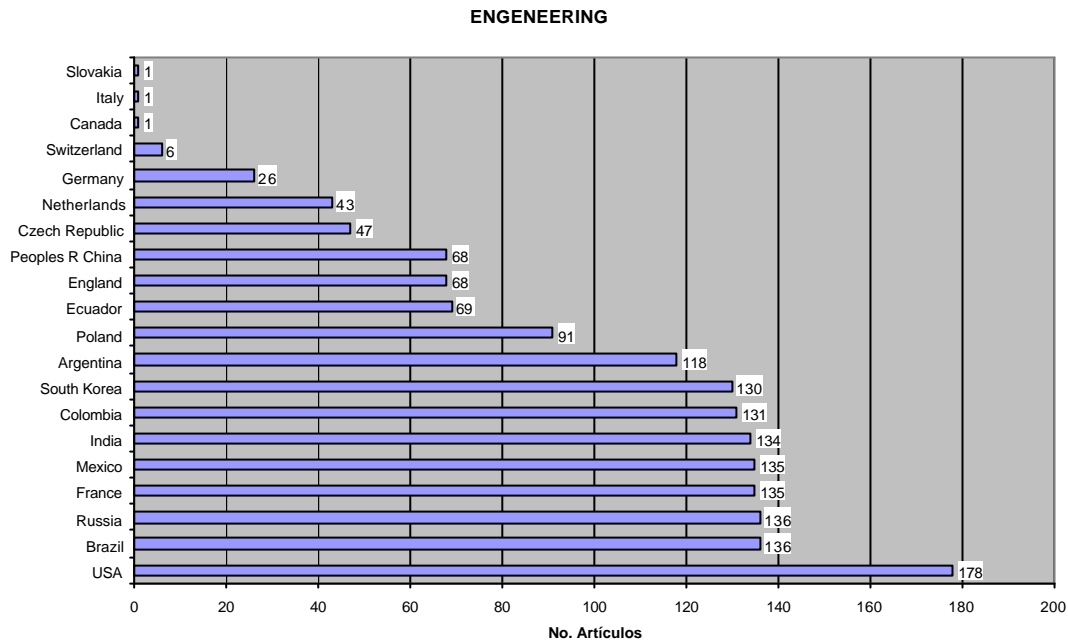
artículos. Le siguen Brasil y Rusia con 8,21% cada uno, Francia y México con (8,15%) cada uno, India (8,09%), Colombia (7,91%), South Korea (7,85%), Argentina (7,13%), Polonia (5,5%), Ecuador (4,17%), England (4,11%), Rep. Popular China (4,11%) Republica Checa (2,84%), Netherlands (2,6%) y Germany (1,57%). Otros países con menor porcentaje, donde se han escrito artículos que han hecho referencia a alguno de los 2 top papers colombianos en el área son: Switzerland, Canada, Italy, Eslovaquia, Sweden y Taiwán.

Los primeros 20 países que tienen artículos que han citado a los top papers colombianos en el área se muestra a continuación en el gráfico No 3.

### ***2.2.3 Países que citan a los top papers colombianos en el área de la Física***

El área de la Física cuenta con 54 países que han encontrado en estos 3 top papers un aporte importante al área. El país que tiene mayor número de artículos que hacen referencia a alguno de éstos 3 top papers encontrados en el área de Ingeniería es de nuevo Estados Unidos, el cual representa el 24,4% del total de artículos. Le siguen Italy

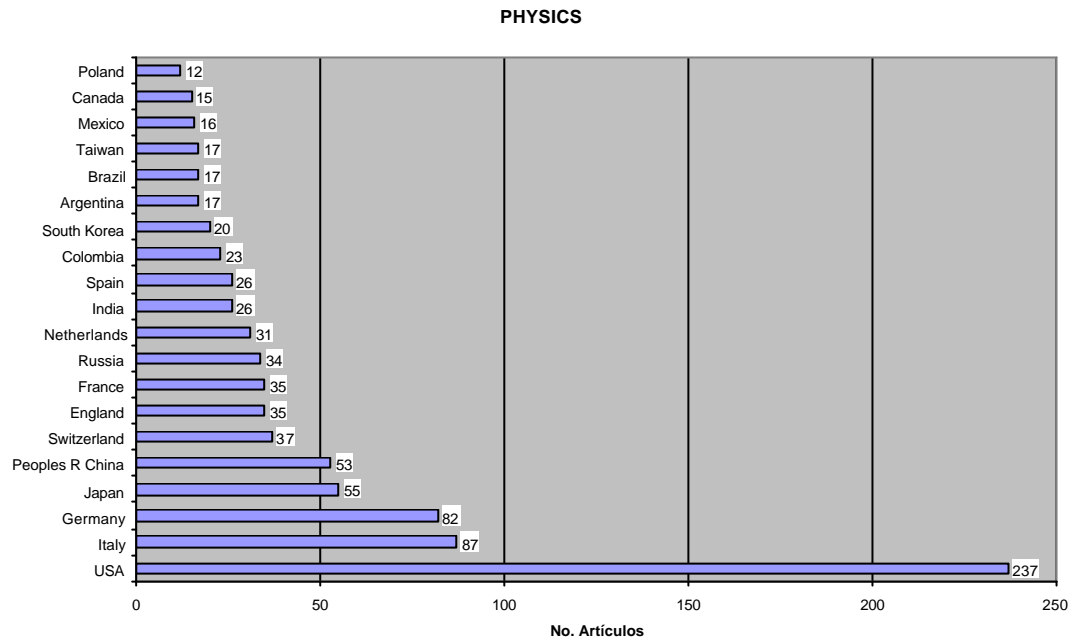
Gráfico 3. Ingeniería



(8,97%), Germany (8,45%), Japan (5,67%), Rep. Popular China (5,47%), Switzerland (3,81%), England (3,61%), France (3,61%), Rusia (3,51%), Netherlands (3,2%), India (2,69%), Spain (2,68%), Colombia (2,37%), South Korea (2,06%), Argentina (1,75%), Brasil (1,75%), Taiwán (1,75%), México (1,7%), Canada (1,55%), Polonia (1,24%). Otros países con menor porcentaje, donde se han escrito artículos que han hecho referencia a alguno de los 3 top papers colombianos en el área son: Ucrania, Austria, Belgium, Denmark, Grecia, Turquía, Australia, Bulgaria, Finlandia, Azerbaijan, Indonesia, Iran, Israel, Portugal, Scotland, Sweden, Chile, Republica Checa, Ecuador, Marruecos, Noruega, Eslovenia, Sur África, Armenia, Bangladesh, Byelarus, Costa Rica, Croacia, Cyprus, Jordan, Malaysia, Pakistan, Eslovaquia y Uruguay.

Los primeros 20 países que tienen artículos que han citado a los top papers colombianos en el área se muestra a continuación en el gráfico No 4:

Gráfico 4. Física



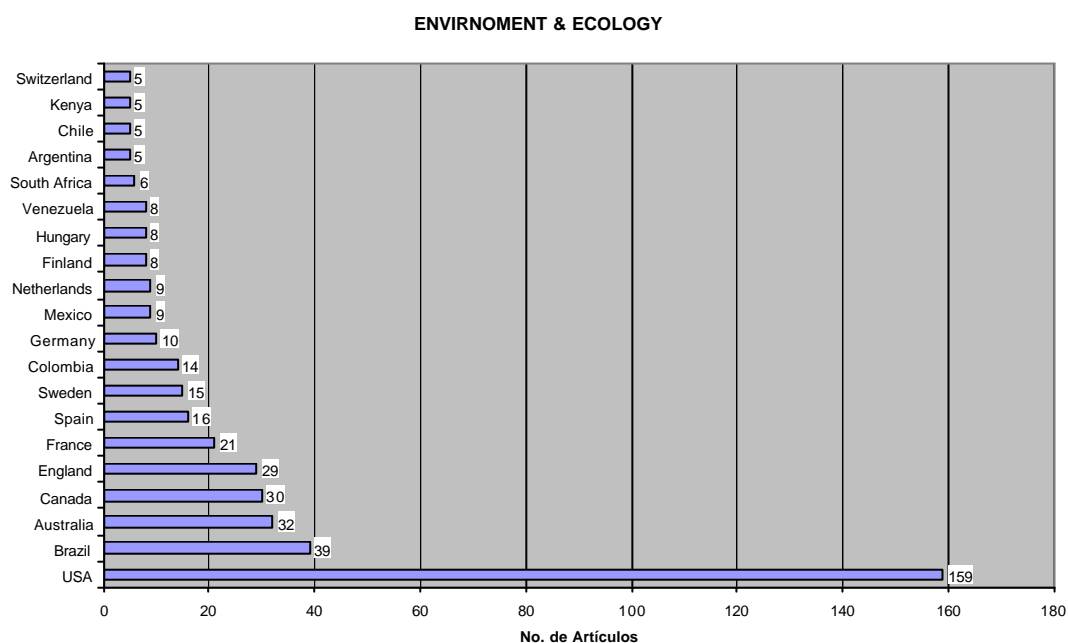
#### 2.2.4 Países que citan a los top papers colombianos en el área del Medio Ambiente y la Ecología

El área del Medio Ambiente y la Ecología cuenta con 50 países que han encontrado en estos 3 top papers un aporte importante al área. El país que tiene mayor número de artículos que hacen referencia a alguno de éstos 3 top papers encontrados en el área de Medio Ambiente y Ecología es de nuevo Estados Unidos, el cual representa el 32,9% del total de artículos. Le siguen Brasil (8,1%), Australia (6,6%), Canada (6,2%), England (6,0%), France (4,3%), Spain (3,3%), Sweden (3,1%), Colombia (2,9%), Germany (2,1%), México (1,9%), Netherlands (1,9%), Finlandia (1,7%), Hungría (1,7%), Venezuela (1,7%) y Sur África (1,2%). Otros países con menor porcentaje, donde se han escrito artículos que han hecho referencia a alguno de los 3 top papers colombianos en el área son: Argentina, Chile, Kenya, Switzerland, Nueva Zelanda, Noruega, Belgium, Indonesia, Japan, Malaysia, Scotland, Costa Rica, Denmark, Italy, Rep. Popular China, Perú, Vietnam, Austria,

Republica Checa, Ecuador, India, Israel, Macedonia, Madagascar, Martinique, Marruecos, Namibia, Nigeria, Panama, Filipinas, Polonia ROMánia, Tailandia y Algeria.

Los primeros 20 países que tienen artículos que han citado a los top papers colombianos en el área se muestra a continuación en el gráfico No 5:

*Gráfico 5. Medio Ambiente y Ecología*



### ***2.2.5 Países que citan a los top papers colombianos en el área de la Geociencia***

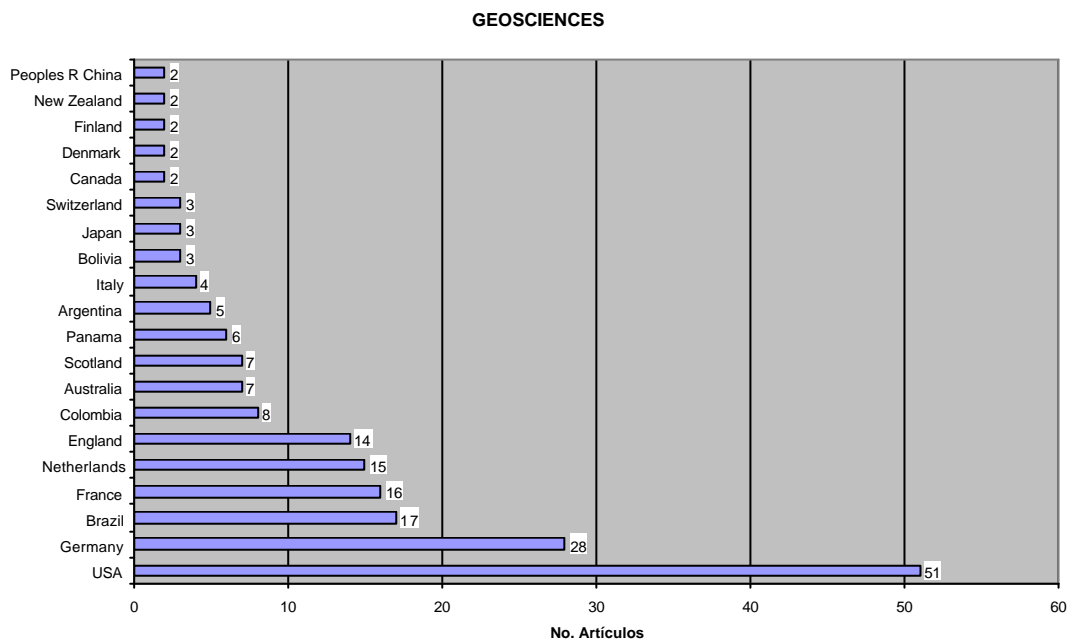
El área de la Geociencia cuenta con 35 países que han encontrado en estos 2 top papers un aporte importante al área. El país que tiene mayor número de artículos que hacen referencia a alguno de éstos 2 top papers encontrados en el área de la Geociencia es de nuevo Estados Unidos, el cual representa el 24% del total de artículos. Le siguen Germany (13,21%), Brasil (8,02%), France (7,55%), Netherlands (7,08%), England (6,6%), Colombia (3,77%), Australia (3,3%), Scotland (3,3%), Panama (2,83%), Argentina (2,36%), Italy (1,89%), Bolivia (1,42%), Japan (1,42%) y Switzerland (1,42%). Otros países con menor



porcentaje, donde se han escrito artículos que han hecho referencia a alguno de los 2 top papers colombianos en el área son: Canada, Denmark, Finlandia, Nueva Zelanda, Rep. Popular China, Austria, Belgium, Ecuador, India, Irlanda, Kenya, New Caledonia, Irlanda del Norte, Noruega, Spain, Sweden, Taiwán, Tunisia, Venezuela y Gales.

Los primeros 20 países que tienen artículos que han citado a los top papers colombianos en el área se muestra a continuación en el gráfico No 6:

*Gráfico 6. Geociencia*



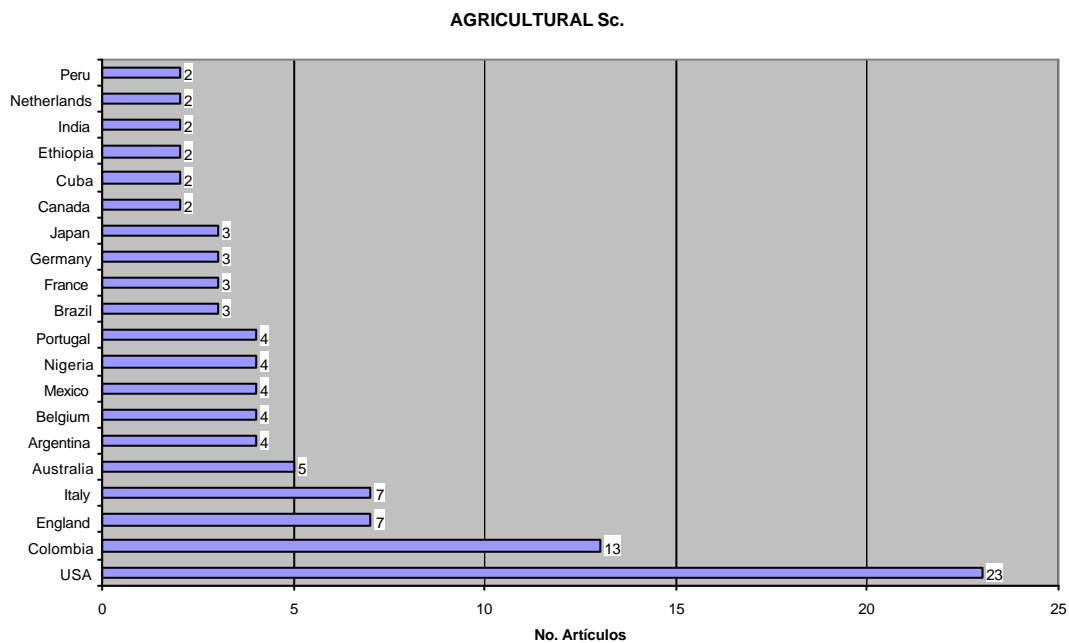
### ***2.2.6 Países que citan a los top papers colombianos en el área de la Agricultura***

Al igual que el área de la Geociencia, en el área de las ciencias de la Agricultura cuenta con 35 países, sin embargo, es importante recordar que aquí solo se tiene 1 top paper y no 2 top papers, como si pasa en Geociencia. El país que tiene mayor número de artículos que hacen referencia a este top paper del área es de nuevo Estados Unidos, el cual representa el 24% del total de artículos. Le siguen Colombia (11,11%), England (5,98%), Italy (5,98%),

Australia (4,27%), Argentina (3,42%), Belgium (3,42%), México (3,42%), Nigeria (3,42%), Portugal (3,42%), Brasil (2,56%), France (2,56%), Germany (2,56%) y Japan (2,56%). Otros países con menor porcentaje, donde se han escrito artículos que han hecho referencia a este top paper de autor colombiano son: Canada, Cuba, Etiopía, India, Netherlands, Perú, Polonia, Spain, Sweden, Algeria, Austria, Denmark, Luxemburgo, Marruecos, Noruega, Rep. Popular China, Filipinas, Sur África, Switzerland, Gales y Zambia.

Los primeros 20 países que tienen artículos que han citado al top paper colombiano en el área se muestra a continuación en el gráfico No 7:

*Gráfico 7. Agricultura*

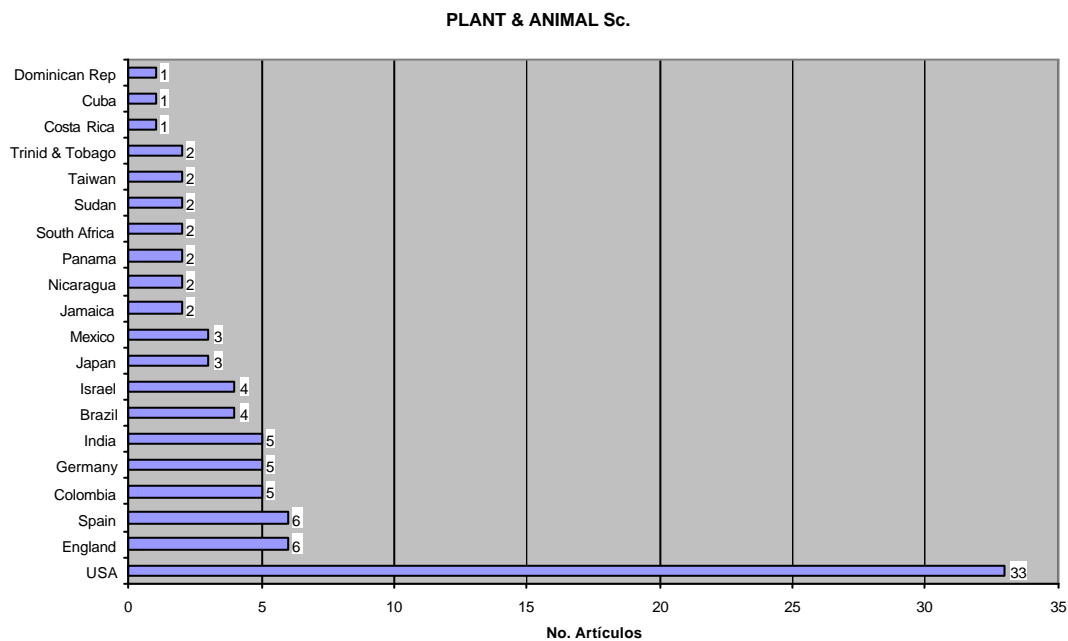


**2.2.7 Países que citan a los top papers colombianos en el área de las Ciencias Biológicas (Animal y Vegetal)**

El área de las Ciencias Biológicas cuenta con 29 países que han encontrado en este top paper un aporte importante al área. El país que tiene mayor número de artículos que hacen referencia al top paper es de nuevo Estados Unidos, el cual representa el 33% del total de artículos. Le siguen en menor proporción England, Spain, Colombia, Germany, India, Brasil, Israel, Japan, México, Jamaica, Nicaragua, Panama, Sur África, Sudan, Taiwan, Trinidad & Tobago, Costa Rica, Cuba, Dominican Rep, France, Guatemala, Italy, Kuwait, Líbano, Nigeria, Portugal, Saudia Arabia y Sweden.

Los primeros 20 países que tienen artículos que han citado al top paper colombiano en el área se muestra a continuación en el gráfico No 8:

*Gráfico 8. Ciencias Biológicas (Animal y Vegetal)*

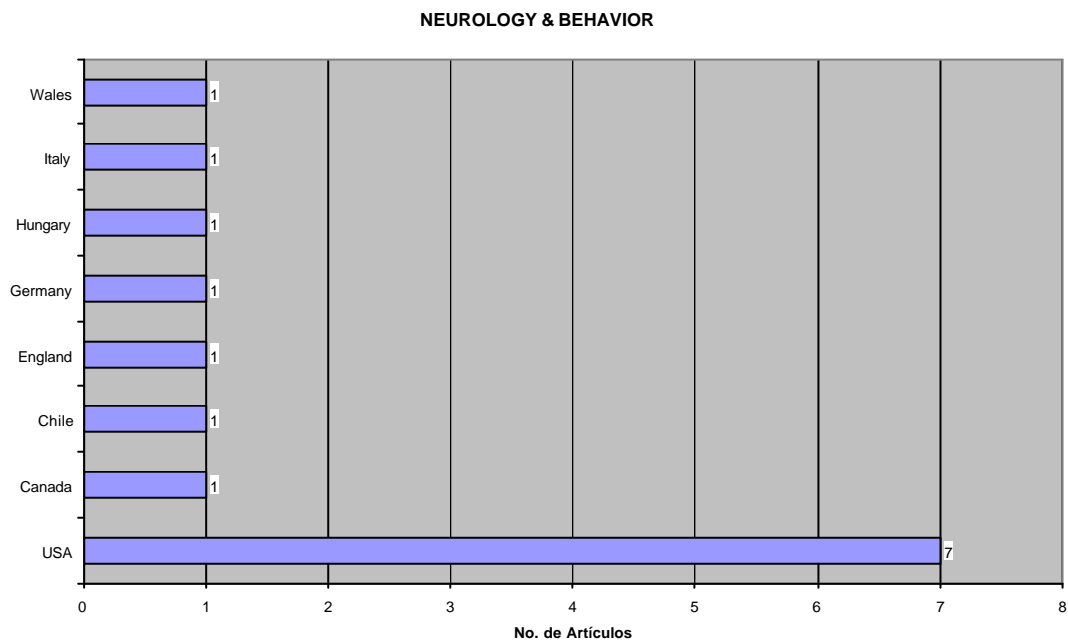


### ***2.2.8 Países que citan a los top papers colombianos en el área de la Neurología y el Comportamiento***

El área de la Neurología y el Comportamiento cuenta con 8 países que han encontrado en este top paper un aporte importante al área. El país que tiene mayor número de artículos que hacen referencia al top paper es de nuevo Estados Unidos, el cual representa el 50% del total de artículos. Le siguen en menor proporción Canadá, Chile, England, Germany, Hungría, Italy y Gales. Cabe anotar que ninguna institución colombiana hace referencia a este top paper.

Los 8 países que tienen artículos que han citado al top paper colombiano en el área se muestra a continuación en el gráfico No 9:

*Gráfico 9. Neurología y Comportamiento*



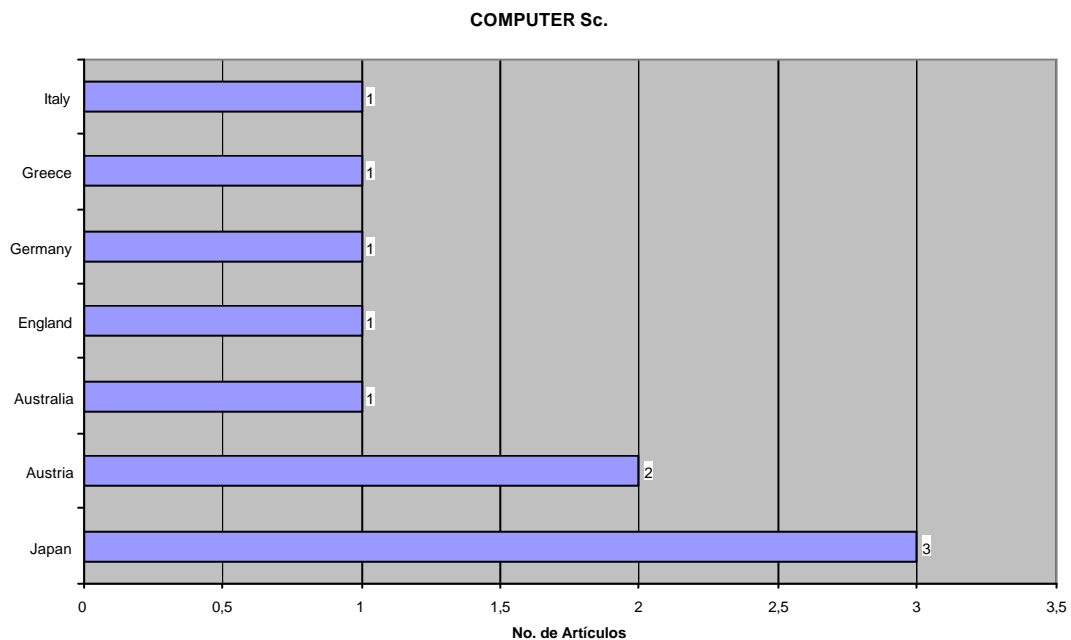
### ***2.2.9 Países que citan a los top papers colombianos en el área de las Ciencias de la Computación***

El área de las Ciencias de la Computación cuenta con 7 países que han encontrado en este top paper un aporte importante al área. Curiosamente el país que tiene mayor número de artículos que hacen referencia al top paper es Japón, el cual representa el 30% del total de

artículos. De hecho Estados Unidos no aparece en el listado de países que citan a este top paper. Luego de Japón siguen en menor proporción Austria, Australia, England, Germany, Grecia e Italy. De nuevo ninguna institución colombiana hace referencia a este top paper.

Los 7 países que tienen artículos que han citado al top paper colombiano en el área se muestra a continuación en el gráfico No 10:

*Gráfico 10. Ciencias de la Computación*

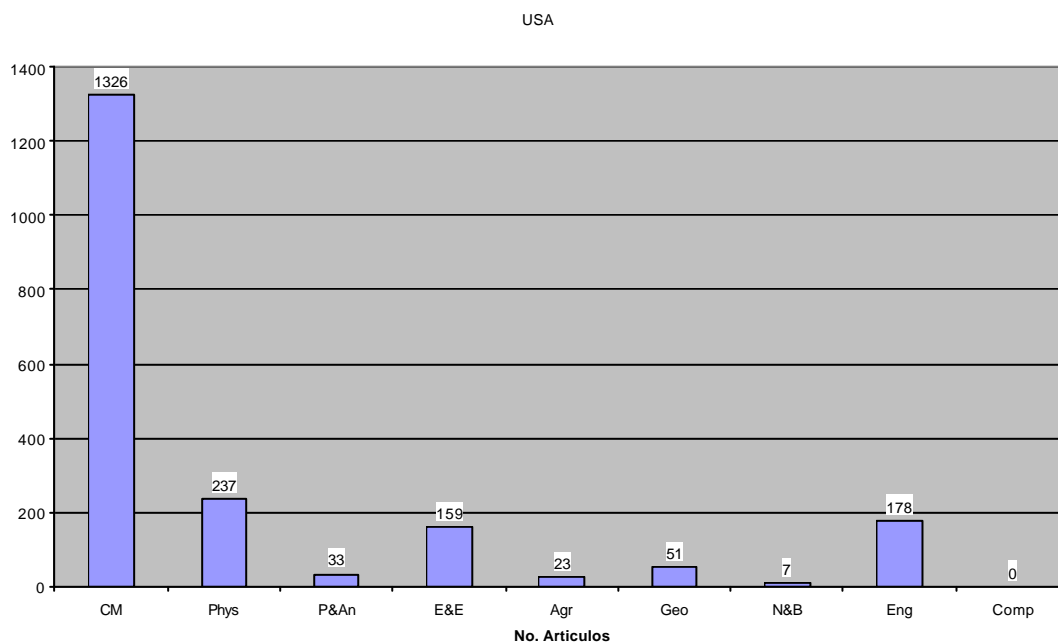


**2.3 Áreas Temáticas que citan los primeros 11 países: USA, Francia, Alemania, Inglaterra, Japón, Holanda, Brasil, Colombia, Italia, Corea del Sur y México**

**2.3.1 Estados Unidos**

Como se muestra en el gráfico No 11, las instituciones de Estados Unidos han hecho referencia a 8 de las 9 áreas temáticas bajo análisis. Este país tiene mayor número de citas a top papers colombianos principalmente en Medicina Clínica; con un número menor siguen citas en el área de la Física, la Ingeniería, el Medio Ambiente y la Ecología, la Geociencia, las Ciencias Biológicas, Agricultura y las Ciencias de la Neurología y el Comportamiento. Es de resaltar que no hay citas de este país al top paper en el área de las Ciencias de la Computación.

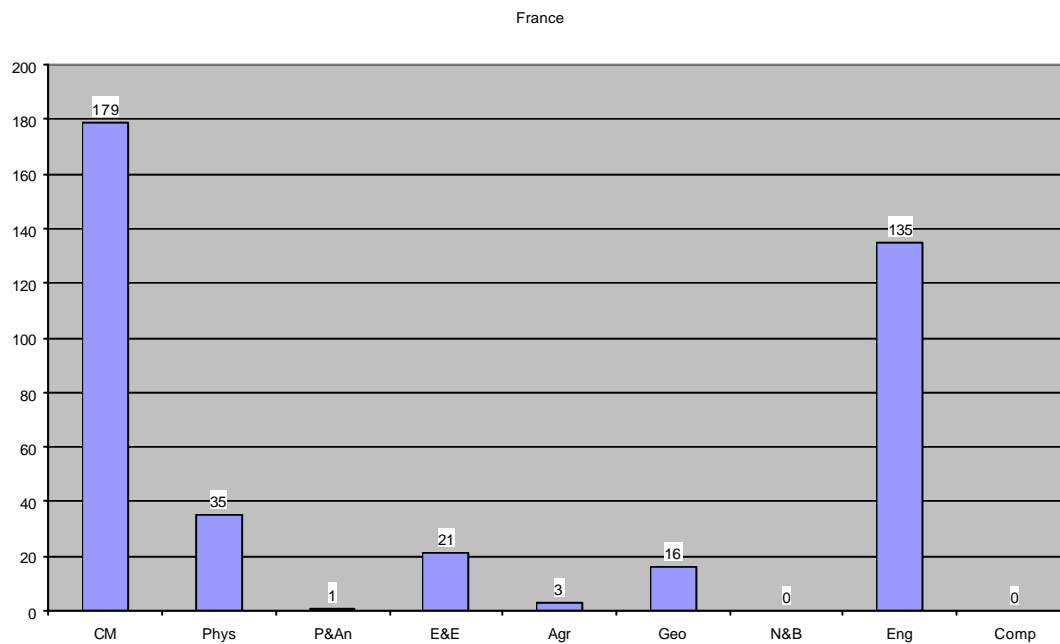
*Gráfico 11. Estados Unidos*



### 2.3.2 Francia

El gráfico No 12 muestra que las instituciones de Francia han hecho referencia a 7 de las 9 áreas temáticas bajo análisis. Este país tiene mayor número de citas a top papers colombianos principalmente en Medicina Clínica; no obstante, muy de cerca se sitúa el área de la Ingeniería; con un número menor siguen citas en el área de la Física, el Medio Ambiente y la Ecología, la Geociencia, Agricultura y las Ciencias Biológicas. Aquí, tanto las Ciencias de la Neurología y el Comportamiento como las Ciencias de la Computación, no muestran citas de este país a los top papers de éstas dos áreas.

Gráfico 12. Francia

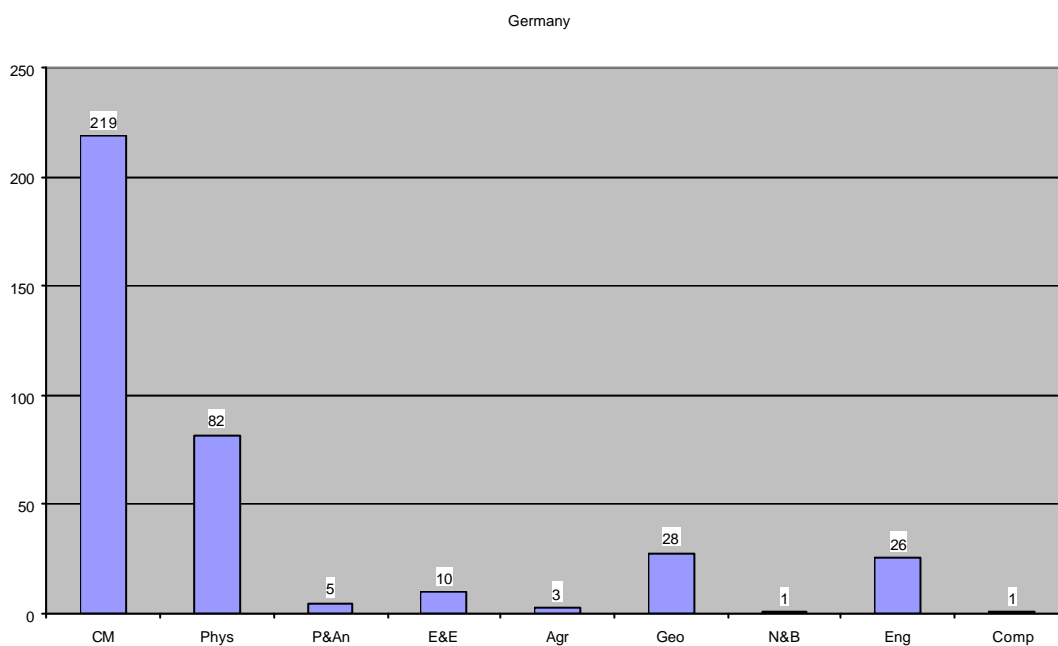


### 2.3.3 Alemania

Como se muestra en el gráfico No 13, las instituciones de Alemania han hecho referencia a todas las áreas temáticas bajo análisis. Este país tiene mayor número de citas a top papers colombianos principalmente en Medicina Clínica; con un número menor siguen

citaciones en el área de la Física, la Geociencia, la Ingeniería, el Medio Ambiente y la Ecología, , las Ciencias Biológicas, Agricultura, las Ciencias de la Neurología y el Comportamiento, y las Ciencias de la Computación.

*Gráfico 13. Alemania*

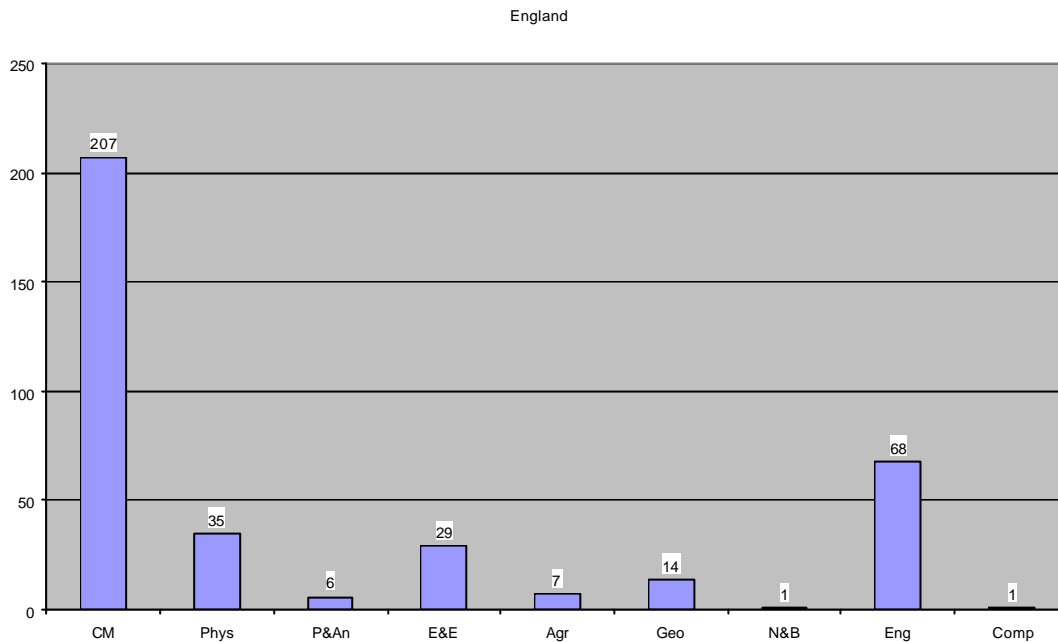


#### **2.3.4 Inglaterra**

En el gráfico No 14 se observa que las instituciones de Inglaterra han hecho referencia a todas las áreas temáticas bajo análisis. Este país tiene mayor número de citas a top papers colombianos principalmente en Medicina Clínica; con un número menor siguen citas en el área de la Ingeniería, la Física, el Medio Ambiente y la Ecología, la Geociencia, Agricultura, las Ciencias Biológicas, las Ciencias de la Neurología y el Comportamiento, y las Ciencias de la Computación.



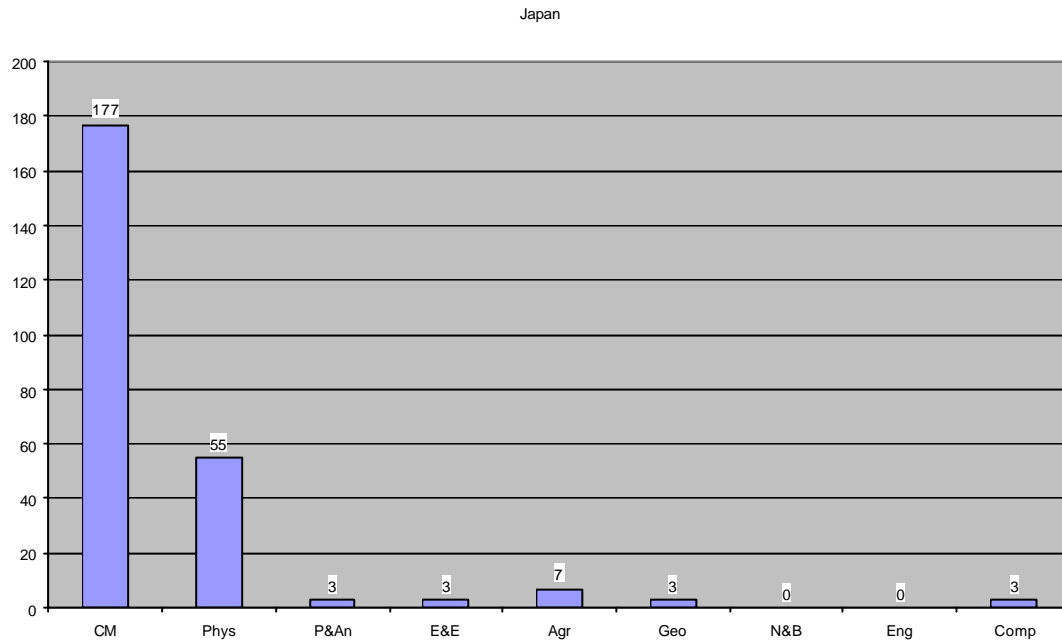
Gráfico 14. Inglaterra



### 2.3.5 Japón

Como se muestra en el gráfico No 15, las instituciones de Japón han hecho referencia a 7 de las 9 áreas temáticas bajo análisis. Este país tiene mayor número de citas a top papers colombianos principalmente en Medicina Clínica y la Física; con un número mucho más reducido siguen citas en el área de la Agricultura, el Medio Ambiente y la Ecología, la Geociencia, las Ciencias Biológicas, y las Ciencias de la Computación. Es de resaltar que no hay citas de este país a los top papers en el área de Ingeniería y las Ciencias de la Neurología y el Comportamiento.

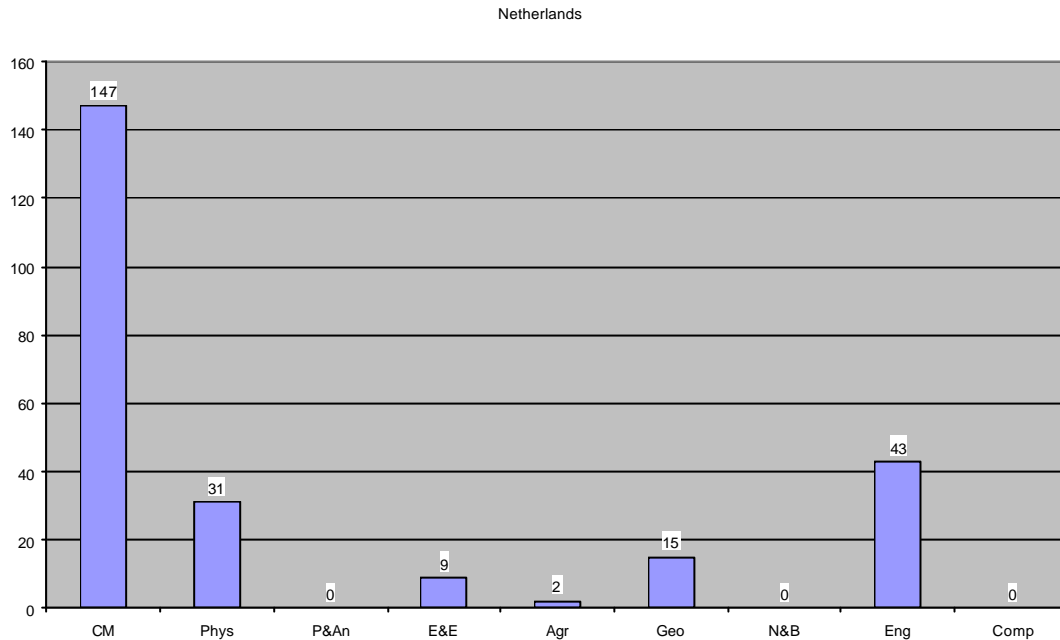
Gráfico 15. Japón



### 2.3.6 Holanda

En el gráfico No 16 se puede observar que las instituciones de Holanda han hecho referencia a 6 de las 9 áreas temáticas bajo análisis. Este país tiene mayor número de citas a top papers colombianos principalmente en Medicina Clínica; con un número menor siguen citas en el área de la Ingeniería, la Física, la Geociencia, el Medio Ambiente y la Ecología, y la Agricultura. Las Ciencias de la Neurología y el Comportamiento, las Ciencias de la Computación y las Ciencias Biológicas no tienen citas en este país.

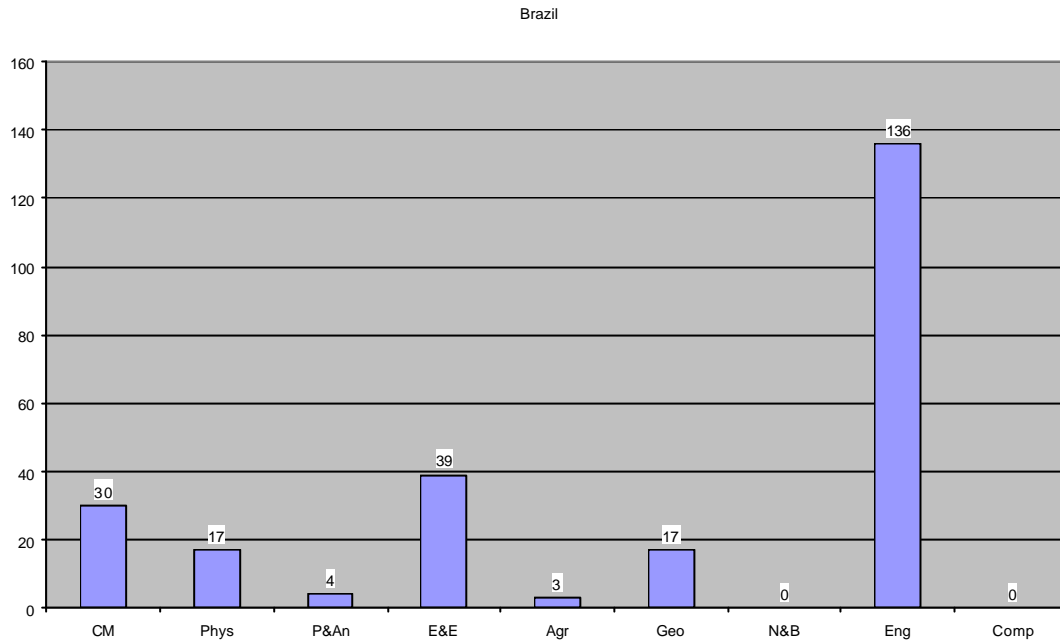
Gráfico 16. Holanda



### 2.3.7 Brasil

Como se muestra en el gráfico No 17, las instituciones de Brasil han hecho referencia a 7 de las 9 áreas temáticas bajo análisis. En este país sobresale el hecho de que se presentan mayor número de citas a top papers colombianos en el área de la Ingeniería y no de la Medicina Clínica; siguen con un número menor citas en el área del Medio Ambiente y la Ecología, la Medicina Clínica, la Física, la Geociencia, las Ciencias Biológicas y por último la Agricultura. Brasil no tiene citas en las Ciencias de la Neurología y el Comportamiento, tampoco en las Ciencias de la Computación.

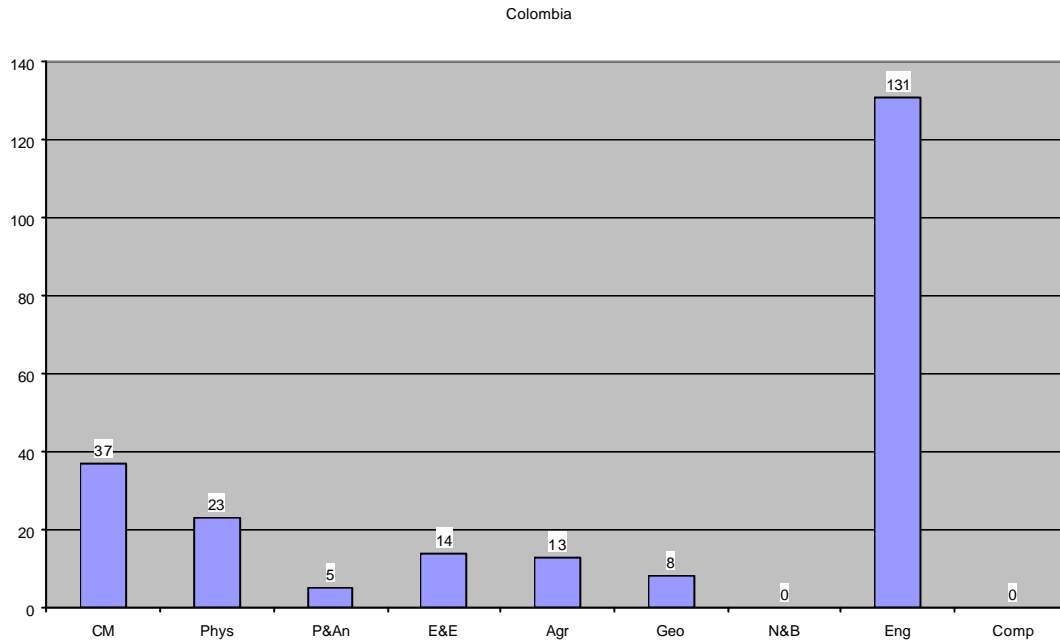
Gráfico 17. Brasil



### 2.3.8 Colombia

En el gráfico No 18 se puede ver que las instituciones de Colombia han hecho referencia a 7 de las 9 áreas temáticas bajo análisis. Las instituciones colombianas tiene un comportamiento similar a las de Brasil. En Colombia también sobresale el hecho de que se presentan mayor número de citas a top papers colombianos en el área de la Ingeniería y no de la Medicina Clínica; siguen con un número menor citas en el área de la Medicina Clínica, la Física, el Medio Ambiente y la Ecología, la Agricultura, la Geociencia y por último las Ciencias Biológicas. Colombia, al igual que Brasil, no tiene citas en las Ciencias de la Neurología y el Comportamiento, tampoco en las Ciencias de la Computación.

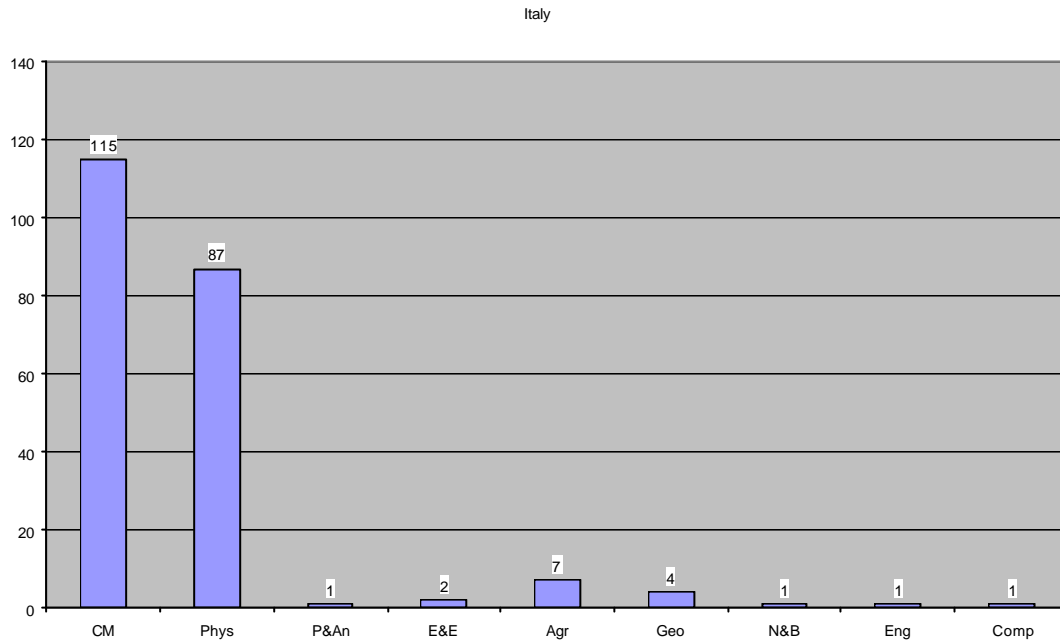
Gráfico 18. Colombia



### 2.3.9 Italia

Como se muestra en el gráfico No 19, las instituciones de Italia han hecho referencia a todas las áreas temáticas bajo análisis. Italia tiene un comportamiento similar al de Japón en tanto sobresalen las áreas de la Medicina Clínica y la Física; siguen con un número menor citas en el área de la Agricultura, la Geociencia, el Medio Ambiente y la Ecología, las Ciencias Biológicas, la Ingeniería, las Ciencias de la Neurología y el Comportamiento, y las Ciencias de la Computación.

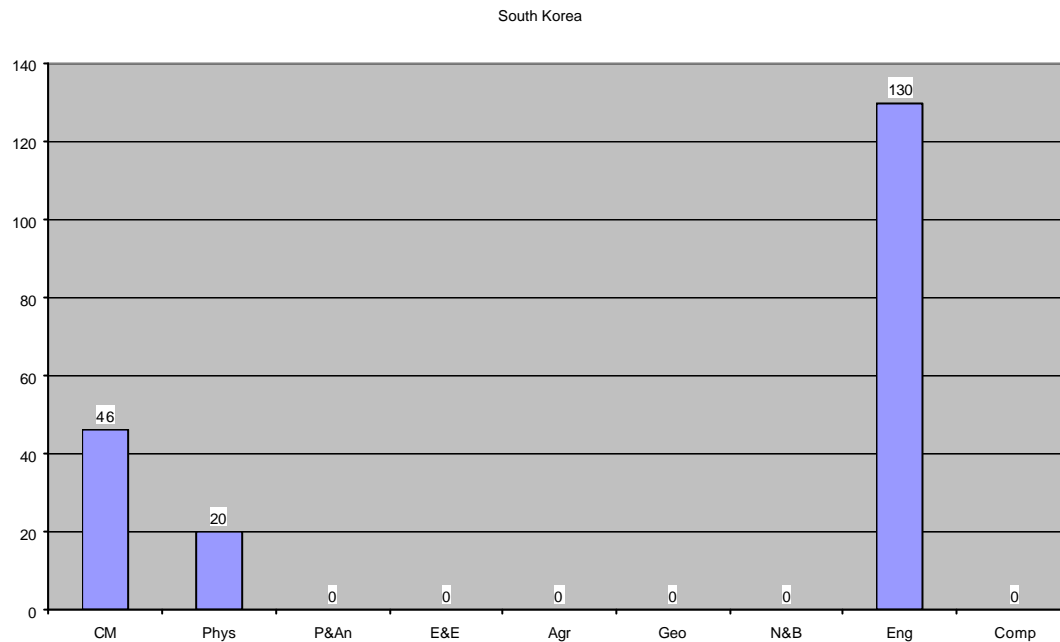
Gráfico 19. Italia



### 2.3.10 Corea del Sur

En el gráfico No 20 se muestra que las instituciones de Corea del Sur han hecho referencia a únicamente 3 de las 9 áreas temáticas bajo análisis. Al igual que en Brasil y Colombia, en este país sobresale el hecho de que se presentan mayor número de citas a top papers colombianos en el área de la Ingeniería; le siguen las áreas de la Medicina Clínica y la Física.

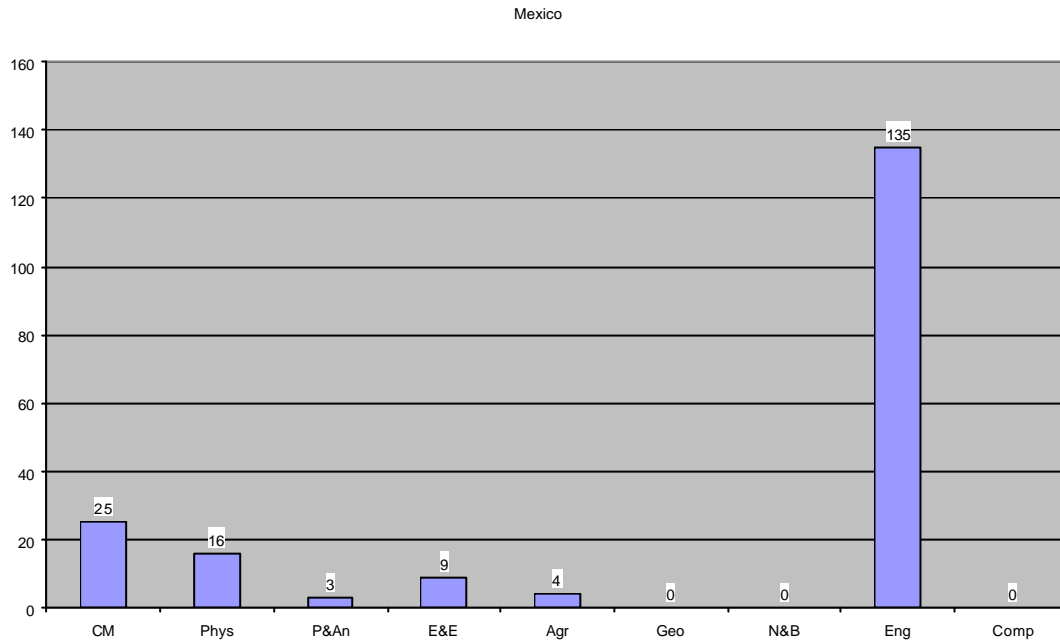
Gráfico 20. Corea del Sur



### 2.3.11 México

Como se muestra en el gráfico No 21, las instituciones de México han hecho referencia a 6 de las 9 áreas temáticas bajo análisis. Al igual que en Brasil, Colombia y Corea del Sur, en este país sobresale el hecho de que se presentan mayor número de citas a top papers colombianos en el área de la Ingeniería; siguen con un número menor de citas en el área de la Medicina Clínica, la Física, el Medio Ambiente y la Ecología, la Agricultura y por último las Ciencias Biológicas. Brasil no tiene citas en las Ciencias de la Neurología y el Comportamiento, tampoco en las Ciencias de la Computación ni en el área de la Geociencia.

Gráfico 21. México



### 3. Conclusiones y Recomendaciones

#### 3.1 Concentración en Áreas Temáticas

El área de Medicina Clínica tiene el mayor número de países que hacen referencia a los top papers colombianos (110 países en total), 81 países que hacen el 73,6% del total; le siguen el área de la Física donde se encontraron 54 países que hacen el 49,1%; el área del Medio Ambiente y la Ecología donde 49 países citaron a los top papers del área, es decir el 44,5%; luego se encuentra el área de la Agricultura y la Geociencia, cada uno con 35 países, es decir el 31,8%; les sigue el área de las Ciencias Biológicas (Animal y Vegetal) con 28 países, el 26,4% del total; el área de la Ingeniería tiene 22 países, es decir, el 20%; en las ciencias de la Neurología y el Comportamiento junto con las de la Computación se



encontraron en cada una 8 países, el 7,3% del total de países bajo estudio. El gráfico No 22 muestra los resultados.

Gráfico 22. Porcentaje de países en cada área temática

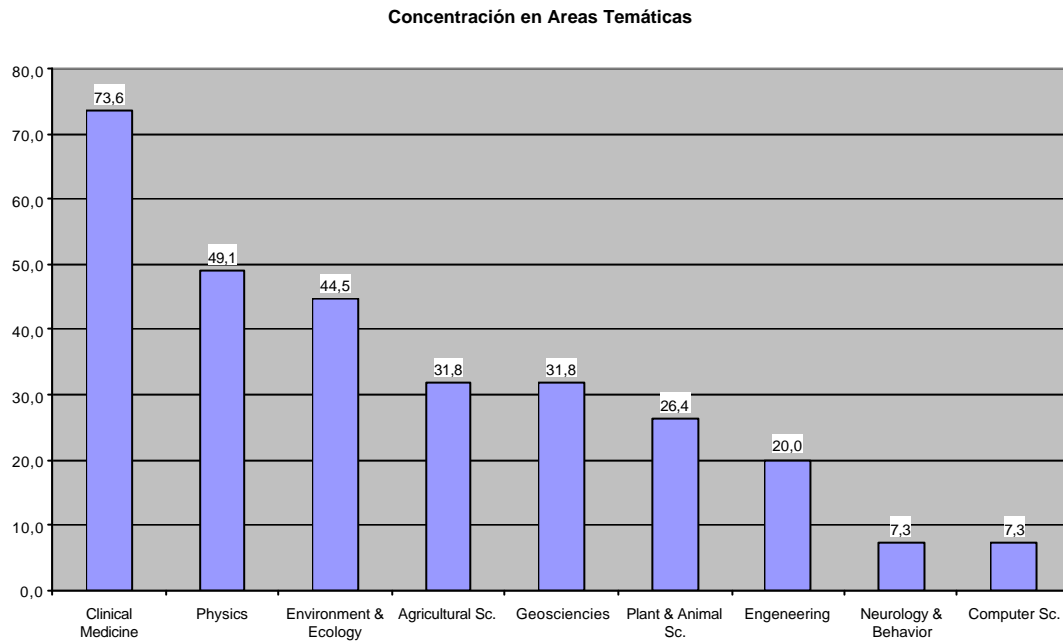
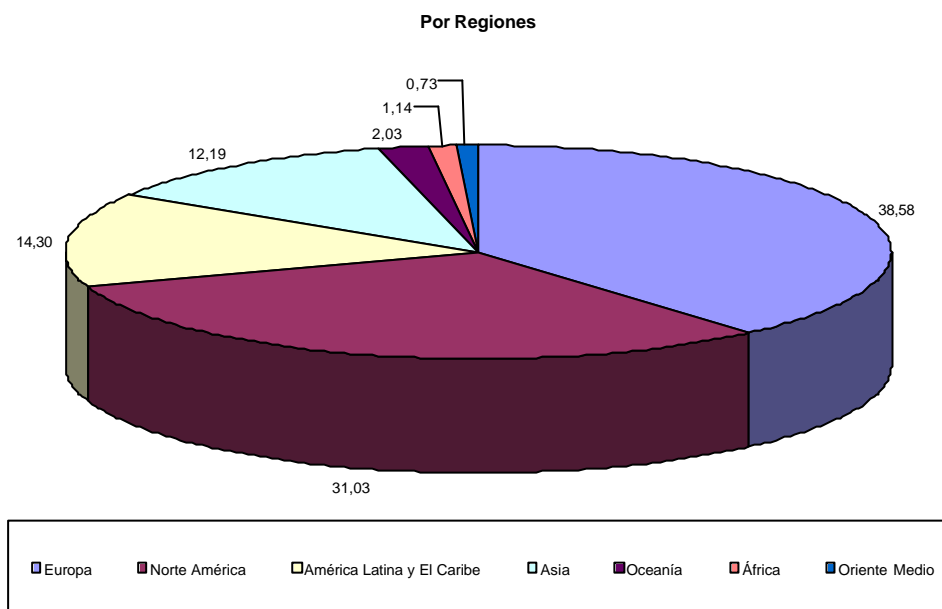


Gráfico 23. Porcentajes de citaciones por regiones a nivel mundial



### 3.2 Falta de credibilidad en la región.

Como se puede ver en el gráfico 23, sólo el 14,3% de las citaciones las han hecho países de América Latina y el Caribe; y solamente el 32% de estos países pertenecen a la región Andina. Con estas cifras se tiende a pensar que nuestro aporte no se cree valioso por otros investigadores e instituciones de la región.

En las sociedades del conocimiento se consulta más el resultado de las investigaciones colombianas. De hecho, entre Norte América y Europa suman el 70% de las citaciones realizadas de top papers de autores colombianos. Una cifra que reafirma lo anterior es que el 77,8% del total de países, son países miembros de la OCDE; absolutamente todos los 30 países miembros han citado autores colombianos.

### 3.3 Falta de cooperación horizontal

El 30% de las citaciones las han hecho países que están entrando en la sociedad del conocimiento. Esta cifra no muestra dinámica en el intercambio de la información y el mutuo apoyo entre estas sociedades. Debe haber una política deliberada de Colciencias y del gobierno colombiano hacia la cooperación horizontal, es decir entre países como el nuestro para establecer sinergias que produzcan mutuo beneficio en cuanto desarrollo científico y tecnológico. El gráfico 24 muestra que los porcentajes de citaciones de los países que pertenecen a este grupo como son: Brasil, Colombia, México, Rusia, Argentina, India, República Popular China y Ecuador, son muy débiles aún para establecer este tipo de sinergias. El gráfico 25 muestra un gran potencial de cooperación horizontal.

Gráfico 24. Primeros 21 países que citan top papers de autores colombianos

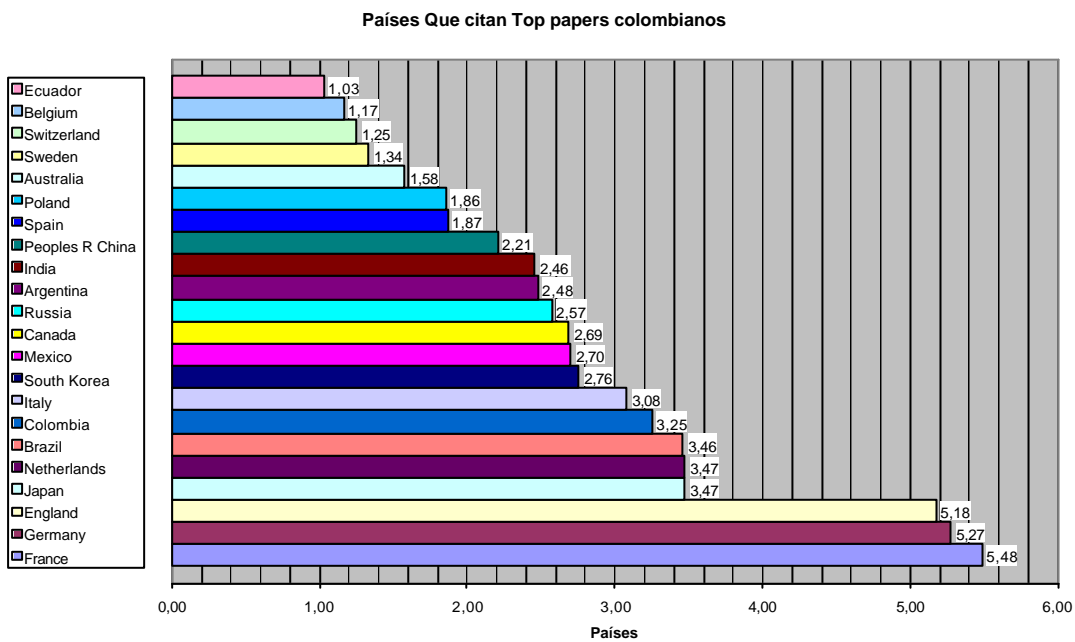
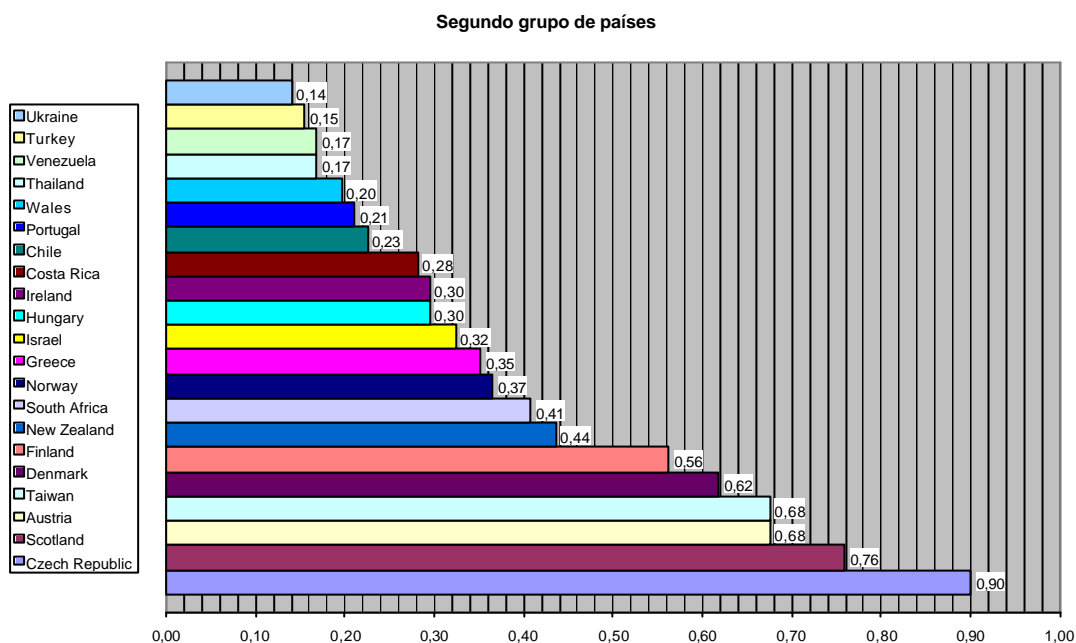


Gráfico 25. Segundo grupo de países que más citan top paper de autores colombianos



### 3.4 Falta de Articulación en las cadenas de agregación de valor

De la anterior hipótesis se deriva una tercera y es que debe haber una política de introducir a Colombia en las cadenas de agregación de valor a nivel mundial sobre la base de mostrar la calidad de los productos. Ya se ha demostrado el interés de la comunidad internacional en los logros que han hecho científicos colombianos, pues las citaciones registradas se han hecho en todas las regiones del mundo.

Las razones por las cuales articularse con el mundo difieren en la situación de cada país. Es vital articularse con los países desarrollados para compartir recursos de toda índole y por otro lado, es igualmente importante articularse con países en desarrollo para buscar ser complementarios en las investigaciones.

## Parte II

### Capítulo 4

#### **Tendencias de la Participación de Científicos Colombianos en Publicaciones Internacionales Indexadas**

*Por Bernardo Herrera,  
César Orlando González,  
Abelardo Duarte,  
Bibiana Gutiérrez,  
Ana María Villa*

El análisis de la producción académica colombiana que se realiza en el presente aparte se apoya en la información indexada por el Instituto ISI (Institute for Scientific Information) en el "Science Citation Index" (SCI), hasta el mes de noviembre de 2003.

El análisis es de carácter cuantitativo y pretende dar cuenta de la posición que ocupa la producción científica indexada en Colombia en el contexto de producción total para aquellas áreas en las que se encuentran publicaciones de autores colombianos.

Para el cumplimiento de este objetivo se revisa el ranking y el factor de impacto de las revistas en las que publican los investigadores colombianos. Estos índices se construyen a partir de la información de artículos y citas por área temática:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número total de citas por Área Temática}}{\text{Número de Artículos por Área Temática}}$$

Estos indicadores permiten establecer el posible impacto de una publicación. Si una revista de alto ranking acepta que sea publicado un artículo, es probable que éste sea citado en más oportunidades.

Cabe señalar que al momento de la consulta no se pudo procesar el total de información para las 7.454 publicaciones de colombianos, esto hace que se reduzca el universo de análisis a 5.048 publicaciones. El período de estudio inicia en el año 1966, fecha en la que se reporta en el Índice SCI la primera publicación de artículos escritos por colombianos, y culmina, en el mes de noviembre del 2003, fecha en la que se realiza la consulta<sup>1</sup>.

Las preguntas que se quieren responder tienen que ver con el estado actual y con el proceso de publicación de la actividad académica colombiana:

- A. ¿En qué áreas se ha publicado en revistas con mayor ranking?
- B. ¿Cuál es la dinámica de las publicaciones colombianas?
- C. ¿Cómo inciden las publicaciones colombianas en los índices de impacto de las revistas?

Previo a la presentación y análisis estadístico que da respuesta a estos interrogantes (punto 1.2), en un primer punto se discuten algunas de las limitaciones comúnmente señaladas a éste tipo de análisis y nuestra postura sobre su utilidad (punto 1.1), en el punto final, se concluye con algunas consideraciones metodológicas para el uso de este tipo de índices en el contexto de las publicaciones colombianas (punto 1.3).

### ***1.1 Utilidad y limitaciones del índice de citaciones Science Citation Index “SCI”***

Existe consenso entre los especialistas a cerca de su utilidad del Science Citation Index “SCI” como mecanismo de ponderación y como indicador de visibilidad de la producción científica. Como veremos enseguida el mejor uso de esta información depende de las unidades de análisis que se pretenda evaluar. En muchos casos se busca con la aplicación del índice valorar las citaciones que se hacen a una revista (García, 2002), en otros, se ha pretendido evaluar la evolución de las

---

<sup>1</sup> Del total de artículos, 6158 son reportados como publicaciones con solicitud de reimpresión en Colombia. Fue posible acceder a esta información mediante consultas a las bases ISI gracias la clave de visitante otorgada por representantes de esta institución a la Universidad de los Andes.

citaciones sobre una problemática particular de las ciencias (Garfeld 1997). Aun cuando este tipo de análisis individuales puede arrojar resultados de utilidad, para los fines de este aparte consideramos que la mejor manera de aplicar la información del SCI es la de comparar la “indización” de la producción colombiana en su conjunto. Para ello se han abordado dos dimensiones básicas: de un lado, la mirada de tendencias en la publicación de artículos, y del otro, la producción por áreas temáticas. Estas dos miradas, la primera que podríamos denominar “tendencial-agregada” y la segunda de “incidencia temática”, permiten superar la mayor parte de las limitaciones que comúnmente se argumentan a la utilización del SCI cuando ha sido aplicado a análisis de sujetos o investigadores de manera aislada o individual. Miremos enseguida las críticas y la razón del porqué estas dos miradas contribuyen a superar los inconvenientes comúnmente señalados al SCI.

La primera de las limitaciones que se formulan a este tipo de análisis es la de que sólo puede utilizarse para medir el impacto producido por un artículo una vez transcurrido un lapso de tiempo luego de su publicación. El proceso de madurez ("citation maturity", Sarafoglou, 1996: 293) que se requiere para que un artículo sea citado, puede ser de cinco a diez años, desde su fecha de publicación. Nuestra propuesta consiste en iniciar con una mirada agregada, tomando como unidad el análisis de las áreas temáticas; una vez se tenga la visión de conjunto y se pueda evidenciar el peso relativo de cada una de estas áreas en el total de la producción, será posible revisar algunas de ellas de manera aislada.

Otro de los aspectos señalados como vacío al índice SCI es su escasa cuantificación de producción en lengua distinta al inglés. Este cuestionamiento no sólo proviene de investigadores de países en desarrollo sino incluso de académicos de países europeos (Sergien 1997). Esto ha llevado a los especialistas de países no anglo-parlantes a proponer sus propios sistemas de indización de revistas y publicaciones. Probablemente para ciertas áreas una propuesta de este tipo pueda convertirse en mecanismo de presión para que los especialistas de habla inglesa establezcan redes con investigadores de países latinoamericanos. Sin embargo, una propuesta de este tipo, difícilmente puede tener acogida en otros donde existe un camino recorrido y un reconocimiento de revistas en idioma inglés.

En cuanto al método de cálculo algunos aducen que no se da una adecuada cobertura de la producción científica. En ciertas áreas se argumenta que además de dejar de lado los libros se omiten un número importante de revistas<sup>2</sup>. Estos mismos autores señalan reclamaciones aceptadas por el ISI respecto de errores en el conteo de citas, así como deficiencias en normalizar la información. Dos elementos pueden servir de contra argumento a estas críticas, uno tiene que ver con la calidad y el otro con la cantidad. En cuanto al primero debe reconocerse que son muy exigentes los criterios de selección de revistas para que sean "indizadas", entre tales requisitos se tiene en cuenta el cumplimiento de la periodicidad (bimensual, semestral, etc), el rigor en la aplicación de normas internacionales de edición, así como el requisito de evaluación por pares. En cuanto al aspecto cuantitativo, se ha demostrado que es suficiente con un número reducido de publicaciones siempre y cuando cumplan con ciertos parámetros y normas. Según estudios realizados desde mediados de los 1930's se ha comprobado que el centro de la literatura de cualquier disciplina científica está compuesta por menos de 1.000 revistas. Para el caso colombiano es evidente que de ese número sólo un grupo reducido es suficiente para poner en evidencia tanto la posición que ocupan los artículos nacionales dentro de la producción académica mundial, como para identificar la mayor o menor incidencia que pueden tener las publicaciones colombianas en el contexto e impacto de las revistas en las que son aceptadas.

Por último se señalan ciertos sesgos en el índice. Al respecto se aduce un desbalance en la precisión con la que se reporta el número de citas en el numerador que no siempre es de igual rigor para las del denominador; se argumenta de otro lado, el sesgo desfavorable para las ciencias aplicadas en las que sus avances pueden ser leídos y puestos en práctica sin que sean citados en un número significativamente importante; igual se argumentan sesgos que favorecerían una mayor citación a los artículos de revisión y menor a los artículos de investigación (Vera et al, 2000:32). Estos posibles sesgos han sido tenidos en cuenta durante la revisión de citas. Se ha puesto especial cuidado en la depuración de las bases ISI para citas por revista y por área, y en el cálculo de citas de los artículos colombianos. Para minimizar los posibles sesgos por tipo de

---

<sup>2</sup> Sergien, P. (1997) señala que sólo se aplica el índice para 3200 revistas cuando se estima para ese año un total de 126.000 publicaciones (citado por Vera et al, 2000)



disciplina se toma especial cuidado en mirar el peso relativo de artículos en cada una de las 22 áreas temáticas en las que se distribuye la producción académica colombiana.

Es cada vez más común la referencia al índice SCI como factor de impacto y por lo tanto como indicativo de jerarquía o valor, de visibilidad e incluso como mecanismo de asignación de estímulos e incentivos a la producción científica. Mas recientemente se reconoce su utilidad en el análisis de la distribución de conocimiento y producción científica, entre países y entre ciudades<sup>3</sup>.

En nuestra opinión varios de los cuestionamientos arriba señalados pueden subsanarse o relativizarse si se acepta que el índice es una buena fórmula para evaluar cuantitativamente el conjunto de la producción de artículos bien sea para un país o región, para una determinada área de conocimiento, o bien al interior de unos y otras, para cuantificar subconjuntos de dicha producción, por ejemplo, de grupos de instituciones o de grupos de investigadores. En el tercer acápite de éste aparte regresaremos sobre este punto al momento de concluir con algunas reflexiones metodológicas para aplicación al caso colombiano.

En suma, el Science Citation Index se constituye en una poderosa herramienta, en la medida en que permite análisis tendenciales, y al mismo tiempo, porque sirve de punto de referencia para visualizar la situación que se ocupa frente al total de la producción científica mundial. Para aprovechar en mejor medida las dos ventajas señaladas, es necesario tomar como referente las áreas de conocimiento. Existen temáticas en las que se producen con mayor frecuencia avances de frontera, en ellas es más probable observar mayor dinamismo en las publicaciones. Esta mirada la denominaremos mirada "Tendencial agregada". Por su parte, existen áreas temáticas que participan en mayor medida en la producción científica, en esta caso, lo que buscaremos es observar su "Incidencia temática".

---

<sup>3</sup> Para análisis de unidades subnacionales ver Christian Wichmann (2002)

Tanto para el análisis de tendencias que se presenta a continuación como para el de incidencia de las áreas temáticas, se parte de la agregación de la producción científica colombiana. Esta agregación adopta las 22 categorías que ISI denomina áreas temáticas, integrándolas en 3 grandes grupos según ranking. Al interior de cada

RANKING	< 50	50 - 99	100 - 149	150 - 199	200 - 249	250 - 299	300 - 349	350 - 399	400 - 449	450 - 499	500 - 549	> 550
AREA												
1.1.												
1.2.												
1.3.												
1.4.												
2.1.												
2.2.												
2.3.												
2.4.												
2.5.												
2.6.												
2.7.												
2.8.												
2.9.												
3.1.												
3.2.												
3.3.												
3.4.												
3.5.												
3.6.												
3.7.												
3.8.												

grupo se establece un segundo nivel de análisis que permite una mirada de las publicaciones colombianas por cada área temática. El criterio general de agrupación es el de la mayor proporción (porcentaje) de artículos que cumplen las características del grupo.

Nivel de agrupación	Criterios	
Grupo (Área Temática)	% de artículos publicados	revistas de mayor ranking
Subgrupo (Revista)	Muestra representativa	10 % de revistas del área

A la fecha de la consulta a las bases de ISI fue posible establecer un ranking para un total de 3.720 publicaciones de 1 a 608 puntos. Estos puntajes resultan del ranking de publicaciones periódicas, según el país donde se publican y la especialidad a la cual pertenecen. Las área temática se agrupan de mayor a menor, iniciando con el área que cuenta con mayor número de artículos en el ranking más alto.

## ANÁLISIS AGREGADO DE ALGUNAS TENDENCIAS

### 1.2 *Las cuestiones de análisis*

#### 1.2.1 ¿En qué áreas se ha publicado en revistas con mayor ranking?

Para poder responde esta primera cuestión se optó por agrupar las áreas temáticas según los siguientes criterios:

- A. Grupo 1. Integrado por áreas con mayor porcentaje de artículos en rangos superiores.
- B. Grupo 2. Agrupa las áreas temáticas con artículos publicados en revistas de ranking intermedio: hasta 200 puntos.
- C. Grupo 3. Incluye las áreas de las restantes temáticas, en su mayoría con ranking por debajo de 50 puntos.

**Tabla 1**

**Distribución de Artículos Colombianos según Ranking Internacional de Revistas**

<b>ÁREAS GRUPO 1</b>	<b>&lt; 50</b>	<b>50-199</b>	<b>&gt; 200</b>		<b># Artículos</b>
Ciencias Sociales					146
Plantas y Animales	570	929	369	1.868	953
Psiquiatría y Psicología	30.5%	49.7%	19.8%	100%	77
Medicina Clínica					692
<b>AREAS GRUPO 2</b>	<b>&lt; 50</b>	<b>50-199</b>	<b>&gt; 200</b>		<b># Artículos</b>
Física					863
Biología y Bioquímica					151
Química					350
Ingeniería					137
Geociencia	1060	910	0	1970	147
Matemáticas	53.8%	46.2%	0.0%	100%	111
Economía					54
Ciencias de Materiales					109
Ciencias de Computación					48
<b>ÁREAS GRUPO 3</b>	<b>&lt; 50</b>	<b>50-199</b>	<b>&gt; 200</b>		<b># Artículos</b>
Biología Molecular y Genética					99
Medio Ambiente y Ecología					258
Neurociencia					82
Ciencias del Agro	956	254	0	1210	334
Microbiología	79.0%	21.0%	0.0%	100.0%	171
Inmunología					165
Multidisciplinarias					52
Ciencias del Espacio					49
<b>Total general</b>	<b>2.586</b>	<b>2093</b>	<b>369</b>	<b>5048</b>	<b>5.048</b>

Entre el primero y el tercer grupo las proporciones se invierten. Mientras que en el Grupo 1, las dos terceras partes de la producción se publica en revistas con ranking por encima de 50 puntos, en el Grupo 3, el 79% de artículos se publica en revistas con puntajes por debajo de ese ranking.

### 1.2.3 ¿Cuál es la dinámica de las publicaciones colombianas indexadas en ISI?

La idea para cada agrupación es ubicar las revistas que cuentan con mayor número de publicaciones colombianas, bajo el entendido que serán estas las que permitan evidenciar en el tiempo cambios tendenciales agrupados. El análisis pretende correlacionar dos tipos de tendencias: por un lado el nivel o ranking de la revista y el número de publicaciones; y, por el otro el ranking y el incremento de artículos durante los últimos tres cuatrienios. Las áreas con “mayor dinamismo” son las que publican cada vez más en revistas mejor raqueadas.

#### 1.2.3.A Las publicaciones con mayor dinamismo (Grupo 1)

Entre las áreas temáticas con “mayor dinamismo” el mejor ejemplo lo constituye el área de ciencias sociales. Esta área es la única en la que el 50 % de artículos se publica en revistas de mayor rango.

**Tabla 2**

#### **GRUPO 1. Distribución de artículos colombiana según Ranking**

ÁREA	# Artículos	< 50		50-199		> 200	
		#	%	#	%	#	%
Ciencias Sociales	146	29	19.9%	44	30.1%	73	50.0%
Plantas y Animales	953	270	28.3%	397	41.7%	286	30.0%
Psiquiatría y Psicología	77	31	40.3%	37	48.1%	9	11.7%
Medicina Clínica	692	240	34.7%	451	65.2%	1	0.1%

Como de lo que se trata es de describir el dinamismo de la producción científica de mayor ranking, enseguida miraremos en detalle la evolución de las publicaciones de artículos en las cuatro

áreas temáticas del primer grupo. La idea es revisar aquellos casos (revistas) que cumplan con dos condiciones: contar con el mayor número de publicaciones y, además, tener el mayor ranking dentro del subconjunto. Según estas dos condiciones se agrupan por áreas las principales revistas dando los números que se consignan en la tabla siguiente.

**Tabla 3**

**Grupo 1. Incremento cuatrienal de publicaciones para muestreo de 10% de revistas por área**

Área	1991-94	1995-98	1999-2002
Ciencias Sociales	8	8	9
Plantas y Animales	59	103	108
Psiquiatría y Psicología	6	1	1
Medicina Clínica	40	74	68
Total	113	186	186

En la tabla 4 se observa la tendencia de publicaciones en la primera de estas áreas, la cual se caracteriza por una producción constante al comienzo (período 1991-98) que no se presenta en el resto de revistas, éstas últimas muestran una caída entre el primer y el segundo cuatrienio (de 17 a 13 publicaciones).

**Tabla 4**  
**Distribución de Artículos Colombianos del Área de Ciencias Sociales**

<b>Ranking</b>	<b>Revista (*)</b>	<b>Total general</b>	<b>1966-1990</b>	<b>1991-94</b>	<b>1995-98</b>	<b>1999-2002</b>	<b>2003</b>
331	SALUD PUBLICA MEXICO	8	0	2	1	4	1
327	REV SAUDE PUBL	8	4	0	2	2	
2	SOC SCI MED	8	2	3	2	1	
13	WORLD DEVELOP	7	2	1	1	2	1
542	DISASTERS	6	6	0	0	0	
120	STUD FAM PLANN	3	3	0	0	0	
463	ENVIRON URBAN	4	0	2	2	0	
	Subtotal	44	17	8	8	9	2
	Tasa de incremento				0,00%	12,50%	
	Resto	102	275	17	13	28	2
	TOTAL	146	292	25	21	37	4

Al contrario, en la época más reciente (1999-2002) se observa una aceptación creciente de artículos de colombianos en el conjunto de revistas (de 21 a 37), significativamente mayor que la tasa del subconjunto de análisis (12,50%). Dicho de otra forma las revistas de más alto ranking son más selectivas y sus exigencias reducen cada vez más las posibilidades de aceptación de producción colombiana. El caso más claro es la revista DISASTERS catalogada con el puntaje más elevado dentro del ranking, esta revista no volvió a aceptar artículos colombianos después de 1990 (o no le fueron presentados). También hay excepciones, tal el caso de SALUD PUBLICA MEXICO, revistas en la que se acepta el mayor número de artículos en época mas reciente.

De las cuatro áreas la de mayor coincidencia entre número alto de artículos y mayor ranking es Medicina Clínica. En la tabla se ilustra la dinámica del 10 por ciento de revistas con mayor número de artículos indexados en ISI (14 revistas de un total de 134). Nótese que la revista con mayor ranking (190) viene aceptando artículos colombianos a una tasa creciente en los últimos tres cuatrienios: 5 artículos entre 1991-94, igual número entre 95-98 y nueve artículos al final 99-2002.

**Tabla 5**  
**Distribución de Artículos Colombianos del Área de Medicina Clínica**

Ranking	Revista	Total general	1975-1990	1991-94	1995-98	1999-2002	2003
130	AMER J TROP MED HYG	106	61	10	16	17	2
18	J CLIN MICROBIOL	39	2	4	10	19	4
44	AMER J CLIN NUTR	32	27	3	1	1	0
190	TRANS ROY SOC TROP MED HYG	29	10	5	5	9	0
27	INT J CANCER	20	7	4	5	3	1
38	CLIN INFECT DIS	15	0	1	10	3	1
175	WORLD J SURGERY	13	2	4	2	4	1
59	AMER J EPIDEMIOLOG	13	4	2	3	1	3
33	J NAT CANCER INST	13	10	0	2	1	0
7	LANCET	13	2	1	8	2	0
91	J AMER ACAD DERMATOL	12	6	2	2	0	2
128	PEDIAT INF DIS J	10	2	0	2	3	3
102	J TRAUMA	10	0	3	4	3	0
187	TISSUE ANTIGEN	9	1	1	4	2	1
	Sub-total	334	134	40	74	68	18
	Tasa de incremento				85%	8,1%	
	Resto	358	94	47	75	119	23
	TOTAL	692	228	87	149	187	41

La tasa de crecimiento positiva que muestra la revista de mayor ranking "TRANS ROY SOC TROP MED HYG" contrasta con la tendencia negativa que caracteriza el resto del sub-grupo de revistas (-8,11%).

La revista con rango 130 es otra de las publicaciones que muestra incremento por encima del promedio, a su turno, esta revista es la que mayor número de artículos colombianos ha indexado (106), cifra que equivale a cerca del 15% de publicaciones del área de medicina clínica. Nótese adicionalmente que según el ranking, ésta revista ocupa el cuarto puesto entre las 135 publicaciones que han recibido a la fecha artículos de colombianos.

Igual ocurre en el área de plantas y animales. Se destaca la revistas de más alto ranking (365), en la que al mismo tiempo, se reporta un número alto de artículos indexados.

**Tabla 6**  
**Distribución de Artículos Colombiana del Área de Plantas y Animales**

Ranking	Revista	Total general	1974-90	1991-94	1995-98	1999-2002	2003
66	EUPHYTICA	51	14	9	14	13	1
42	PLANT DIS	49	25	11	10	3	0
6	PHYTOCHEMISTRY	43	13	9	12	7	2
365	TROP GRASSLANDS	37	14	4	14	5	0
7	THEOR APPL GENET	37	7	4	11	9	6
53	J ECON ENTOMOL	25	13	3	3	5	1
26	PHYTOPATHOLOGY	23	11	4	2	3	3
200	MYCOPATHOLOGIA	22	15	3	1	3	0
75	J MED ENTOMOL	20	7	1	7	5	0
100	BULL MAR SCI	18	3	0	2	12	1
71	ENTOMOL EXP APPL	18	10	0	2	6	0
20	J NAT PROD	17	4	1	3	9	0
313	GENET RESOUR CROP EVOLUTION	14	0	0	4	7	3
274	FLA ENTOMOL	14	2	4	3	5	0
201	J AMER MOSQUITO CONTR ASSN	14	4	1	6	3	0
170	J HERPETOL	12	3	0	3	5	1
165	CAN J PLANT SCI	12	4	3	4	1	0
205	J PHYTOPATHOL	11	3	1	1	5	1
65	ENVIRON ENTOMOL	11	6	1	1	2	1
	Sub-total	448	158	59	103	108	20
	Tasa de incremento				74,58 %	4,85 %	
	Resto	505	142	83	90	160	30
	TOTAL	953	300	142	193	268	50



El área de plantas y animales es la única del primer Grupo que muestra tendencia creciente en ambos períodos cuatrienales (ver tabla 5). La segunda revista de mayor ranking (313) ilustra dicha tendencia, pasando de no haber tenido artículo indexado en el primer período (1991-94) a 4 y 7 en los dos siguientes.

En cuanto a la tendencia de publicación, el área de psiquiatría es el caso atípico por mostrar una caída entre los dos primeros cuatrienios del período 91-2002.

**Tabla 7**  
**Tendencia de publicación de Artículos Colombianos para principales revistas del Grupo 1.**

Área	1991-94	1995-98	1999-2002
Ciencias Sociales	8	8	9
		0,00%	12,50%
Plantas y Animales	59	103	108
		74,58%	4,85%
Psiquiatría y Sicología	6	1	1
		-83,33%	0,00%
Medicina Clínica	40	74	68
		85,00%	-8,11%
Total	113	186	186
		64,60%	0,00%

Para culminar el análisis de este primer grupo debe subrayarse que, el área de ciencias sociales muestra una posición de liderazgo dado que reporta la mayor cantidad de artículos en ranking de superior nivel (ver tabla 1). Le sigue en dinamismo las Ciencias Médicas en donde las revistas de más alto rango son igualmente las más receptivas a artículos colombianos. Preocupa en estos dos casos, y en general en el grupo, el hecho que en los últimos cuatro años no se presenta una tasa creciente de aceptación de artículos.

### 1.2.3.B Las Publicaciones de los Grupos 2 y 3

Estos dos grupos se caracterizan por contar con un porcentaje de artículos con ranking más bajos, en contraste con el número de publicaciones del primer grupo que presenta un alto número de artículos en revistas de rangos superiores a 200 puntos. Por ello, sólo miraremos algunos ejemplos de las áreas temáticas más representativas. Entre tales áreas debe destacarse la de Física. Lo primero que debe señalarse respecto a las publicaciones de esta área es el número elevado de artículos indizados (863)<sup>4</sup>. Miremos enseguida la dinámica del subgrupo de revistas con mayor número de artículos.

**Tabla 8**  
**Distribución de Artículos Colombianos del Área de Física**

Ranking	Revista	Total general	1977-1990	1991-94	1995-98	1999-2002	2003
57	PHYS STATUS SOLIDI B-BASIC RE	84	1	2	7	73	1
4	PHYS REV D	81	3	2	20	48	8
1	PHYS REV LETT	80	0	4	37	38	1
2	PHYS REV B	48	4	8	15	16	5
6	PHYS LETT B	36	1	2	19	13	1
5	J APPL PHYS	31	1	4	14	10	2
16	J PHYS-CONDENS MATTER	29	0	4	13	11	1
15	PHYSICA C	27	0	7	10	10	0
99	HYPERFINE INTERACTIONS	25	1	5	4	15	0
172	OPTIK	23	1	1	9	12	0
27	OPT COMMUN	23	0	0	4	16	3
134	SURF REV LETTERS	20	0	0	0	20	0
	Sub-total	507	12	39	152	282	22
	Tasa de incremento				289,7%	85,53%	
	Resto	356	41	34	96	146	39
	TOTAL	863	53	73	248	428	61

<sup>4</sup> Junto con las áreas de Medicina Clínica y de Plantas y Animales, analizadas en el Grupo 1, más las publicaciones del área de Química de esta segunda agrupación, las cuatro agrupan el 56 % de las publicaciones indexadas.

Tres revistas de alto rango (Ranking 99, 172, y 134), de este subgrupo, publican un número relativamente importante de artículos (66). En cuanto a la tendencia, debe destacarse el crecimiento en número de artículos indizados para revistas que superan los 50 puntos en el ranking ISI. Recuérdese que justamente la diferencia entre este segundo Grupo -al cual pertenece Física, junto con Química y Matemáticas-, y el Grupo 3 consiste en presentar una tendencia de publicación en los últimos años en revistas de mayor ranking.

Igual debe señalarse la revista de rango 134, la cual pone de presente una situación común al subgrupo. Se trata de un grupo caracterizado por cambios o saltos cualitativos, en el ejemplo, se observa cómo sin tener antes publicaciones, en el último cuatrienio son aceptados 20 artículos en una sola revista.

Para concluir con la mirada que hemos denominado “tendencial agregada” revisemos en el tercer grupo el área más representativa (medio ambiente). Lo primero que hay que decir es que el Grupo 3 en su conjunto, se caracteriza por publicar en revistas de menor ranking: inferior a 50 puntos (956 de 1210).

<b>Ranking</b>	<b>&lt; 50</b>	<b>50-199</b>	<b>&gt; 200</b>	<b>Totales</b>
<b># de Artículos del Grupo 3</b>	956	254	0	1.210
<b>Porcentajes</b>	79.0%	21.0%	0.0%	100.0%

**Tabla 9**  
**Distribución de Artículos Colombianos del Área de Medio Ambiente**

Ranking	Revista	Total general	1976-1990	1991-94	1995-98	1999-2002	2003
14	PLANT SOIL	29	14	5	4	6	0
11	WATER SCI TECHNOL	27	2	1	0	21	3
62	BIOTROPICA	24	3	2	8	10	1
43	AGR ECOSYST ENVIRON	12	2	0	2	7	1
24	FOREST ECOL MANAGE	12	0	3	6	3	0
35	BIOL FERT SOILS	10	0	1	5	4	0
	Sub-total	114	21	12	25	51	5
	Tasa de incremento				108.33%	104.00%	
	Resto	144	16	15	45	56	12
	TOTAL	258	37	27	70	107	17

En cuanto a la tasa de crecimiento para los últimos años, las áreas temáticas de este último grupo presentan una tendencia de “menos dinamismo”<sup>5</sup>. El caso de Medio Ambiente es un buen ejemplo para ilustrar esta “dinamismo negativo”. Dentro del total de publicaciones en este grupo las que reportan mayor número de artículos se concentran en revistas de muy bajo puntaje. Esta constatación se refuerza si se observa que la tendencia es duplicar el número de publicaciones por cuatrienio (se pasa de 12 artículos en el primero, a 25 y a 51, en los dos siguientes).

En suma podría concluirse que la comunidad científica colombiana con mas reconocimiento (Grupo 1), si bien, publica en revistas de alto ranking durante los últimos dos cuatrienio evidencia un estancamiento en el número de publicaciones e incluso en algunos áreas, dicho número tiende a decrecer (caso medicina clínica).

## ANÁLISIS DE INCIDENCIA TEMÁTICA

En esta segunda mirada se complementa el análisis realizado en el aparte anterior. Hasta ahora el interés ha sido el de ubicar, según el ranking “ISP”, la producción académica colombiana e identificar sus principales tendencias. Para ello se miraron de manera “tendencial y agrupada” las 22 áreas temáticas definidas por el Science Citation Index (ver criterios de agrupación en la Tabla 1). Para lo que sigue, se mantienen los tres grupos de áreas hasta ahora analizados, sólo que dichas áreas se reorganizan, jerarquizándolas según el porcentaje de participación de artículos colombianos dentro del total del área. Esto es, iniciando el grupo con los que presentan una mayor incidencia o porcentaje en la relación:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número Total de Artículos del Área Temática}}{\text{Número de Artículos Colombianos}}$$

Como se observa en el primer grupo, el mayor peso relativo lo ocupa el área de plantas y animales, en el segundo, es el área de economía la que representa un porcentaje mayor (0,24 %) sobre el total de artículos. Por último, en el tercer grupo es el área de ciencias del agro el de mayor proporción de publicaciones (0,50 %) en relación con el total de artículos indexados.

---

<sup>5</sup> Recuérdese que hemos asimilado “dinamismo”, con, aquellas áreas que presentan un creciente número de publicaciones en revistas de mayor ranking.

**Tabla 10**  
**Incidencia de Artículos Indexados para Área Temática**

Grupo	Área Temática	Artículos		Incidencia (a) / (b)
		Totales (a)	Colombia (b)	
1	Plantas y Animales	217.752	953	0,44%
	Ciencias Sociales	42.344	146	0,34%
	Psiquiatría y Psicología	41.542	77	0,19%
	Medicina Clínica	489.304	692	0,14%
2	Economía	22.482	54	0,24%
	Geociencia	65.779	147	0,22%
	Matemáticas	64.642	111	0,17%
	Física	535.162	863	0,16%
	Ingeniería	131.283	137	0,10%
	Ciencias de Computación	49.646	48	0,10%
	Química	424.697	350	0,08%
	Ciencias de Materiales	144.543	109	0,08%
	Biología y Bioquímica	285.154	151	0,05%
3	Ciencias del Agro	66.949	334	0,50%
	Multidisciplinarias	13.199	52	0,39%
	Medio Ambiente y Ecología	84.733	258	0,30%
	Inmunología	68.657	165	0,24%
	Microbiología	83.780	171	0,20%
	Biología Molecular y Genética	63.205	99	0,16%
	Ciencias del Espacio	43.314	49	0,11%
	Neurociencia	77.097	82	0,11%
	<b>TOTALES</b>	3.015.264	5.048	0,17%

#### **1.2.4 ¿En qué áreas temáticas tiene mayor incidencia la publicación de artículos colombianos?**

Lo que ahora interesa es mirar en detalle las áreas en las que Colombia tiene un mayor peso relativo dentro de la producción total, y al interior de ellas, las revistas en las que, igualmente, tienen mayor peso los artículos nacionales en el número de citaciones. Esta segunda perspectiva del análisis permite evaluar la incidencia de las publicaciones colombianas en los índices de impacto de las revistas.

##### **1.2.4.A Incidencia de la producción científica colombiana para el Grupos 1**

En alguna medida un porcentaje alto de participación por área refleja una mayor incidencia en dicha área. Bajo esta premisa, el área que aparece con mayor incidencia en el primer grupo es Plantas y Animales. Los artículos colombianos en dicha área tienen un peso relativo más importante (0.44%) si se compara, por ejemplo, con el de las revistas de medicina clínica (0.14%).

Es pertinente utilizar la incidencia de la producción por área para analizar el las citaciones por artículo. El Instituto 'ISI' centra gran parte de su trabajo en la cuantificación y aplicación de cálculos a partir de las citaciones en cada revista. Nuestro interés es el de poder aplicar un criterio simple que permita ponderar el mayor o menor peso relativo de la producción colombiana, en este caso, en las áreas del primer grupo (para la integración del total de grupos, ver tabla 1).

Tabla 11

**Grupo 1. Incidencia de Publicaciones Colombianas por Área Temática**

Área Temática	Total Artículos (a)	Citaciones de Artículos (b)	Citaciones por artículo	Art. Colombia (c)	Citaciones Art. Col (d)	“Índice Col”	Incidencia (a) / (c)
Plantas y Animales	217.752	1.322.887	6,08	953	5.704	5,99	<b>0,44%</b>
Cien Sociales	42.344	212.323	5,01	146	496	3,40	<b>0,34%</b>
Psiquiatría y Psicología	41.542	374.963	9,03	77	955	12,40	<b>0,19%</b>
Medicina Clínica	489.304	8.677.402	17,73	692	14.536	21,01	<b>0,14%</b>

La propuesta consiste en aplicar el porcentaje de participación o “incidencia” para dar un orden de prioridad a la evaluación de las citaciones dentro de las revistas del área de plantas y animales.

Para esta área se selecciona una muestra del grupo de revistas con más alta incidencia. Haciendo un corte en las primeras 19 de dichas publicaciones periódicas, es posible observar el subconjunto en el que la producción científica colombiana puede tener mayores implicaciones (ver en el anexo 1. información para el listado total de revistas del área).



Tabla 12

Índice de Impacto Colombiano “Índice Col” para el Área Plantas y Animales

Ranking	REVISTA	Total Artículos (a)	Citaciones de Artículos (b)	Citaciones por artículo	Art. Colombia (c)	Citaciones Art. Col (d)	“ÍNDICE COL”	Incidencia (a) / (c)
15	NEW PHYTOL	259	22	11,8	33	3	11,00	<b>13,64%</b>
71	ENTOMOL EXP APPL	882	158	5,58	139	18	7,72	<b>11,39%</b>
21	MAR BIOL	1.106	57	19,4	25	5	5,00	<b>8,77%</b>
365	TROP GRASSLANDS	1.048	494	2,12	152	37	4,11	<b>7,49%</b>
111	COPEIA	567	139	4,08	15	5	3,00	<b>3,60%</b>
103	RES VET SCI	600	116	5,17	20	4	5,00	<b>3,45%</b>
151	FISH RES	418	123	3,4	8	4	2,00	<b>3,25%</b>
16	PLANT CELL ENVIRON	2.517	156	16,14	143	4	35,75	<b>2,56%</b>
200	MYCOPATHOLOGIA	2.850	900	3,17	155	22	7,05	<b>2,44%</b>
296	ECON BOT	1.521	414	3,67	270	10	27,00	<b>2,42%</b>
313	GENET RESOUR CROP EVOLUTION	1.401	591	2,37	38	14	2,71	<b>2,37%</b>
121	ANN MO BOT GARD	5.425	336	16,15	17	7	2,43	<b>2,08%</b>
66	EUPHYTICA	9.589	2.557	3,75	386	51	7,57	<b>1,99%</b>
274	FLA ENTOMOL	1.784	833	2,14	30	14	2,14	<b>1,68%</b>
201	J AMER MOSQUITO CONTR ASSN	2.838	838	3,39	37	14	2,64	<b>1,67%</b>
353	MAYDICA	1.106	419	2,64	30	7	4,29	<b>1,67%</b>
42	PLANT DIS	13.896	3.118	4,46	419	49	8,55	<b>1,57%</b>
142	AMER J PRIMATOL	4.552	650	7	93	10	9,30	<b>1,54%</b>
267	BRIT VET J	1.891	202	9,36	3	3	1,00	<b>1,49%</b>

Lo que muestra este subgrupo es una escasa correspondencia entre el “Índice Col.” y el índice de impacto. Estos dos índices son prácticamente equivalentes en una sola de las revistas: “New Phytol”.

¿En cuáles revistas las citas a artículos colombianos pueden tener un mayor impacto que el índice de la revista?

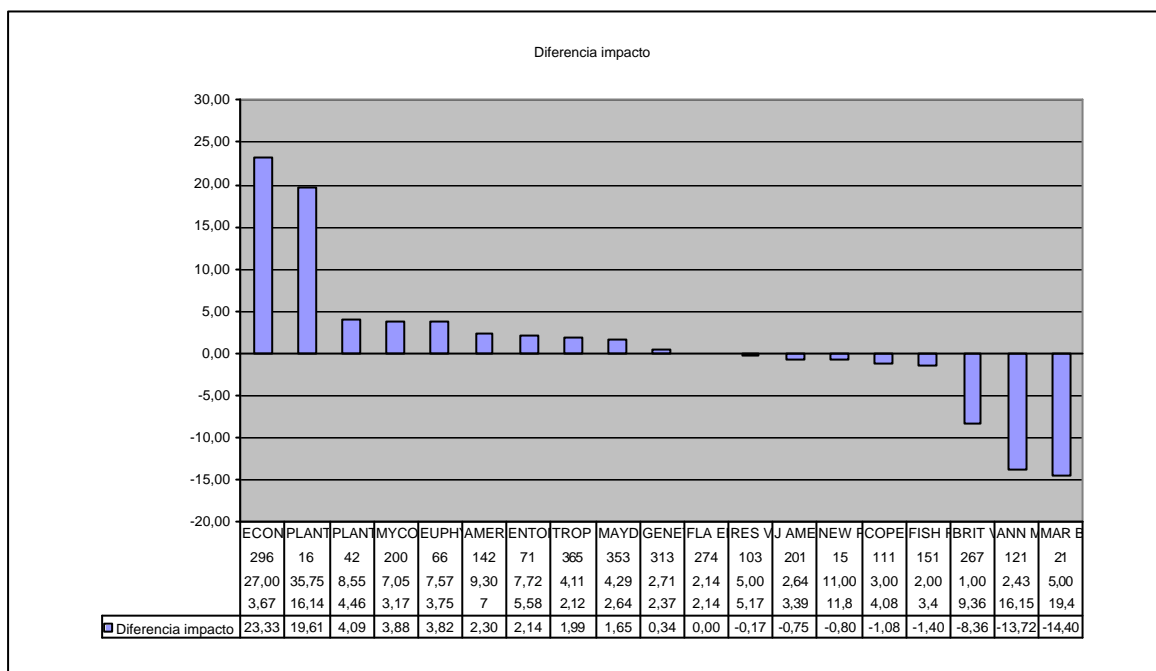
Entre estas 19 revistas -que, como se dijo pueden ser catalogadas como las de posible mayor incidencia en el área de plantas y animales-, en 10 casos, los artículos colombianos son más citados que el promedio de citas del área (ver Gráfica 1.). Para estos 10 casos, la lectura puede ser la siguiente: los artículos colombianos aceptados pueden incidir positivamente en que la revista obtenga un mayor índice de impacto asignado por ISI. O lo que es igual, que, los mayores índices de citas colombianas pueden incidir favorablemente en el ranking que ocupan las 10 revistas en mención.

En cada caso, la siguiente pregunta que hay que formularse es: ¿Coinciden las revistas, en las que hay mayor incidencia de las publicaciones colombianas, con las de mayor ranking ISI?

El caso más ilustrativo de esta situación es el de la revista Economía Botánica (ECON BOT). Este ejemplo puede leerse de la siguiente forma: cada artículo colombiano es citado siete veces más que el resto de artículos de la revista ( $3,67 \times 7=27$ ). Este hecho es más significativo si se tiene en cuenta que a ECON BOT se le asigna el tercer mayor puntaje (296) dentro del ranking total de revistas del área.

Gráfica 1.

Grupo 1. Incidencia de Publicaciones Colombianas para el Área de Plantas y Animales



Las diferencias de impacto de los índices de la revista y de las publicaciones colombianas arrojan un saldo favorable para el grueso del sub-grupo de análisis. Más de la mitad arroja saldos positivos. Adicionalmente las 10 primeras publicaciones superan las diferencias de signo negativo de las 8 restantes.

Lo anterior es particularmente relevante en este primer grupo. Recuérdese que las áreas que lo conforman son justamente las que indexan artículos colombianos en revistas de rangos superiores. Para el área y el subgrupo en cuestión, cinco revistas en las que se publican artículos colombianos superan los 200 puntos.

### 1.2.4.B. Incidencia de las áreas de economía y ciencias del agro

Lo primero que hay que decir antes de la rápida mirada de estos dos ejemplos es que existen en cada uno de los dos grupos a los que pertenecen (Grupo 2 y Grupo 3) otras áreas temáticas equivalentes. Como se puede observar en la Tabla 9 son similares los porcentajes de economía con los de áreas como matemáticas y geociencia e incluso física (ver tabla página 12).

Nótese enseguida que la incidencia o porcentaje de participación de los artículos en Economía es menor que la de las restantes áreas que encabezan los tres grupos de análisis.

**Tabla 13**  
**Áreas con mayor incidencia por Grupo**

Grupo	Área Temática	Total Artículos (a)	Citaciones de Artículos (b)	Citaciones por artículo	Art. Colombia (c)	Citaciones Art. Col (d)	“Índice Col”	Incidencia (a) / (c)
1	Plantas y Animales	217.752	1.322.887	6,08	953	5704	5,99	<b>0,44%</b>
2	Economía	22.482	99.092	4,41	54	199	3,69	<b>0,24%</b>
3	Cien del Agro	66.949	369.755	5,52	334	3031	9,07	<b>0,50%</b>

Es evidente el número reducido de publicaciones colombianas en ésta área. Igual llama la atención el menor índice de citaciones por artículo tanto nacional (3,69) como internacional (4,41). En efecto, para el conjunto de revistas del área de economía es muy bajo el “Índice Col” de impacto; según las estadísticas globales, 14 de las publicaciones colombianas no cuentan siquiera con una citación (ver anexo 2).

**Tabla 14**  
**Índice de Impacto Colombiano “Índice Col” para el Área de Economía**

Ranking	REVISTA	Total Artículos (a)	Citaciones de Artículos (b)	Citaciones por artículo	Art. Colombia (c)	Citaciones Art. Col (d)	“ÍNDICE COL”	Incidencia (a) / (c)
5	MANAGE SCI	107	13	8,20	27	1	27,00	<b>7,69%</b>
50	J DEVELOP ECON	2.754	684	4,03	43	13	3,31	<b>1,90%</b>
148	FOOD POLICY	704	390	1,81	12	4	3,00	<b>1,03%</b>
136	ORGANIZATIO N	810	294	2,76	0	2	0,00	<b>0,68%</b>

Miremos las primeras cuatro revistas que aparecen con mayor posibilidad de incidir en los promedio de citaciones del área de economía, se selecciona una muestra de 4 revistas de un total de 33 para el área. Para los artículos aceptados en la revista “Food Policy”, por ejemplo, una de cada cien publicaciones indexadas es colombiana. Por ser clasificada ésta revista dentro de las de mayor ranking (148), es de resaltar el hecho que el promedio de citaciones colombiano supera al de los restantes artículos por ella indexados.

Para finalizar esta segunda mirada de “incidencia temática”, revisemos el área de ciencias del agro cuyo porcentaje de participación es en promedio de 0.50% En este caso, se seleccionan para el análisis las 5 primeras publicaciones periódicas del total de 50 revistas, jerarquizadas según porcentaje de incidencia.

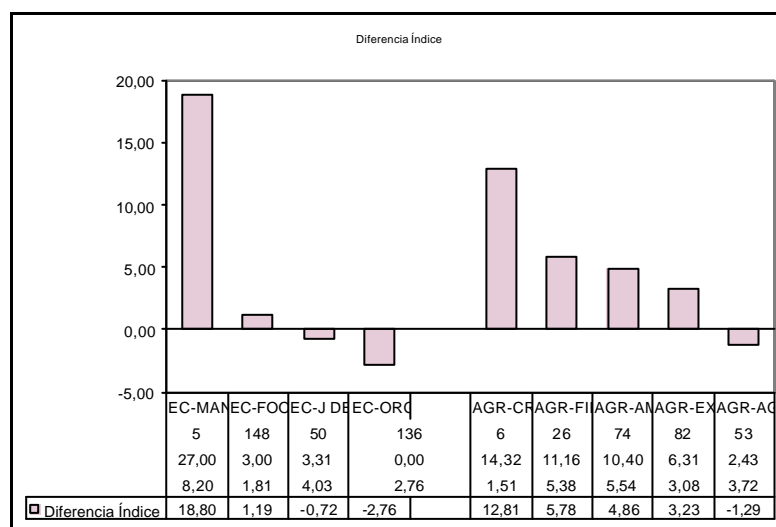
**Tabla 15**  
**Índice de Impacto Colombiano “Índice Col” para el Área de Ciencias del Agro**

Ranking	REVISTA	Total Artículos (a)	Citaciones de Artículos (b)	Citaciones por artículo	Art. Colombia (c)	Citaciones Art. Col (d)	“ÍNDICE COL”	Incidencia (a) / (c)
6	CROP SCI	1143	758	1,51	1289	90	14,32	<b>11,87%</b>
82	EXP AGR	1270	412	3,08	164	26	6,31	<b>6,31%</b>
26	FIELD CROP RES	5531	1028	5,38	491	44	11,16	<b>4,28%</b>
74	AMER POTATO J	1406	254	5,54	52	5	10,40	<b>1,97%</b>
53	AGR SYST	2844	764	3,72	34	14	2,43	<b>1,83%</b>

Nótese que, con excepción del último caso (AGR SYS), las revistas seleccionadas presentan un índice colombiano “Índice Col” más alto que el del total de citaciones de artículos.

Gráfica 2.

Grupo 1. Incidencia de Publicaciones Colombianas para las Áreas de Economía y Ciencias del Agro



Llama la atención, por otro lado, que en tres de las cinco revistas se supera el ranking de 50 puntos. Recuérdese que el criterio de selección para este tercer grupo fue la predominancia de artículos indexados en publicaciones periódicas por debajo de este puntaje (cerca del 80%). Esto puede interpretarse de la siguiente manera: para estas revistas, los artículos colombianos además de incidir en el índice de impacto pueden jalonar la posición de la revista hacia un ranking superior.

Como se verá en el punto siguiente de reflexiones finales, el ideal sería aplicar este tipo de análisis a las publicaciones periódicas editadas en Colombia, esto es, poder establecer nuestro propio índice de citaciones. Preocupa que gran parte de los artículos que aquí se mencionan como de posible alta incidencia no se reporten en las bases de datos colombianas de ciencia y tecnología.

### ***1.3. Reflexiones metodológicas finales***

Es clara la posible utilidad de este tipo de análisis como insumo para decisiones de carácter estratégico dentro de lo que podríamos llamar políticas de gestión del conocimiento. En efecto, el proceso descrito puede ser replicado para evaluar el impacto de publicaciones editadas e indexadas en Colombia (Colciencias-Publindex). El análisis “tendencial agregado” es perfectamente viable de aplicarse a partir de la categorización nacional de revistas. La pregunta sería en este caso ¿Cuáles áreas de ciencia y tecnología se publican en revistas de más alto nivel de publindex? Igual sería posible contar con el análisis de tendencias, y, en esa medida, evaluar ¿cuáles son las áreas más dinámicas? a partir de la evolución o tendencia de las publicaciones en revistas de mayor categoría dentro del index colombiano.

Igual es útil tener en mente las posibilidades que ofrece el segundo tipo de análisis, es decir, establecerse la “incidencia temática” de las publicaciones en revistas colombianas. En este caso se puede incluso pensar en responder a una pregunta que involucre la producción científica regional: ¿Qué incidencia tienen las publicaciones de autores regionales en los índices de impacto de las revistas colombianas?

La aplicación de un análisis de citaciones y ranking de publicaciones para un país como Colombia puede ser de muy diverso orden. Teniendo en mente las anteriores sugerencias, se proponen algunas interrogantes finales útiles al momento de identificar las necesidades de información requeridas para enriquecer un análisis de citaciones y su relación con las bases de datos de Ciencia y Tecnología:

- A. ¿Los grupos de investigación reconocidos reportan siempre la producción indexada en ISI?
- B. ¿Publican los grupos de mayor categoría en Colombia en las revistas de mayor ranking internacional?
- C. ¿Han obtenido financiación los investigadores que más "inciden" en el ranking de publicaciones internacionales?
- D. ¿Las publicaciones nacionales de alta incidencia mundial, son siempre reportadas o de alguna manera financiadas en Colombia?

Se esperaría que la respuesta a estas cuestiones fuera la afirmativa. Sin embargo, en una primera revisión de artículos con alta incidencia y de publicaciones con mayor dinamismo frente a las bases Cienty, CALDAS 2000 así como del cruce de autores con proyectos financiados por Colciencias, quedan bastantes inquietudes sobre las anteriores preguntas. Preliminarmente, se encuentra evidencia para afirmar que el conocimiento colombiano reconocido internacionalmente, no parece tener interés en visibilizarse a nivel nacional.



## ***Bibliografía***

- García, F. et al (2002) *Análisis de la repercusión de Anales Españoles de Pediatría a través del Science Citation Index durante el período 1997-2001*, **EN Anales Españoles de Pediatría**, 57 (2), pp:131-137
- Garfield, E. et al (1997) *The growth of the cell death field: an analysis from the ISI-Science citation index*, **EN Cell Death and Differentiation**, (4), pp:352-361
- Sarafoglou, N. et Haynes, K. (1996) *University productivity in Sweden: a demonstration and explanatory analysis for economic and business programs*, **EN The Annals of Regional Science**, n° 30, pp:285-304.
- Sergien, P. (1997) Why the impact factor of journals should not be using for evaluating research, **EN British Medical Journal**, pp:314-497.
- Vera M., et al (2000) Revisiting the Journal Impact Factor, **EN Australasian Psychiatry**, (8), n° 3, sept., pp:230-235.
- Garfield (1990) How ISI Select Journals for Coverage: Qualitative and Quantitative Considerations **EN Currents Contents**, Mayo 28
- Keneth A, et al (1994) The Streams of Financial Research and Their interrelationships: Evidence from the Social Sciences Citation Index, **EN Financial Practice & Education**, pp:110-123
- Wichmann C, (2002) The Top-level Global Research System, 1997–99: Centres, Networks and Nodality. An Analysis Based on Bibliometric Indicators, **EN Urban Studies**, (39), N° 5–6, pp:903– 927

## ANEXOS

### Anexo 1 Índice de Citación de Revistas para el Área de Plantas y Animales

Ranking	29-character source abbreviation	CITATIONS	PAPERS	Citaciones per paper	Citaciones x Artículo	Artículos	"Ind. Col"	Ind de participación
15	NEW PHYTOL	259,65	22	11,8	33	3	11,00	13,64%
71	ENTOMOL EXP APPL	882	158	5,58	139	18	7,72	11,39%
21	MAR BIOL	1106	57	19,4	25	5	5,00	8,77%
365	TROP GRASSLANDS	1048	494	2,12	152	37	4,11	7,49%
111	COPEIA	567,3	139	4,08	15	5	3,00	3,60%
103	RES VET SCI	600,2	116	5,17	20	4	5,00	3,45%
151	FISH RES	418,7	123	3,4	8	4	2,00	3,25%
16	PLANT CELL ENVIRON	2517,6	156	16,14	143	4	35,75	2,56%
200	MYCOPATHOLOGIA	2850	900	3,17	155	22	7,05	2,44%
296	ECON BOT	1521	414	3,67	270	10	27,00	2,42%
313	GENET RESOUR CROP EVOLUTION	1401	591	2,37	38	14	2,71	2,37%
121	ANN MO BOT GARD	5425	336	16,15	17	7	2,43	2,08%
66	EUPHYTICA	9589	2557	3,75	386	51	7,57	1,99%
274	FLA ENTOMOL	1784	833	2,14	30	14	2,14	1,68%
201	J AMER MOSQUITO CONTR ASSN	2838	838	3,39	37	14	2,64	1,67%
353	MAYDICA	1106	419	2,64	30	7	4,29	1,67%
42	PLANT DIS	13896	3118	4,46	419	49	8,55	1,57%
142	AMER J PRIMATOL	4552	650	7	93	10	9,30	1,54%
267	BRIT VET J	1891	202	9,36	3	3	1,00	1,49%
320	SOCIOBIOLOGY	1346	618	2,18	6	9	0,67	1,46%
361	NEMATOLOGICA	1060	293	3,62	1	4	0,25	1,37%
100	BULL MAR SCI	6538	1334	4,9	39	18	2,17	1,35%
75	J MED ENTOMOL	8317	1561	5,33	166	20	8,30	1,28%
158	SYST BOT	4014	482	8,33	13	6	2,17	1,24%
26	PHYTOPATHOLOGY	19976	1934	10,33	373	23	16,22	1,19%
187	INT J PRIMATOL	3211	556	5,78	61	6	10,17	1,08%
170	J HERPETOL	3693	1114	3,32	14	12	1,17	1,08%
7	THEOR APPL GENET	42567	3561	11,95	347	37	9,38	1,04%
53	J ECON ENTOMOL	12059	2484	4,85	175	25	7,00	1,01%
349	J ARACHNOL	1119	500	2,24	14	5	2,80	1,00%
205	J PHYTOPATHOL	2765	1131	2,44	10	11	0,91	0,97%
259	FOLIA PRIMATOL	1977	515	3,84	53	5	10,60	0,97%

Ranking	29-character source abbreviation	CITATIONS	PAPERS	Citaciones per paper	Citaciones x Artículo	Artículos	"Ind Col"	Ind de participación
217	HERPETOLOGICA	2614	524	4,99	11	5	2,20	0,95%
356	VELIGER	1093	421	2,6	5	4	1,25	0,95%
231	WILSON BULL	2429	859	2,83	5	8	0,63	0,93%
368	INT J PEST MANAGE	1035	541	1,91	12	5	2,40	0,92%
171	MED VET ENTOMOL	3685	693	5,32	65	6	10,83	0,87%
256	J FIELD ORNITHOL	2056	699	2,94	5	6	0,83	0,86%
251	ANIM PROD	2130	246	8,66	9	2	4,50	0,81%
312	BOT REV	1408	123	11,45	1	1	1,00	0,81%
165	CAN J PLANT SCI	3763	1476	2,55	65	12	5,42	0,81%
85	CONDOR	735	123	5,98	12	1	12,00	0,81%
304	HELGOLANDER MEERESUNTERS	1.446	250	5,78	6	2	3,00	0,80%
308	J ANIM BREED GENET	1424	500	2,85	8	4	2,00	0,80%
12	J ANIM SCI	3978	1006	3,95	25	8	3,13	0,80%
46	PLANT SCI	13514	503	26,87	30	4	7,50	0,80%
117	J INVERT EBR PATHOL	5464	1017	5,37	54	8	6,75	0,79%
323	MAMMALIA	1333	657	2,03	9	5	1,80	0,76%
175	REV PALAEOBOT PALYNOL	3600	820	4,39	55	6	9,17	0,73%
188	EXP APPL ACAROL	3153	687	4,59	16	5	3,20	0,73%
230	J APPL ENTOMOL	2450	1107	2,21	61	8	7,63	0,72%
185	BULL ENTOMOL RES	3301	699	4,72	38	5	7,60	0,72%
292	SEED SCI TECHNOL	1578	843	1,87	0	6	0,00	0,71%
189	J CRUSTACEAN BIOL	3135	856	3,66	30	6	5,00	0,70%
118	WEED TECHNOL	546,4	144	3,79	0	1	0,00	0,69%
110	PLANT PATHOL	5748	1165	4,93	42	8	5,25	0,69%
233	WEED RES	2410	525	4,59	13	3	4,33	0,57%
65	ENVIRON ENTOMOL	9659	1928	5,01	40	11	3,64	0,57%
137	J PLANT NUTR	4823	1787	2,7	49	10	4,90	0,56%
6	PHYTOCHEMISTRY	46223	7785	5,94	268	43	6,23	0,55%
288	SILVAE GENET	1654	546	3,03	3	3	1,00	0,55%
138	BIOL CONTROL	4809	911	5,28	6	5	1,20	0,55%
299	VET CLIN N AMER-EQUINE PRACT	1508	384	3,93	4	2	2,00	0,52%
45	PHOTOSYNTH RES	13372	1153	11,6	67	6	11,17	0,52%
335	J ENTOMOL SCI	1205	586	2,06	4	3	1,33	0,51%
166	PHOTOSYNTHETICA	3752	1019	3,68	17	5	3,40	0,49%
167	J NEMATOL	3742	816	4,59	22	4	5,50	0,49%

Ranking	29-character source abbreviation	CITATIONS	PAPERS	Citaciones per paper	Citaciones x Artículo	Artículos	"Ind Col"	Ind de participación
357	ZOOMORPHOLOGY	1091	205	5,32	3	1	3,00	0,49%
351	INT REV GESAMTEN HYDROBIOL	1109	212	5,23	16	1	16,00	0,47%
20	J NAT PROD	21647	3611	5,99	92	17	5,41	0,47%
156	EUR J PLANT PATHOLOGY	4105	853	4,81	10	4	2,50	0,47%
341	SYST ENTOMOL	1174	215	5,46	0	1	0,00	0,47%
326	J WORLD AQUACULT SOC	1310	451	2,9	12	2	6,00	0,44%
172	FUNGAL GENET BIOL	3656	455	8,04	13	2	6,50	0,44%
279	ACTA BOT NEER	1762	229	7,69	6	1	6,00	0,44%
92	ANIM FEED SCI TECH	6933	1617	4,29	37	7	5,29	0,43%
311	ZOOL SCR	1409	232	6,07	7	1	7,00	0,43%
199	MAR MAMMAL SCI	2899	711	4,08	9	3	3,00	0,42%
297	ZOO BIOL	1518	474	3,2	5	2	2,50	0,42%
275	SCIENTIA MARINA	1780	712	2,5	1	3	0,33	0,42%
235	GENET SEL EVOL	2407	477	5,05	21	2	10,50	0,42%
247	J MED PRIMATOL	2213	478	4,63	16	2	8,00	0,42%
174	AVIAN PATHOL	3626	730	4,97	13	3	4,33	0,41%
131	J WILDLIFE DIS	4997	1252	3,99	11	5	2,20	0,40%
196	BOT J LINN SOC	2922	780	3,75	3	3	1,00	0,38%
197	MYCOTAXON	2910	1634	1,78	13	6	2,17	0,37%
295	PL MOL BIOL REP	1534	279	5,5	3	1	3,00	0,36%
139	BRIT POULTRY SCI	4790	1134	4,22	15	4	3,75	0,35%
149	PLANT BREED	4275	1139	3,75	62	4	15,50	0,35%
57	PLANT CELL REP	11810	1747	6,76	56	6	9,33	0,34%
250	CAN J PLANT PATHOL	2145	584	3,67	1	2	0,50	0,34%
69	AUK	9059	1203	7,53	7	4	1,75	0,33%
244	ACTA VET SCAND	2235	617	3,62	1	2	0,50	0,32%
99	PLANT CELL TISSUE ORGAN CULT	6666	1599	4,17	0	5	0,00	0,31%
232	REV SCI TECH OIE	2420	669	3,62	0	2	0,00	0,30%
191	BOT MAR	3045	712	4,28	2	2	1,00	0,28%
204	SMALL RUMINANT RES	2785	1437	1,94	10	4	2,50	0,28%
239	ANN SCI FOREST	2286	370	6,18	0	1	0,00	0,27%
343	PLANT BIOLOGY	1167	380	3,07	0	1	0,00	0,26%
109	ANN ENTOMOL SOC AMER	5783	1143	5,06	2	3	0,67	0,26%
72	HORTSCIENCE	8382	3148	2,66	67	8	8,38	0,25%

Ranking	29-character source abbreviation	CITATIONS	PAPERS	Citaciones per paper	Citaciones x Artículo	Artículos	"Ind Col"	Ind de participación
67	J ZOOL	1308	395	3,31	0	1	0,00	0,25%
328	FLORA	1301	396	3,29	4	1	4,00	0,25%
282	AQUAC RES	1729	814	2,12	0	2	0,00	0,25%
18	J EXP BOT	24503	2494	9,82	41	6	6,83	0,24%
286	AQUAT LIVING RESOUR	1705	417	4,09	0	1	0,00	0,24%
141	MOL BREEDING	4611	432	10,67	7	1	7,00	0,23%
49	VET PARASITOL	12229	2202	5,55	6	5	1,20	0,23%
125	IBIS	5369	883	6,08	1	2	0,50	0,23%
321	J STORED PROD RES	1343	443	3,03	2	1	2,00	0,23%
202	ZOOL J LINN SOC	2829	445	6,36	0	1	0,00	0,22%
350	GRANA	1117	447	2,5	0	1	0,00	0,22%
260	CRUSTACEANA	1973	945	2,09	11	2	5,50	0,21%
55	MAR POLLUT BULL	11974	1894	6,32	9	4	2,25	0,21%
48	ANN BOT	12603	1925	6,55	27	4	6,75	0,21%
81	AVIAN DIS	7708	1465	5,26	59	3	19,67	0,20%
242	PRIMATES	2248	489	4,6	6	1	6,00	0,20%
32	AMER J VET RES	17584	2952	5,96	58	6	9,67	0,20%
203	PHYCOLOGIA	2800	495	5,66	1	1	1,00	0,20%
25	AMER J BOT	20202	2061	9,8	22	4	5,50	0,19%
225	VET HUMAN TOXICOL	2538	1047	2,42	6	2	3,00	0,19%
316	WOOD FIBER SCI	1382	526	2,63	1	1	1,00	0,19%
223	REPROD NUTR DEVELOP	2578	533	4,84	4	1	4,00	0,19%
278	ACTA THERIOL	1769	542	3,26	5	1	5,00	0,18%
23	HYDROBIOLOGIA	21014	5485	3,83	47	10	4,70	0,18%
222	CAN J VET RES	2581	551	4,68	5	1	5,00	0,18%
102	ANIM REPROD SCI	6073	1159	5,24	5	2	2,50	0,17%
317	J APPL ICHTHYOL	1376	590	2,33	1	1	1,00	0,17%
83	J MAMMAL	7480	1191	6,28	3	2	1,50	0,17%
73	DISEASE AQUAT ORG	8331	1192	6,99	1	2	0,50	0,17%
248	J FOREST	2509	605	4,15	3	1	3,00	0,17%
86	ICES J MAR SCI	7309	1212	6,03	3	2	1,50	0,17%
186	FOREST SCI	3239	608	5,33	9	1	9,00	0,16%
93	WEED SCI	6861	1223	5,61	18	2	9,00	0,16%
79	MYCOLOGIA	8000	1273	6,28	44	2	22,00	0,16%
30	CAN J FOREST RES	17832	2583	6,9	28	4	7,00	0,15%
245	BRYOLOGIST	2215	648	3,42	0	1	0,00	0,15%
50	INSECT BIOCHEM	12212	1302	9,38	3	2	1,50	0,15%

Ranking	29-character source abbreviation	CITATIONS	PAPERS	Citaciones per paper	Citaciones x Artículo	Artículos	"Ind Col"	Ind de participación
	MOLEC BIOL							
120	PHYSIOL MOLEC PLANT PATHOL	5454	653	8,35	7	1	7,00	0,15%
192	J INSECT BEHAV	3041	663	4,59	0	1	0,00	0,15%
289	NOVA HEDWIGIA	1634	711	2,3	2	1	2,00	0,14%
215	BEHAV PROCESS	2632	716	3,68	1	1	1,00	0,14%
300	NORD J BOT	1470	724	2,03	1	1	1,00	0,14%
47	MYCOL RES	12872	2183	5,9	24	3	8,00	0,14%
366	J HORTIC SCI BIOTECHNOL	1045	732	1,43	0	1	0,00	0,14%
236	IN VITRO CELL DEV BIOL-PLANT	2372	745	3,18	1	1	1,00	0,13%
329	REPROD DOMEST ANIM	1270	783	1,62	0	1	0,00	0,13%
130	AQUAT BOT	5021	784	6,4	1	1	1,00	0,13%
293	TAXON	2910	1634	1,78	4	2	2,00	0,12%
36	J FISH BIOL	15864	2534	6,26	6	3	2,00	0,12%
74	J AMER SOC HORT SCI	8319	1706	4,88	18	2	9,00	0,12%
146	J COMP PATHOL	4304	862	4,99	2	1	2,00	0,12%
70	AUST J PLANT PHYSIOL	8994	870	10,34	62	1	62,00	0,11%
224	VET RADIOL ULTRASOUND	2560	870	2,94	2	1	2,00	0,11%
210	CAN ENTOMOL	2718	877	3,1	2	1	2,00	0,11%
306	Z PFLANZENKR PFLANZENSCH	1439	877	1,64	3	1	3,00	0,11%
76	AQUAT TOXICOL	8116	908	8,94	0	1	0,00	0,11%
38	J ANIM ECOL	14728	927	15,89	0	1	0,00	0,11%
33	CAN J ZOOL	16619	2813	5,91	9	3	3,00	0,11%
51	VET MICROBIOL	12185	1957	6,23	19	2	9,50	0,10%
344	PROC ENTOMOL SOC WASH	1162	980	1,19	2	1	2,00	0,10%
145	PREV VET MED	4308	991	4,35	0	1	0,00	0,10%
62	J VEG SCI	10195	997	10,23	1	1	1,00	0,10%
34	J EXP MAR BIOL ECOL	16466	2011	8,19	0	2	0,00	0,10%
173	J SHELLFISH RES	3655	1016	3,6	1	1	1,00	0,10%
108	VET PATHOL	5787	1026	5,64	4	1	4,00	0,10%
95	CONT SHELF RES	6777	1028	6,59	0	1	0,00	0,10%
133	ANIM SCI	4943	1033	4,79	1	1	1,00	0,10%
31	VET REC	17630	3406	5,18	21	3	7,00	0,09%

Ranking	29-character source abbreviation	CITATIONS	PAPERS	Citaciones per paper	Citaciones x Artículo	Artículos	"Ind Col"	Ind de participación
19	AQUACULTURE	22052	3433	6,42	9	3	3,00	0,09%
339	TIERARZTL UMSCH	1185	1145	1,03	0	1	0,00	0,09%
94	APPL ANIM BEHAV SCI	6790	1231	5,52	0	1	0,00	0,08%
182	SCI HORT - AMSTERDAM	3393	1284	2,64	5	1	5,00	0,08%
77	ESTUAR COAST SHELF SCI	8047	1308	6,15	1	1	1,00	0,08%
238	FOREST PROD J	2314	1309	1,77	1	1	1,00	0,08%
27	THERIOGENOLOGY	18839	2766	6,81	6	2	3,00	0,07%
14	PHYSIOL PLANT	28568	2796	10,22	19	2	9,50	0,07%
35	POULTRY SCI	16093	2799	5,75	1	2	0,50	0,07%
22	MOL PLANT MICROBE INTERACTION	21129	1407	15,02	5	1	5,00	0,07%
89	ANIM GENET	7099	1409	5,04	0	1	0,00	0,07%
60	J INSECT PHYSIOL	10850	1421	7,64	33	1	33,00	0,07%
59	VET IMMUNOL	10878	1653	6,58	0	1	0,00	0,06%
54	IMMUNOPATHOL J EXP ZOOL	12059	1707	7,06	1	1	1,00	0,06%
211	NIPPON SUISAN GAKKAISHI	2673	1758	1,52	24	1	24,00	0,06%
1	PLANT PHYSIOL	109387	5476	19,98	39	3	13,00	0,05%
28	PLANT CELL PHYSIOL	18739	1947	9,62	1	1	1,00	0,05%
8	PLANTA	36223	2462	14,71	48	1	48,00	0,04%
39	J PLANT PHYSIOL	14548	2465	5,9	12	1	12,00	0,04%
5	PLANT MOL BIOL	49576	3001	16,52	9	1	9,00	0,03%

Anexo 2 Índice de Citación de Revistas para el Área de Economía

Ranking	29-character source abbreviation	CITATIONS	PAPERS	Citaciones per paper	Citaciones x Artículo	Artículos	"Ind. Col"	Ind de participación
5	MANAGE SCI	107	13	8,20	27	1	27,00	7,69%
50	J DEVELOP ECON	2.754	684	4,03	43	13	3,31	1,90%
148	FOOD POLICY	704	390	1,81	12	4	3,00	1,03%
136	ORGANIZATION	810	294	2,76	0	2	0,00	0,68%
156	SYST DYNAM REV	641	177	3,62	5	1	5,00	0,56%
125	J ACAD MARK SCI	923	193	4,78	3	1	3,00	0,52%
101	INT MONETARY FUND STAFF PAP	1.203	196	6,14	3	1	3,00	0,51%
120	J ECON ISSUE	961	745	1,29	12	3	4,00	0,40%
54	CALIF MANAGE REV	2.537	311	8,16	1	1	1,00	0,32%
134	J REGUL ECON	863	317	2,72	0	1	0,00	0,32%
129	J AGR ECON	902	319	2,83	0	1	0,00	0,31%
	ECON REC	514	323	1,59	3	1	3,00	0,31%
145	ENERG ECON	714	333	2,14	0	1	0,00	0,30%
106	J FORECASTING	1.150	368	3,13	0	1	0,00	0,27%
25	J MARKET RES-CHICAGO	4.680	402	11,64	0	1	0,00	0,25%
119	INSUR MATH ECON	980	427	2,30	0	1	0,00	0,23%
6	QUART J ECON	9.838	438	22,46	17	1	17,00	0,23%
124	AGR ECON	925	465	1,99	2	1	2,00	0,22%
155	J WORLD TRADE	641	468	1,37	0	1	0,00	0,21%
86	NAT TAX J	1.494	480	3,11	3	1	3,00	0,21%
51	J MONEY CREDIT BANKING	2.712	567	4,78	1	1	1,00	0,18%
77	INTERFACES	1.757	596	2,95	0	1	0,00	0,17%
37	RES POLICY	3.546	651	5,45	7	1	7,00	0,15%
20	AMER J AGR ECON	5.469	1.407	3,89	25	2	12,50	0,14%
29	J OPER RES SOC	4.188	1.446	2,90	5	2	2,50	0,14%
36	ECOL ECON	3.614	877	4,12	0	1	0,00	0,11%
62	APPL ECON	2.331	1.843	1,26	0	2	0,00	0,11%
13	J ECONOMETRICS	7.278	928	7,84	1	1	1,00	0,11%
22	J ECON THEOR	5.107	1.014	5,04	7	1	7,00	0,10%
17	EUR ECON REV	5.718	1.049	5,45	22	1	22,00	0,10%
143	APPL ECON LETTERS	758	1.478	0,51	0	1	0,00	0,07%
28	J BUS ETHICS	4.194	1.495	2,81	0	1	0,00	0,07%
1	AMER ECON REV	19.079	1.788	10,67	0	1	0,00	0,06%



**Parte III**

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE ALGUNOS  
PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN**

## Parte III

### Capítulo 1

#### **Metodología para la medición del impacto de los programas nacionales de ciencia y tecnología en la sociedad colombiana. El Caso del Programa Nacional de Biotecnología**

*Por Luis A. Orozco y  
Doris L. Olaya*

#### Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
CONSIDERACIONES SOBRE EL IMPACTO SOCIAL.....	3
EL IMPACTO SOCIAL EN AMÉRICA LATINA.....	7
CONTEXTUALIZACIÓN DEL CASO COLOMBIANO.....	10
HACIA LA DEFINICIÓN DEL IMPACTO SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.....	12
MODELO PARA LA MEDICIÓN DEL IMPACTO DE LOS PROGRAMAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	15
CONSTRUCCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE INDICADORES PARA IDENTIFICAR LA SITUACIÓN DE LOS PROGRAMAS NACIONALES DE CYT Y EL IMPACTO DE SUS ACTIVIDADES.....	22
MODELO DE INDICADORES : CONTEXTUALIZACIÓN DEL ESTADO DEL PAÍS Y DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	25
MODELO PARA LA MEDICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LOS PROGRAMAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA: INDICADORES DE RESULTADOS Y DE ESTRUCTURA.....	31
DEFINICIÓN DE LA MATRIZ ESTRATÉGICA PARA EL CASO DE LOS PROGRAMAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	35
DEFINICIÓN DE LA MATRIZ DE ANÁLISIS PARA EL CASO DE LOS PROGRAMAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	43
DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES DE RESULTADOS.....	47
METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES DE ESTRUCTURA PARA EL ANÁLISIS DE REDES.....	50
INSTRUMENTO DE CAPTURA DE LA INFORMACIÓN PROPUESTA.....	51
CASO PILOTO PARA LA METODOLOGÍA: PROGRAMA NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA.....	60

### **Parte III**

#### **Capítulo 2**

##### **Evaluación de los logros del Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas**

Carlos Murcia Linares. Eugenio Llanos Ballestas.

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DE ESTUDIO.....	1
2. LOS ANTECEDENTES.....	3
3. LAS ACTIVIDADES DEL PNCSH.....	6
4. LA CONSOLIDACIÓN DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA Y LA ESTRUCTURACIÓN DE LA POLÍTICA DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN. 1991-1996 .....	20
5. DE LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA AL CONTROL DE CALIDAD DE LOS RESULTADOS 1997 - 2002.....	23
6. RESUMEN DE RESULTADOS Y ALGUNAS CONCLUSIONES.....	28

## Parte III

### Capítulo 3

#### **Propuesta metodológica para el análisis de redes sociales – ars en el programa ciencias sociales y humanas**

*Por Víctor Andrés Bucheli Guerrero y  
Sandra Patricia Daza Caicedo*

Tabla de contenido

II. ELEMENTOS CONCEPTUALES.....	4
III. PASOS POR SEGUIR.....	6
IV. UN EJEMPLO DE ANÁLISIS DE REDES CON INFORMACIÓN INCOMPLETA.....	12

### **Parte III**

#### **Capítulo 4**

##### **Análisis de la información presente en la base CAB de autores vinculados a instituciones Colombianas de 1995 a 2002**

*Por Jorge Charum y  
Diana Usgame*

Tabla de contenido	
PRESENTACIÓN.....	1
I. LA ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	2
II. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	26

### **Parte III**

#### **Capítulo 2**

##### **Evaluación de los logros del Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas**

Carlos Murcia Linares. Eugenio Llanos Ballestas.

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DE ESTUDIO.....	1
2. LOS ANTECEDENTES.....	3
3. LAS ACTIVIDADES DEL PNCSH.....	6
4. LA CONSOLIDACIÓN DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA Y LA ESTRUCTURACIÓN DE LA POLÍTICA DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN. 1991-1996 .....	20
5. DE LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA AL CONTROL DE CALIDAD DE LOS RESULTADOS 1997 - 2002.....	23
6. RESUMEN DE RESULTADOS Y ALGUNAS CONCLUSIONES.....	28

## Segundo Documento

### Metodología para la medición del impacto de los programas nacionales de ciencia y tecnología en la sociedad colombiana. El Caso del Programa Nacional de Biotecnología

Luis A. Orozco, Doris L. Olaya

#### Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
CONSIDERACIONES SOBRE EL IMPACTO SOCIAL.....	3
EL IMPACTO SOCIAL EN AMÉRICA LATINA .....	7
CONTEXTUALIZACIÓN DEL CASO COLOMBIANO.....	10
HACIA LA DEFINICIÓN DEL IMPACTO SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA .....	12
MODELO PARA LA MEDICIÓN DEL IMPACTO DE LOS PROGRAMAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	15
CONSTRUCCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE INDICADORES PARA IDENTIFICAR LA SITUACIÓN DE LOS PROGRAMAS NACIONALES DE CYT Y EL IMPACTO DE SUS ACTIVIDADES .....	22
MODELO DE INDICADORES; CONTEXTUALIZACIÓN DEL ESTADO DEL PAÍS Y DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	25
MODELO PARA LA MEDICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LOS PROGRAMAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA; INDICADORES DE RESULTADOS Y DE ESTRUCTURA.....	31
DEFINICIÓN DE LA MATRIZ ESTRATÉGICA PARA EL CASO DE LOS PROGRAMAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	35
DEFINICIÓN DE LA MATRIZ DE ANÁLISIS PARA EL CASO DE LOS PROGRAMAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	43
DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES DE RESULTADOS.....	47
METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES DE ESTRUCTURA PARA EL ANÁLISIS DE REDES.....	50
INSTRUMENTO DE CAPTURA DE LA INFORMACIÓN PROPUESTA.....	51
CASO PILOTO PARA LA METODOLOGÍA: PROGRAMA NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA.....	60

# METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DEL IMPACTO DE LOS PROGRAMAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD COLOMBIANA. EL CASO DEL PROGRAMA NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA

Luis A. Orozco\*, Doris L. Olaya\*\*

**Resumen:** La metodología para evaluar el impacto de un programa nacional de ciencia y tecnología se construye a partir de el concepto de competitividad sistémica entendida desde la lógica de las redes tecno-económicas, donde se busca estructurar la información de las actividades científicas y tecnológicas matricialmente bajo un esquema de niveles y tipos de resultado que se generan en tres ámbitos complementarios, para encontrar las relaciones, los vínculos y las dinámicas de quienes desarrollan las actividades científicas y tecnológicas y de cómo estas trascienden en el bienestar de la sociedad. La acción de coordinación que ejecutan los programas es el eje central de la metodología, y para dar cuenta de su gestión, se define una matriz sistémica que permite avanzar en la comprensión de la multicausalidad del impacto, ya que permite la incorporación de otros niveles de política y de otros indicadores adicionales a los de ciencia, tecnología e innovación. El documento finaliza con el caso del programa nacional de biotecnología donde se muestran los indicadores que se pudieron construir con la información existente.

**Palabras clave:** Competitividad sistémica, redes tecno-económicas, programa, impacto, resultados, niveles, biotecnología.

## Introducción

Al tratar el tema del impacto social, debemos hacer referencia al desarrollo humano, al desarrollo económico y a la calidad de vida. Nuestro esfuerzo consiste en acercarnos mediante una metodología que permita encontrar cómo incide la política de los programas nacionales de ciencia y tecnología en las actividades científicas y tecnológicas, y cómo estas a su vez impactan en la sociedad, propiciando cambios y ampliando las posibilidades de bienestar humano y la satisfacción de las necesidades sociales.

La medición del impacto social de la ciencia y la tecnología, comprende un campo de estudio que ha avanzado decisivamente desde la década de los noventa, y al cuál se le han sumado diferentes investigadores de la sociología de la ciencia y la sociología política. Hay avances conceptuales muy importantes, y progresos en cuanto a la incorporación de indicadores sociales e

---

\* Luis Orozco: Administrador de Empresas de la Pontificia Universidad Javeriana, Investigador del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología – OCyT. Contacto: [lorozco@ocyt.org.co](mailto:lorozco@ocyt.org.co)

\*\* Doris Olaya: Estadística de la Universidad Nacional de Colombia, Investigadora del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT. Contacto: [dolaya@ocyt.org.co](mailto:dolaya@ocyt.org.co)

Expresamos nuestro agradecimiento a Jorge Charum, José Luis Villaveces y Carlos Murcia, investigadores del OCyT, por sus valiosos aportes conceptuales que hicieron posible el desarrollo de este documento en el marco del proyecto: “la evaluación de programas de investigación y de su impacto en la sociedad colombiana” desarrollado por la Universidad de los Andes, la Universidad del Rosario y el OCyT. También agradecemos a los investigadores de la Universidad de los Andes Clemente Forero y Abelardo Duarte por su cooperación en el desarrollo de esta investigación.

Queremos agradecer de manera especial a Myriam de Peña, Elizabeth Hodson, Dolly Montoya, Patricia del Portillo, Lucía Atehortúa, Claudia Forero, Nelma Sánchez, Mariana Delgado, Ricardo Torres, Rafael Aramendis, Andrés Laignelet y Jorge Ahumada por su especial colaboración con este trabajo.



indicadores de CyT. Sin embargo “la medición es equivalente a la imposición de condiciones de frontera o restricciones por una entidad observadora; la cual logra así, una disminución de la incertidumbre sobre su entorno inmediato. Se trata de una exploración local por una entidad observadora que produce una interacción recíproca no aleatoria” (Andrade, 2001 p.15) por tanto no necesariamente se llega a coincidencias con otras mediciones debido a las diferencias de los fenómenos que se estudian. No es lo mismo estudiar un programa de ciencias sociales y humanas que estudiar un programa de biotecnología, aún cuando nuestro esfuerzo en la construcción de la metodología intenta dar cabida en el marco conceptual a cualquier programa de ciencia y tecnología.

Nos proponemos acercarnos a la comprensión de los cambios que se notan en los indicadores académicos, sociales y económicos en los cuales es evidente la intervención de la CyT. Por ejemplo ver la inversión en CyT en un sector, y relacionarla con su comportamiento en cuanto a la generación de empleos y competitividad. La metodología parte de un análisis de la política de CyT cuyo eje central son las actividades científicas y tecnológicas, de forma tal que al analizar estas actividades o las fuentes públicas de información o al hacer estudios de casos, se pueda hallar evidencia sobre la existencia del cambio social derivado de dichas actividades.

Es preciso aclarar que no es posible sustentar teóricamente que un cambio sea estrictamente derivado de una actividad de CyT ya que todo impacto es multicausal, en los impactos intervienen otra serie de políticas, efectos económicos y climáticos, situaciones sociales y acciones de diferentes estamentos; por lo anterior, no es preciso desarrollar modelos lineales, donde un cambio social quiera valorarse como dependiente de una actividad. Lo que se puede hallar son asociaciones entre el cambio social y la actividad científica y tecnológica. Proponemos un método para encontrar tales asociaciones, que consiste básicamente en construir indicadores cuantitativos y cualitativos, en hacer correlaciones entre indicadores sociales e indicadores de CyT, y en hacer análisis e interpretaciones de los resultados estadísticos mediante análisis de discurso y análisis de títulos y palabras clave de proyectos y actividades que den cuenta de las temáticas apoyadas por los programas nacionales de ciencia y tecnología y de su desarrollo efectivo. Susan Cozzens aclara que resultados como los de las correlaciones deben estar apoyados en estudios de caso que permitan dar cuenta de las realidades por ellas indicadas, así como de la incidencia directa de la CyT (Cozzens y Bortagaray, 2001).

Para estructurar la realidad de los cambios sociales, es necesario buscar apoyo en estudios particulares que muestren los hechos sobre los cuales es posible encontrar cambios en un espacio social. Se debe hacer una mirada retrospectiva para descubrir la incidencia de al menos un proyecto

de investigación en el caso concreto de estudio. La existencia de proyectos de CyT que intervienen en alguna parte del proceso, es la que permite atribuirle parte del cambio.

El estudio de los programas permite enmarcar, en alguna medida, espacios sociales y sectores de actividades, a los que se asocian los esfuerzos en la I+D y en los cuales se pueden investigar los cambios allí ocurridos.

### **Consideraciones sobre el impacto social**

Creemos que el impacto está en función de una serie de políticas programáticas que tienen como objetivo fundamental pasar de un estado actual a otro deseado, el cual permite de alguna manera expandir las posibilidades de bienestar de las sociedades. Estas políticas van desde las macro de un país, pasando por las meso o sectoriales y convergiendo con las micro de individuos y entidades. El desempeño congruente de estas políticas permite generar grandes cambios en el entorno social y medioambiental. Por supuesto el impacto depende también de una serie de factores que no se pueden controlar, como el clima, los fenómenos naturales y los intereses generales de los individuos y de las otras naciones.

El argumento de que el conocimiento es el motor más poderoso de la producción, y el que permite controlar en alguna medida a la naturaleza para satisfacer necesidades y propiciar bienestar, se tradujo en una serie de políticas en los países industrializados en las décadas de los cincuenta y sesenta que generó con el tiempo cambios en las sociedades, especialmente en aquellas que sufrieron las consecuencias de la guerra. “La idea de que el conocimiento científico puede ser organizado deliberadamente y controlado desde la perspectiva de una misión (por ejemplo para propósitos militares) fue el resultado de la segunda guerra mundial (...). El impacto militar de la CyT a través del desarrollo basado en el conocimiento y la investigación orientada durante la segunda guerra (por ejemplo el proyecto Manhattan) hizo necesario que en 1945 se formulara una nueva política en CyT bajo condiciones de tiempos de paz” (Leydesdorff, 2002 P. 1).

La visión de la investigación científica en esas décadas se expresó a través de la frase ‘Science, The Endless Frontier’ después de la aparición de un reporte de Vannevar Bush al presidente norteamericano bajo este título sobre el tema científico y tecnológico. En esta frase quedaba claro que la evaluación posterior de la actividad científica no era necesaria ya que ella era el fin en sí misma y su control lo hacían el sistema de científicos y la evaluación de pares (Rip, 2000 P. 2-18). Además ya existían evidencias científicas de las implicaciones que trae el cambio

técnico por sí mismo en una economía en función de la producción como lo demostró Robert Solow a finales de la década de los cincuenta<sup>1</sup>.

En la posguerra el “Estado de bienestar” funcionó con buenos resultados en los países industrializados que aplicaron políticas basadas en la redistribución de los ingresos, lo que permitió elevar la calidad de vida de sus habitantes y tener otra serie de prioridades para hacer mediciones en el campo de la CyT. En estos países se daban por sentados los beneficios de la ciencia y del cambio tecnológico, por tal motivo todo el esfuerzo se centró en contabilizar los insumos para la investigación y en la medición de la innovación.

Existió pues una tendencia a considerar que el impacto social simplemente se deriva del impacto económico, y éste de la innovación. Es precisamente por este motivo que los países de la OECD no desarrollaron un manual para la medición del impacto social de la ciencia y la tecnología dentro de la familia de manuales que se hicieron para la medición de la ciencia, la tecnología y la innovación. (Fernández, 1999)

Abordar el tema del impacto social nos remite a una serie de reflexiones sobre las nociones de desarrollo, bienestar y calidad de vida<sup>2</sup>, las cuales están claramente aplicadas a los indicadores sociales. A continuación presentamos una breve descripción de estas nociones.

Los seres humanos tenemos gran número de necesidades y al satisfacerlas gradualmente nos acercamos a estados de bienestar. Este bienestar hace referencia a que el individuo pueda hacer y llegar hasta donde sea capaz; en ese camino se logra la felicidad. Aristóteles afirmó que la felicidad no sólo es mero placer, diversión o entretenimiento, sino que procede del interior del hombre y se refleja en lo que él llamó “excelencia de carácter”, el cual se evidencia en la demostración de las virtudes clásicas en un ser que experimenta gozosamente la vida cotidiana. La virtud es un modo de sentir y de pensar que se mantiene en el equilibrio entre el exceso y el defecto; este equilibrio puede ser conocido por la razón, y quien lo conoce, obra en consecuencia y es feliz, pues la felicidad no es sino la actividad de la vida conforme a la razón.

Para alcanzar esta felicidad y estos estados de bienestar en la sociedad actual es necesario potenciar la razón con el conocimiento, y permitir la igualdad y la equidad al acceso, protección,

---

<sup>1</sup> Ver Solow, 1957

<sup>2</sup> Estos conceptos han sido abordados a partir de los aportes de Amartya Sen, premio Nobel de ciencias económicas en 1998, quien combinó teórica y empíricamente la economía y la filosofía, y en especial la ética. Sus aportes han cambiado la forma de entender y medir el desarrollo humano, y en especial el problema central del desarrollo, la pobreza, y en particular lo referente al hambre. Ver PNUD, 2003; PNUD, 2001; PNUD, 2000 PNUD, 1999. Sen, 1999; Sen 1998; Sen 1997 y Sen 1976

afecto, participación, reconocimiento, ocio, creación, identidad, entendimiento, subsistencia, justicia y libertad, muchas de ellas no cuantificables.

El desarrollo es el proceso de ampliación de las libertades reales de las que pueden disfrutar los seres humanos. Para conseguirlo es necesario propiciar, mediante el sistema económico, igualdad de oportunidades y garantías de acceso a los servicios públicos básicos como la seguridad, el agua potable, la educación y la salud, de forma tal que los individuos puedan solventar así necesidades que por sí mismos no podrían con facilidad; en esta medida se articulan los intereses colectivos de solidaridad con la idea de vivir la libertad y crear confianza. Para ello, también el sistema político debe permitir la participación, la libertad de expresión y el cumplimiento de los derechos humanos. Libertad es tener las capacidades para desempeñar funciones que le permitan a la persona ser o hacer cosas valiosas y vivir el tipo de vida que considere valedera para su autorrealización. Para ello el sistema económico debe propender por que las personas disfruten de una vida larga y saludable, dispongan de educación y tengan un nivel de vida digno, este último enfocado en el tener para ser<sup>3</sup>.

La calidad de vida es el concepto central del desarrollo económico y se basa en que los miembros de una sociedad puedan acceder a un nivel de vida digno que contribuya a una autorrealización que les permita ser y vivir la felicidad y disfrutar del bienestar. Habitualmente se ha medido el nivel de vida a través de índices relacionados al concepto de crecimiento económico, donde el tener es lo fundamental. El concepto de calidad de vida se refiere tanto al nivel de vida, al tener, como al ser, en un balance adecuado de tener para ser (BID –PNUD, 1990). “Se ha subrayado que lo que crea el bienestar no son los bienes como tales sino la actividad que permite adquirirlos” (Academia real de ciencias de Suecia. 1998, P. 17), por eso la calidad de vida actualmente incorpora conceptos más allá de la econometría y mediciones del PIB.

El desarrollo económico requiere de la acumulación, articulación y desempeño de los factores de producción (entre los que se encuentra la CyT) que propician el crecimiento, que a su vez se centra en la capacidad de generar competitividad, lo que se traduce en ingresos para que las sociedades se favorezcan de éstos alcanzando su bienestar por medio de la consecución de un nivel de vida adecuado. Es por ello que la construcción de correlaciones entre el ingreso per cápita (proveniente de un trabajo digno) y la inversión per cápita en CyT, así como las del índice de desarrollo humano con la inversión como porcentaje del PIB en CyT, permite indicar de manera

---

<sup>3</sup> El índice de desarrollo humano - IDH se calcula a partir de estos tres componentes, el primero se mide con el índice de esperanza de vida, el segundo con el índice de educación y el tercero con el índice del PIB per cápita, ver PNUD 2003

agregada la forma en que evolucionan los esfuerzos adelantados en materia de CyT en relación con el bienestar social, siempre y cuando se evidencie a través de estudios de caso la presencia de actividades científicas y tecnológicas.

El desarrollo socioeconómico hace referencia al crecimiento económico coordinado con los principios de equidad e igualdad que deben guiar a la política social, donde una efectiva distribución del ingreso y el aseguramiento del acceso a los bienes y servicios públicos es lo primordial para garantizar oportunidades. El crecimiento económico en últimas depende de la competitividad, la competitividad depende, entre otros factores, de la habilidad para ser más productivos, y la productividad se logra a través de la incorporación del conocimiento y sus productos para hacer cosas más eficiente y eficazmente.

La producción, distribución y utilización del conocimiento y sus productos no son perfectas por infinidad de razones, además la habilidad de aprovechar las oportunidades que brinda el desarrollo de la ciencia y la tecnología varía entre los individuos, y por el acceso de algunos pueden quedar excluidos otros, lo que implica que la equidad en la distribución jamás puede alcanzarse totalmente. La igualdad en algún aspecto implica necesariamente la desigualdad en otro, por tanto los indicadores construidos mediante correlaciones deben tener análisis que den cuenta de estas realidades. Hay impactos positivos y negativos, y estos deben estar reflejados en los indicadores cualitativos que se construyan.

Hay que aclarar un último punto sobre la competitividad. La competitividad solo es impulsada por invenciones e innovaciones. “En 1942 el economista austríaco Schumpeter había reconocido ya que la I+D y la innovación ocupan un papel fundamental en la competitividad de un país o de una empresa. Más tarde, Porter (1990) afirma que la competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar; las empresas consiguen ventajas competitivas mediante innovaciones continuas” (Escorsa y Maspons, 2002, p.5).

Los sistemas de innovación basados en las interacciones de aprendizaje, donde los acuerdos sectoriales son fundamentales<sup>4</sup>, son un importante avance para generar capacidades en los países para competir en los mercados internacionales. Estos incluyen una serie de actores, fundamentalmente universidades, centros de desarrollo tecnológico y empresas, quienes compiten por recursos públicos y capital de riesgo para incorporar novedades en el mercado que les permita desplazar a sus competidores (United Nations, 1999).

---

<sup>4</sup> En Colombia se han denominado Acuerdos sectoriales de competitividad

Surge entonces la necesidad de investigar el mecanismo por el cual se crea un bienestar social a través de la investigación y desarrollo en CyT. Por lo general se acepta que el avance en CyT, y el consecuente aumento en competitividad en las empresas, se logra no solo a través de la competencia por precios de una industria sino por el cambio en las operaciones de negocio y por la diferenciación que hacen de sus productos (United Nations, 1999). El Sistema Nacional de Innovación debe convertirse en mecanismo de desestabilización de las rutinas económicas existentes, de los factores de producción, y de las prácticas de negocios de las firmas. Así mismo es ideal promover el desarrollo de la competencia por la diferenciación de productos. Estos cambios permiten no solo enfocarse hacia las empresas sino también hacia el desarrollo de nuevos mercados y buscando establecer nuevos eslabones entre productores y usuarios. De esta manera la innovación es un rasgo permanente del desarrollo económico (United Nations, 1999), el cual es uno de los objetivos primordiales del Estado en la búsqueda del bienestar social. En últimas las fuentes de la competitividad residen en el desenvolvimiento económico que se gesta en las innovaciones que cambian los estados y dinámicas del desempeño de las firmas en el mercado (Shumpeter, 1987).

Sin embargo la innovación vista en el campo social desde un enfoque basado en la justicia es difícil de medir, ya que el beneficio de unos no se puede conseguir a costa de otros<sup>5</sup>. John Rawls promulga que cada miembro de la sociedad tiene en sí mismo una inviolabilidad que deviene de la justicia, la cual no puede ser anulada por el bienestar de los demás miembros de la sociedad. Sabemos que las tecnologías generan exclusiones que violan este principio, y esto hay que tenerlo en cuenta a la hora de construir los indicadores. La incorporación de una innovación en una industria puede generar la reducción de empleos directos e indirectos, especialmente los de personas con baja calificación, aun cuando la empresa en agregado pueda ganar.

El cambio que se genera por una innovación está en función de el incremento de los beneficios empresariales de unos y el descenso en otros, el incremento y el descenso de los ingresos de los individuos afectados por el cambio, el aumento y el descenso de las oportunidades de empleo en los individuos y el cambio en los índices de mortalidad y esperanza de vida. (López y Luján, 2002).

### **El impacto social en América Latina**

Las políticas de CyT en las pasadas décadas en Latinoamérica buscaron el desarrollo de la competitividad y se enfatizaron en apoyar el crecimiento económico a través del fortalecimiento de

---

<sup>5</sup> el utilitarismo clásico resolvía este problema argumentando que el cambio tecnológico justifica el sacrificio de intereses individuales con el fin de maximizar la utilidad social Ver Rawls, 1971

las actividades en esta materia, especialmente se enfocaron en el mejoramiento del manejo de las tecnologías y en la innovación; sin embargo estos esfuerzos fueron limitados en ciertos segmentos de la sociedad y rotaron poco en los sectores productivos. Los sistemas nacionales de innovación tienen poca evidencia empírica en los países en desarrollo. (UNESCO, 2002)

La globalización trae consigo una serie de fenómenos integradores entre los países que no se puede desconocer; la experiencia de Brasil con sus políticas de sustitución de importaciones nos demuestra que el desarrollo endógeno de tecnologías no es necesariamente el camino para alcanzar la competitividad y la productividad. Con esta política se pueden mejorar indicadores de impacto en CyT de carácter económico como la balanza comercial sin que esto implique un desarrollo social de mayor alcance.

Algunos países latinoamericanos han abandonado la idea de construir unas capacidades en CyT relativamente autónomas; adoptando entonces políticas que buscan recursos para la construcción de capacidades tanto en el país como fuera de él. Uno de los factores determinantes para el desarrollo de la CyT en los países es la formación de recursos humanos, especialmente en universidades de países desarrollados, para que apliquen sus conocimientos a la generación de innovaciones nacionales. (UNESCO, 2002). Tal es el caso de Cuba en medicina, que destinó amplios recursos para formar investigadores en el exterior y para hacer transferencias de tecnología con el fin de tener un desarrollo de innovaciones que a la postre le han dado un reconocimiento mundial, especialmente en la obtención de vacunas con el uso intensivo de la biotecnología (United Nations, 2002).

Igualmente la cooperación internacional para la previsión de tecnologías que fortalezcan la productividad (especialmente la de los países cooperantes) debe ser consciente de las limitantes que se tienen para la apropiación efectiva por parte de la sociedad, de forma tal que las políticas, en base a la información resultante de los análisis, pueda responder a las necesidades sistemáticamente (United Nations, 1996)

Por tal motivo, es de vital importancia para Latinoamérica medir el impacto de las políticas que buscaron la capacitación de las personas, de tal manera que se conozcan los resultados de estos esfuerzos. Es por este motivo que es indispensable construir indicadores que midan la cultura científica, es decir, la demanda misma del conocimiento, lo que se evidencia en las estadísticas de personas formadas por áreas del conocimiento.

La preocupación por el análisis y la interpretación de los fenómenos sociales que se gestan en el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas, recién toma fuerza a mediados de los años ochenta en América Latina; a partir de entonces el campo de los estudios sociales de la ciencia se

abre hacia distintas temáticas que abordan el problema desde diferentes enfoques (Vaccarezza y Zabala, 2002).

Las cuestiones sobre la utilidad social de la ciencia, la evaluación de programas de investigación y la medición del impacto se inician en los años noventa; el paradigma de las economías competitivas hizo poner atención en los procesos de innovación e incorporación del conocimiento a la producción, así como a la rentabilidad social de la ciencia y la tecnología. Considerando que las pautas internacionales de los países desarrollados no son adaptables es de vital importancia generar metodologías para la construcción de indicadores de impacto social con las particularidades de los países Latinoamericanos. (Martínez y Albornoz, 1998).

La labor de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología - RICYT desde 1994 ha sido fundamental para avanzar en la unificación de criterios y de estándares para la medición, abordando cuatro tipos de indicadores para ello<sup>6</sup>: de insumo, de producto, de innovación y de impacto social; siendo esta última categoría la que ha demandado más esfuerzo desde finales de la década de los noventa; a partir de ahí diversos autores han trabajado el tema<sup>7</sup>.

Los enfoques matriciales han sido relevantes en la construcción de metodologías que abordan el tema del impacto social. Isabel Licha propone una matriz que retoma los indicadores de capacidades científicas y tecnológicas, indicadores organizacionales, socioeconómicos y sociales en los aspectos técnicos, sociales, cualitativos y cuantitativos (Licha, 1994, citado por Estebanez, 1997). Renato Dagnino<sup>8</sup> propone una metodología para el análisis de los instrumentos de política bajo un enfoque matricial multicriterio que “se basa en una estilización del proceso de satisfacción de las necesidades de la sociedad como si fuera el resultado de la producción de bienes y servicios en los distintos sectores productivos” (Jaramillo y Albornoz, 1997, p. 55) y nos acerca a la identificación y evaluación de políticas en esta materia. Mario Albornoz<sup>9</sup> ha propuesto un modelo matricial de correspondencias entre la oferta en I+D y las demandas sociales, acercándose al análisis del impacto en términos de estructura social, cultural y procesos de desarrollo social sobre modelos de redes de intermediación entre la oferta y la demanda por conocimientos.

---

<sup>6</sup> Ver Martínez y Albornoz, 1998 y RICYT 2001.

<sup>7</sup> Ver Licha, Isabel.1994. Estebanez, Maria. 1997. Itzcovitz, Fernández y Albornoz, 1998. Negraes, Fernández, Torkomian, Rocha y Silva. 1999. Fernández, 1999. Cozzens y Bortagaray. 2001 y López y Luján 2002.

<sup>8</sup> Ver “La interfase política e indicadores de CyT: Nuevas tendencias en América Latina” En: Jaramillo y Albornoz, 1997, p. 33-64.

<sup>9</sup> Ver: “Impacto social de la ciencia y la tecnología: conceptualización y estrategias para su medición”. Presentación de *power point* de Mario Albornoz. Descargada de <http://www.science.oas.org/ricyt/Biblioteca/Documentos/efp.ppt>



## Contextualización del caso colombiano

A comienzos de la década de los noventa la liberalización de los mercados, en un contexto de apertura y una tendencia hacia la globalización, condujo al gobierno colombiano a crear un sistema orientado a la innovación, capaz de tejer y estrechar lazos de intercambio y asociación entre los distintos actores ya existentes: grupos y centros de investigación, universidades, centros de desarrollo tecnológico, institutos del Estado, sectores productivos y la comunidad en general (Colciencias, 1991). Los programas nacionales de ciencia y tecnología, que se crearon como componentes del Sistema nacional de ciencia y tecnología, “se entienden como un ámbito de preocupaciones científicas y tecnológicas estructurado por objetivos, metas y tareas fundamentales, que se materializa en proyectos y otras actividades complementarias que realizarán entidades públicas o privadas, organizaciones comunitarias o personas naturales” (decreto 585 del 26 de Febrero de 1991).

Dentro de los nuevos retos que atravesaba la nación, se hizo evidente la necesidad de generar dinámicas dentro de la comunidad académica, científica y productiva, que estructuraran y fortalecieran la investigación, el desarrollo y la transferencia de tecnologías en las áreas de prioridad nacional. Era necesario entonces, iniciar un proceso de modernización de la nación encaminado a mejorar la competitividad del aparato productivo, su poder de negociación y su capacidad para actuar en el mercado internacional (Colciencias, 1991).

El objetivo central de los Programas nacionales de ciencia y tecnología era –y sigue siendo– contribuir a la modernización y a la competitividad, estructurando una base científica que permite manejar el conocimiento para apropiarse los procesos de innovación en la sociedad.

Existen varias concepciones de competitividad, pero hay una en particular que permite entenderla como el resultado de la interacción de dimensiones o niveles socioeconómicos que se articulan para generar ventajas competitivas y aprovechar las ventajas comparativas para hacer preferibles los productos y servicios de la economía de un país en los mercados mundiales. El Instituto Alemán de Desarrollo propuso el modelo de competitividad sistémica<sup>10</sup> como un desafío para las políticas de los diferentes actores sociales que intervienen en el proceso productivo, para que enfoquen sus intereses y los hagan convergentes en los niveles de desarrollo que la sociedad requiere. Esta teoría nos ayuda a entender la actividad de una economía que mediante redes de colaboración y relaciones de aprendizaje orientadas a la innovación, busca el bienestar social.

---

<sup>10</sup> Ver Esser, Hillebrand, Messner y Meyer, 1996

Esta concepción pone en evidencia que la competitividad no depende sólo de la capacidad de las empresas, sino también de la organización de las entidades sociales, que se estructuran en tres niveles socioeconómicos<sup>11</sup> (micro, meso, macro) y que tienden en su conjunto a un nivel meta, donde la sociedad se integra en principios y valores que generan bienestar, confianza y calidad de vida.

Según este enfoque los niveles socioeconómicos se entenderían de la siguiente manera: el nivel macro como el conjunto de políticas estatales que buscan la asignación eficiente de los recursos y que propenden por la estabilidad macroeconómica; el nivel meso como el conjunto de políticas de apoyo específico que fomentan, en diferentes frentes, la formación de estructuras que permiten el apoyo a la creación de competencias y de capacidades; y el nivel micro como el conjunto de políticas empresariales y de las entidades particulares “que buscan simultáneamente la eficiencia, calidad, flexibilidad y rapidez de reacción, estando muchas de ellas articuladas en redes de colaboración mutua” (Esser, Hillebrand, Messner y Meyer, 1996)<sup>12</sup>.

Los programas nacionales de ciencia y tecnología en Colombia fueron el resultado de un enorme esfuerzo de planeación participativa, donde más de 1400 personas entre investigadores, académicos, empresarios y funcionarios del estado, dieron pie a un acuerdo de voluntades y a la definición de prioridades para poner en marcha una serie de políticas programáticas que se requerían en un contexto de apertura, modernización y competitividad. Estas políticas de apoyo específico se insertaron en el nivel meso de la competitividad sistémica.

---

<sup>11</sup> El Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, utiliza estos niveles de análisis para construir indicadores. En el nivel macro se identifica la evolución de las condiciones de vida y se detectan deficiencias, relacionando insumos, demanda y accesibilidad. En el nivel meso se tiende a detectar necesidades específicas de los sectores (por ejemplo, educación) e identificar complementariedades con otros sectores (por ejemplo, salud), así como a la comparación costo-efectividad de las políticas sectoriales. Y en un nivel micro se hace énfasis sobre el seguimiento a un proyecto (uso eficiente de recursos, calidad, producción) asegurando que los beneficios y servicios sean accesibles para los grupos objetivo (usuarios) y analizando el impacto del proyecto sobre las condiciones de vida de la población beneficiaria (DANE, 1995)

<sup>12</sup> Esser et al. afirman que “la capacidad de gestión necesaria a nivel meta implica la existencia de los siguientes elementos: un consenso acerca del modelo “orientación al mercado y al mercado mundial”, coincidencia en el rumbo concreto de las transformaciones y concordancia en la necesidad de imponer los intereses del futuro a los bien organizados intereses del presente. Una orientación tendiente a la solución conjunta de problemas presupone una clara separación institucional entre el Estado, la empresa privada y las organizaciones intermedias”. Al separar estas instituciones, “es posible que surja un Estado autónomo y eficiente al tiempo que los grupos de actores sociales privados y públicos se muestran dispuestos a cooperar y articularse entre sí.” (...) “El más importante de los elementos que aseguran la coordinación en y entre los cuatro niveles sistémicos es la disposición al diálogo entre los grupos importantes de actores sociales, disposición que ayuda a cohesionar esfuerzos para fortalecer las ventajas nacionales de innovación y competitividad y poner en marcha procesos sociales de aprendizaje y comunicación. Los diálogos fundamentan la disposición y la aptitud para implementar una estrategia de mediano a largo plazo con vista al desarrollo tecnológico-industrial orientado a la competencia. La capacidad competitiva exige una elevada capacidad de organización, interacción y gestión por parte de los grupos nacionales de actores, que deben procurar finalmente una gestión sistémica que abarque a la sociedad en su conjunto”. (Esser, Hillebrand, Messner y Meyer 1996).

Así las cosas, mediante el decreto 585 de 1991 se estructuraron consejos de programas encargados de trazar líneas de trabajo, que mediante convocatorias presentaban año tras año temas consensualmente relevantes, que movilizaban actores que se comprometían, en un trabajo de investigación y desarrollo, a alcanzar un objetivo común. Con el tiempo se fueron creando redes, capacidades, conocimientos agregados y aplicaciones del conocimiento que resolvían problemas y satisfacían necesidades. Es necesario entonces saber cómo medir sistemáticamente lo resultante de la interacción de los actores y de cómo estos resultados generan cambios en la sociedad y su entorno.

Fernando Chaparro en las conclusiones de “El universo de la medición: La perspectiva de la ciencia y la tecnología” (Jaramillo y Albornoz, 1997) destaca los trabajos y metodologías para la “evaluación de programas de investigación con base en el uso intensivo de indicadores de mercado y de ciencia y tecnología” (p. 435) desarrollados por Cenicaña, Corpoica, ISNAR y CIAT. En estos esfuerzos por medir el impacto de la investigación se han usado indicadores como el grado de difusión y adopción de tecnologías, así como indicadores sobre la producción en términos de volumen y rendimientos; sin embargo “ha sido mucho más difícil determinar indicadores de impacto económico, o de impacto en el bienestar de la población, tanto rural como urbana” (Op. Cit. P.436).

Los demás esfuerzos realizados para la medición del impacto han sido sobre el desempeño del Sistema nacional de innovación colombiano, donde se destaca el trabajo realizado por Jaramillo y Castellanos, consultores de la Fundación Tecnos, quienes exploraron los impactos producidos a través de la financiación de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico entre 1995 y 1999 sobre una muestra de 236 proyectos y 55 estudios de caso. También se encuentra una clasificación de los impactos de los proyectos de innovación que propuso en el 2001 el entonces subdirector de Programas de Innovación y Desarrollo Empresarial de Colciencias, Jorge Robledo.

### **Hacia la definición del impacto social de la ciencia y la tecnología**

En este trabajo se entenderá por impacto los cambios<sup>13</sup> resultantes de la interacción entre actores que intervienen en los procesos de promoción, construcción, desarrollo, producción, aplicación, distribución, absorción y uso del conocimiento en y para la sociedad y su entorno.

---

<sup>13</sup> Coincidimos con el grupo de trabajo y con varios autores que la idea fundamental del impacto es el cambio. Ver Sandoval y Richard, 2003 p.7 y Estebanez p.3

Se pueden establecer dos clases de impacto, el directo que se refiere al uso de los productos generados por la actividad científica y tecnológica, y el indirecto que se refiere a la apropiación y al beneficio que se obtiene de los productos.

El impacto lo analizamos a través de los resultados visibles en las diversas fuentes de información, dividiéndolos según las categorías propuestas por Jorge Charum<sup>14</sup> y orientado por el esquema de ámbitos planteado por Clemente Forero y José Luis Villaveces<sup>15</sup>, teniendo en cuenta las nociones de red emergente<sup>16</sup>, aplicación del conocimiento básico y utilidad social de la ciencia<sup>17</sup>. En este modelo se definen tres tipos de resultados:

**-Productos:** son resultados tangibles, verificables y puestos en circulación que son fácilmente medibles (productos bibliográficos, productos tecnológicos, mercancías, entre otros).

**-Logros:** son los resultados previstos y obtenidos. En el caso de los programas nacionales, son sus políticas en términos de metas y objetivos que se alcanzaron según se deduce de las fuentes de información sobre resultados de investigación. Es una medida de concordancia de lo propuesto con lo alcanzado.

**-Efectos:** son los resultados cuyo ámbito trasciende al del grupo de referencia que propició el cambio. La medida de los efectos estará relacionada directamente con la medida de los cambios en los grupos sociales que reciben los productos y hacen uso de ellos. Se trata de repercusiones sociales y medioambientales verificables. Para ver los cambios se hacen series de tiempo que permiten dar cuenta del desempeño (incrementos o descensos) en los agregados.

También se definen tres ámbitos<sup>18</sup> de acción y repercusión del impacto

---

<sup>14</sup> Ver: "Constitución de las nociones de referencia para la ubicación de las fuentes de información y orientación para su análisis", tercer borrador, documento de trabajo del 21 de marzo del 2003. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

<sup>15</sup> Ver: "la evaluación de programas de investigación y de su impacto en la sociedad colombiana", marco general de análisis del proyecto (Documento de trabajo). Febrero 23 del 2003. Disponible en el Centro de Documentación del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

<sup>16</sup> Ver Callon, 1991

<sup>17</sup> Ver Vaccarezza y Zabala, 2002

<sup>18</sup> Del latín *ambitus*, de ambire, rodear. Se entiende como un contorno o perímetro de un espacio o lugar; adoptamos las definiciones de Clemente Forero y José Luis Villaveces; Ver: "la evaluación de programas de investigación y de su impacto en la sociedad colombiana", marco general de análisis del proyecto (Documento de trabajo). Febrero 23 del 2003. Disponible en el Centro de Documentación del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

**-Académico:** “se refiere a todas aquellas actividades de ciencia y tecnología que buscan esencialmente la comprensión de determinados temas, el avance del conocimiento en un asunto determinado o en los fundamentos de una ciencia o disciplina particular. Se concreta principalmente en artículos y libros dirigidos a los especialistas del tema en cuestión”.

**-Tecnológico:** “supone todas aquellas actividades que buscan esencialmente el trabajo industrial o productivo, dentro de estrategias económicas. Incluye toda la actividad industrial y de servicios del país. Se concreta en nuevos procesos y productos, patentados, registrados, o no y el impacto puede medirse por variables económicas o de mercado”.

**-Social:** “supone todas aquellas actividades de ciencia y tecnología que buscan esencialmente el desarrollo de políticas sociales que incidan en sectores específicos de la población. Se concreta principalmente en normas, leyes y protocolos, resultantes de la investigación sobre determinada realidad”. También se consideran las actividades que generaron efectos en la sociedad y se concretan en los contextos ambiental y de bienestar social a través del uso de los productos de la I+D.

El impacto es pues la conjunción de políticas y actividades de CyT que generan resultados en diferentes ámbitos a través de la conformación de redes. Los impactos no solo dependen de las actividades de ciencia y tecnología, sino también de causas políticas, económicas, sociales, climáticas, estructurales y coyunturales tanto nacionales como internacionales. El impacto genera múltiples cambios en los seres humanos y en el ambiente natural que los rodea, transformando las realidades, en forma que puede ser percibida favorable o desfavorablemente dependiendo de cada caso. En este sentido vamos a centrarnos en los cambios que directamente tienen la influencia de la CyT.

En este documento abordamos las características presentes en los tres ámbitos, identificando los cambios que provienen de la política científica y tecnológica declarada por los programas, materializada en proyectos de I+D y otras acciones de entidades que distribuyen y usan los productos. Los productos circulan, y son apropiados por diferentes individuos que se benefician de éstos; cuando el trabajo y el esfuerzo en CyT se hace más intensivo, es probable que la sociedad en general incremente su nivel de vida.

## Modelo para la medición del impacto de los programas nacionales de ciencia y tecnología

La idea más general que aparece sobre este tema es cómo la ciencia y la tecnología se vincula con el desarrollo social, y en este caso, cómo la gestión de un programa coordina esta vinculación y promueve a través de políticas, cambios apreciables entre la producción de resultados y el beneficio general de la sociedad.

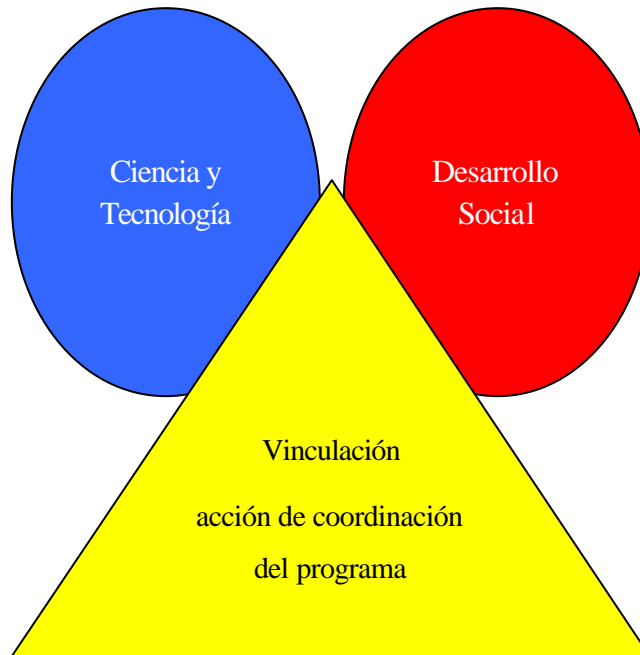


Figura 1. *Idea general del programa*

Un programa de ciencia y tecnología generalmente parte de un proceso de planeación, donde se definen objetivos que responden a necesidades encontradas en el entorno social y medioambiental; luego se articulan los recursos en función de las actividades científicas y tecnológicas por desarrollar y posteriormente se convoca a los científicos para que en conjunto entren en el sistema de desarrollo de actividades de I+.D, las cuales tienen salidas que se traducen en resultados que se espera impacten positivamente en diferentes ámbitos que componen el entorno social y medioambiental.

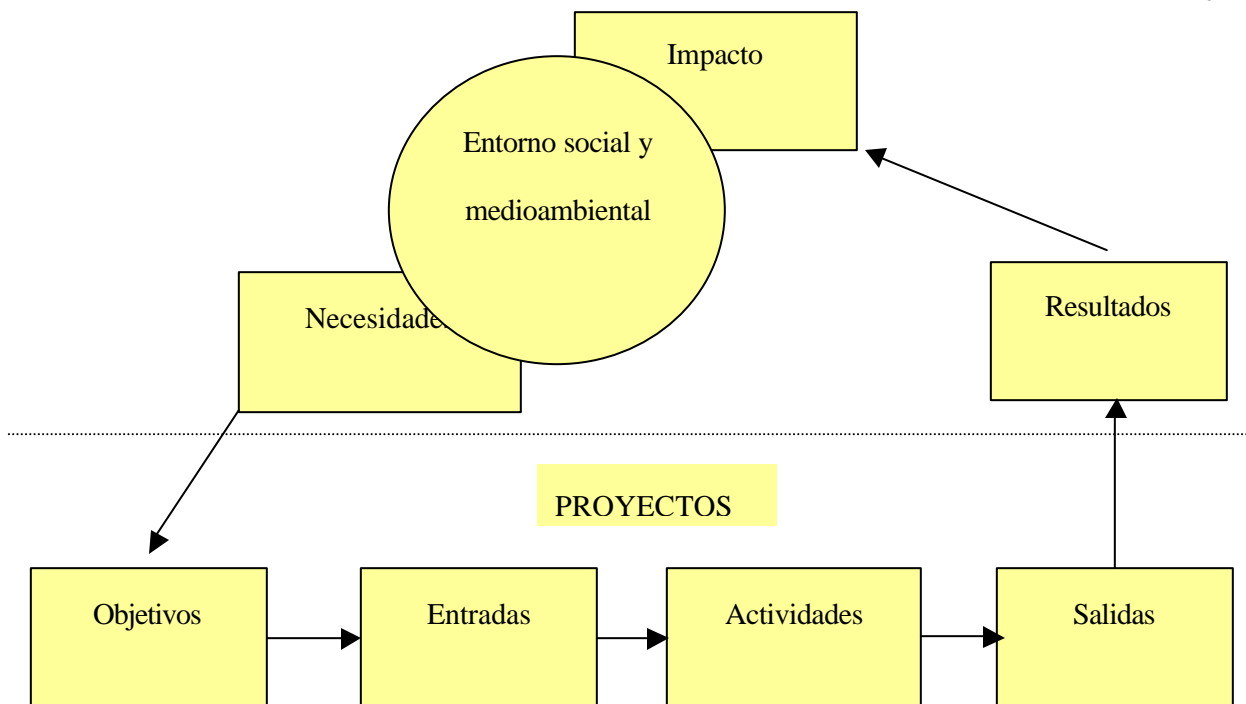


Figura 2. Flujo general de la acción de un programa

Para evaluar los programas en relación con su impacto en la sociedad, es importante dividir su gestión en un marco de niveles que involucre las actividades de formulación y ejecución de políticas, conjuntamente con los procesos de investigación y desarrollo, y los resultados que se generaron en los ámbitos académico, tecnológico y social.

Para Arie Rip (1986), la evolución y evaluación de un programa de ciencia y tecnología puede ser vista en tres niveles. En el nivel micro los investigadores y los grupos de investigación mueven su trabajo libremente, en el nivel meso las políticas y las financiaciones tanto de las instituciones como del comité de programa animan a los grupos a trabajar en temáticas consideradas prioritarias, y en el nivel macro se mira la correlación de temáticas trabajadas y las tendencias generales tanto en la producción de conocimiento como en la innovación tecnológica (Rip, 1986). La propuesta de Rip ayuda a enfocar la visión de los niveles de Esser et al. hacia la actividad de los programas de ciencia y tecnología.

Para el caso colombiano entendemos que en el nivel meso, los programas nacionales de CyT propenden por la generación de redes sobre temas específicos, en el nivel micro los investigadores, los grupos y las empresas se mueven por diversos intereses e interactúan de diferentes maneras generando productos, y en el nivel macro se busca la generación de cambios conjuntos en la sociedad, a través de políticas macroeconómicas y sociales, que la acerquen al nivel meta deseado en los planes nacionales de desarrollo.

El programa tiene incidencias en los niveles micro, meso y macro. La ejecución de las políticas en el nivel micro, puede movilizar actores hacia la construcción de conocimientos o a la aplicación de estos con el fin de obtener un producto que tenga valor como mercancía o genere oportunidades de ampliar el conocimiento. En el nivel meso el programa constituye redes sobre el conocimiento básico y aplicado, y en el nivel macro los programas buscan la articulación sistémica con otro conjunto de políticas nacionales que propenden por el desarrollo económico, la estabilidad macroeconómica, el crecimiento económico y el bienestar social (nivel meta).

La relación de actores en actividades heterogéneas es compleja y dificulta la medición del impacto de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad; sin embargo, con unidades de observación controladas y nociones precisas es posible hacerlo. La teoría de las redes tecno económicas de Michel Callon, contribuye a nuestro modelo con importantes nociones para la comprensión de las dinámicas existentes en las relaciones de los actores del nivel micro, y de cómo éstas influyen en un mercado.

Según Callon las redes tecno económicas se organizan alrededor de tres polos; el científico donde se producen conocimientos, el tecnológico que aplica el conocimiento en el desarrollo especialmente de artefactos<sup>19</sup> y normas, y el del mercado que agrupa los usuarios con sus demandas y sus necesidades. (Callon, 1991). El factor central de esta teoría es la existencia de un flujo de conocimientos y de productos entre los polos, de forma tal que se crea correspondencia de intereses y necesidades que tiende a la irreversibilidad.

Las articulaciones entre el polo científico, tecnológico y del mercado, son en sí los procedimientos y esfuerzos que se suman para alcanzar una situación deseada, interviniendo y modificando los procesos sociales y las sociedades mismas. Es en la articulación de quienes hacen ciencia básica, ciencia aplicada, desarrollos experimentales y generación de tecnologías (polo científico y tecnológico) donde se generan las redes que convergen hacia un mercado, que con el tiempo se hacen coherentes y coordinadas.

Una mirada a las nociones que nos aporta esta teoría, deja en evidencia la necesidad de identificar los elementos intermediadores, humanos y no humanos, que permiten definir los intercambios y los tipos de relaciones entre los actores que se enmarcan en los polos, así como las

---

<sup>19</sup>Del latín *arte factum*, hecho con arte. La tecnología en su sentido general es entendida como la aplicación del conocimiento científico conjunto a unas técnicas para resolver problemas e intervenir en el entorno material. Proviene del griego *tecné*, que significa arte u oficio, y *logos*, conocimiento o ciencia; por tanto, la tecnología es el estudio de los oficios, cuyos resultados son enfocados a la obtención de bienes; que en la teoría de las redes tecno económicas es denominado artefacto (tecnología dura) y normas (tecnología blanda).



estructuras de las redes que desarrollan actividades científicas y tecnológicas que, anudadas con otras actividades sociales, producen impactos. Otro elemento fundamental de esta teoría es el de la operación de traducción, entendida como el proceso de articulación de los intereses entre los actores que busca la doble correspondencia de necesidades.

La identificación de los actores, los intermediarios y las traducciones permite, en un análisis de redes, ver la unión convergente de entidades y personas con temáticas compartidas que se mueven entre programas y estrategias para obtener resultados.

Podemos ver que los productos y las temáticas son los intermediadores que se mueven entre los actores de los polos y en los niveles de análisis, y van creando redes convergentes sobre aspectos que se mueven con el tiempo y se van tornando irreversibles en la medida que hay demandantes y usuarios de los productos de la investigación. (Callon, 1991).

Entendemos que para Callon las empresas son intermediarias entre el polo tecnológico y el polo del mercado; sin embargo el papel que juegan hoy las hace tomar una relevancia tal, que a nuestro juicio deben ser parte activa y claramente establecida de la red, y deben ser tratadas como un polo que dinamiza la actividad científica y tecnológica y no solo la intermedian. Así como las empresas buscan al polo tecnológico para resolver problemas y crear innovaciones, y al polo científico para acceder al conocimiento, también ejecutan proyectos de I+D, lo que para nosotros las convierte en un elemento activo del nivel micro.

La medición de los beneficios generados por los fenómenos ocurridos en el mercado, donde coexisten productores y usuarios, individuos y colectividades que como sociedad tienen demandas y cuentan con medidas e indicadores sociales que dan cuenta de su cambio en el tiempo<sup>20</sup>, permite ver el papel de la ciencia y la tecnología en la competitividad sistémica a través de su capacidad para propiciar “la existencia de patrones de organización que permitan modificar la capacidad creativa de la sociedad” (Esser, Hillebrand, Messner y Meyer, 1996 p. 3), orientándola al nivel meta, donde se alcanzan los grandes objetivos de las sociedades y de los individuos que la conforman.

---

<sup>20</sup> Ver <http://www.dane.gov.co>

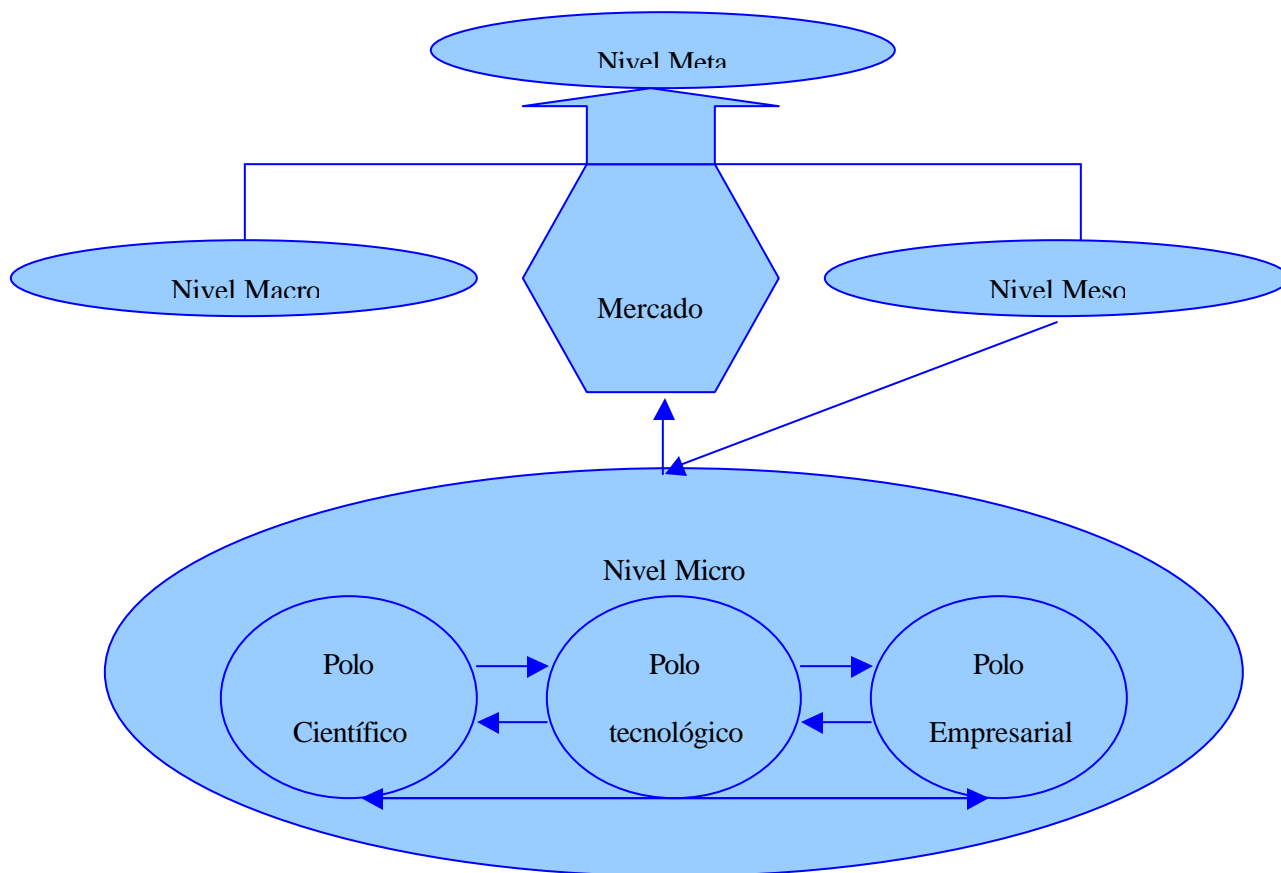


Figura 3. *Modelo tecnoeconómico de la competitividad sistémica en favor del bienestar social*

Adoptamos los niveles micro, meso y macro para estructurar matricialmente los tipos de resultados que en su conjunto generan impactos en los ámbitos académico, tecnológico y social, y a la vez dan una visión general del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en su relación con otros sistemas programáticos de política.

El consjo de cada programa elabora una serie de propuestas temáticas para ejecutar sus políticas y movilizar actores del nivel micro que desarrollan actividades científicas y tecnológicas en torno a ellos. Posteriormente encontramos que los productos resultantes de esas actividades científicas y tecnológicas, pueden ser apropiados por diversos actores sociales, los cuales se benefician por su uso, satisfaciendo una serie de demandas propias de su condición. Las relaciones que se propiciaron por el nivel meso en el nivel micro son en sí el fundamento para la generación de efectos y consecución de impactos en la sociedad.

Resultado/Nivel	Micro	Meso	Macro
Productos	<b>Productos resultado de la I+D</b>	$\Sigma$ de productos de los grupos del programa nacional	Agregado de productos resultado de la investigación de todos los actores incluidos en el SNCyT
Logros	Consecución de objetivos particulares propuestos	<b>Propuestas de programa vs resultados alcanzados para satisfacerlas</b>	Consecución de los objetivos propuestos por el gobierno en los planes de desarrollo y los planes de CyT
Efectos	Reorientaciones temáticas, nuevas relaciones y generación de beneficios colectivos. Incremento de investigadores	Reorientaciones temáticas del programa en el tiempo y redes articuladas en el ámbito de éste.	<b>Cambios generados, productos apropiados y satisfacción de necesidades sociales (casos) Correlación entre indicadores sociales y de CyT</b>

Figura 4. *Matriz de impacto sistémico*

En la *Matriz de impacto sistémico*, necesitamos encontrar la estructura sociológica que mueve el conocimiento, desde su producción y circulación hasta su apropiación. Definimos tres tipos de redes sobre la producción científica y tecnológica en función de la sociedad:

**-Red Cognitiva<sup>21</sup>:** Se componen de redes de coautoría, de cocitaciones y de temáticas asociadas que se dan en el ámbito académico. Las redes cognitivas hacen referencia a las personas que comparten una temática; éstas se pueden encontrar a través de las palabras clave o descriptores de las publicaciones; de donde también se extraen las citas y las autorías. Estas redes estructuran el polo científico

**-Red Productiva:** Se compone de redes de transferencia tecnológica y de proyectos conjuntos enfocados a obtener productos que tengan la calidad de mercancía. Las redes entre el polo científico, el tecnológico y el empresarial se buscan a través las relaciones entre las empresas y los polos científico y tecnológico, así como en proyectos conjuntos universidad-empresa, empresa-empresa, CDT-empresa en cada uno de los actores (Instituciones, grupos e investigadores) que trabajan sobre un objeto frontera<sup>22</sup>, una temática o unos intereses compartidos. Estas redes estructuran el polo tecnológico

**-Red de difusión<sup>23</sup>, divulgación<sup>24</sup>, apropiación y uso:** son redes en las que participan como centro los medios de comunicación y las publicaciones divulgativas, así como los museos, jardines botánicos, pilotos o cultivos demostrativos y bibliotecas. Estas redes son las que buscan que los resultados de la I+D trasciendan los límites del grupo de referencia y sean difundidos y divulgados en la sociedad<sup>25</sup>.

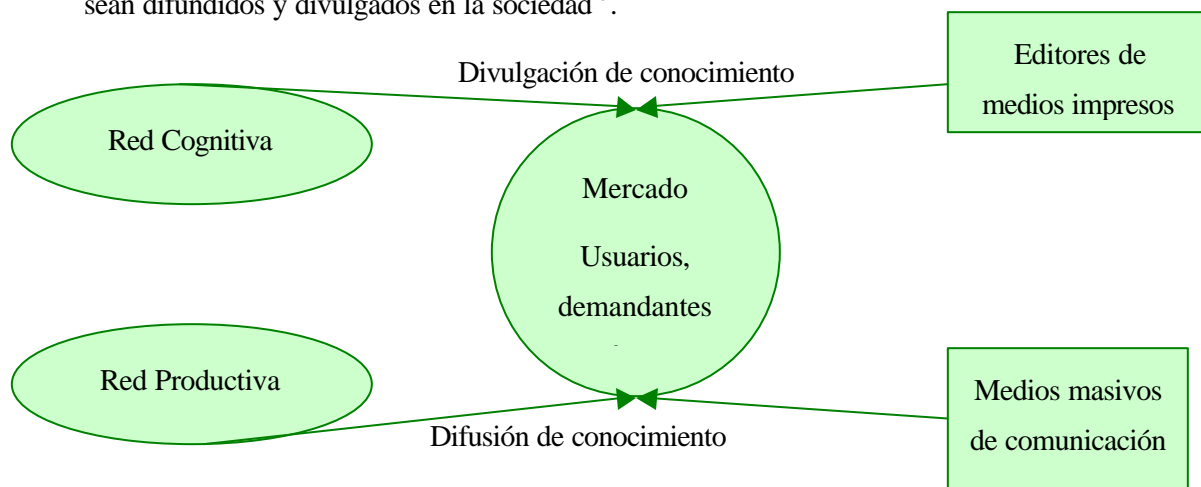


Figura 5. Tipología de redes en función de la sociedad

<sup>21</sup> Cuando se hace referencia a las personas que comparten temáticas, la red adquiere el carácter de sociocognitiva ya que reconstruye el conocimiento a través de los nombres propios de las personas

<sup>22</sup> Es un objeto que es estudiado desde diferentes intereses. Ver Star y Griesemer, 1989

<sup>23</sup> Se entiende como los mensajes emitidos en medios de comunicación masivos no impresos.

<sup>24</sup> Son mensajes escritos y publicados para dejar a disposición del público el conocimiento.

<sup>25</sup> Aquí se pueden construir indicadores sobre suscriptores a revistas de CyT en relación con el número de revistas y el número de editoriales, programas radiales y televisivos que difunden temas de CyT contra la sintonía de estos programas, número de diarios impresos que en alguna de sus secciones publica sobre CyT contra los suscriptores, número de asuntos producto de la investigación que han ingresado a las legislaciones nacionales y locales, etcétera.

Estas redes tienen intermediadores impersonales como las temáticas, los productos y su difusión y divulgación. Las redes que se construyen con estas tres clases de actores, son transversales en los tres tipos de redes que se dan entre los polos y los intermediarios con el mercado, ya que las personas varían sus actividades y pueden pasar de ser investigadores, a directores de política o empresarios o editores.

Es para nosotros útil, dentro de la construcción de este modelo, asociar los polos a los tres ámbitos anteriormente descritos (académico, tecnológico y social), aun cuando los polos se identificaron de esta manera para superar la idea de frontera y segmentación; ya que nos facilita delimitar las actividades y los productos que se enmarcan en un espacio de actividades y relaciones del sistema social determinado por una funcionalidad específica, donde interactúan la producción de conocimiento, su aplicación y su entrada en oferta y demanda. Dada la importancia de la teoría de las redes tecno-económicas, se hace valiosa su contextualización, definiendo los polos como elementos estructurales que enmarcan la academia en el polo científico, la investigación tecnológica y la producción empresarial en el polo tecnológico, y la sociedad misma en el polo de mercado; para construir indicadores que den muestra del flujo de conocimiento y de productos de la I+D propiciado por los programas nacionales de ciencia y tecnología.

Es posible una aproximación a respuestas de interrogantes emergidos de la lógica de las instituciones académicas, públicas, industriales y mercantiles como por ejemplo, “¿cuáles son los motivos que las llevan a vincularse? ¿qué es lo que permite que puedan mantenerse juntas cuando participan en la construcción de las redes que vinculan la ciencia, la tecnología y el mercado? ¿cuáles son los principios reguladores que permiten que se establezcan vínculos, que se llegue a cooperar durante los largos periodos que desembocan en las innovaciones? ¿cuáles son las instituciones más prometedoras para los intercambios y las cooperaciones?” ¿cuáles son las redes que más han generado impactos? (Charum y Parrado, 1995 p. 43).

### **Construcción de la metodología de indicadores para identificar la situación de los programas nacionales de CyT y el impacto de sus actividades**

Son muchas las definiciones sobre indicador que se encuentran en la literatura, pero todas guardan una cierta relación. En particular, para los fines de este trabajo hemos adoptado la definición utilizada por Eduardo Martínez y Mario Albornoz: “un indicador es una medición agregada y compleja que permite describir o evaluar un fenómeno, su naturaleza, estado y evolución; articula o relaciona variables y su unidad de medida es compuesta o relativa. Los indicadores suelen presentar las características siguientes: generalidad, correlacionamiento entre variables distintas o de distintos

contextos, cuantificabilidad, temporalidad, y posibilidad de constituirse en componentes básicos de desarrollos teóricos”. Martínez y Albornoz (1998. p.277). las variables son entendidas por estos mismos autores como “los elementos que configuran o caracterizan un fenómeno, y normalmente son medibles, poseen una unidad de medida y se expresan en valores absolutos” y las estadísticas como “los resultados tabulados de la medición de una variable (acción, atributo, objeto), aunque en ocasiones se utilizan en un sentido amplio para designar los aspectos teóricos y metodológicos” (Op. Cit)

Algunos autores han destacado la importancia de construir indicadores compuestos entre indicadores cualitativos y cuantitativos sobre los fenómenos que ocurren por la acción de un programa (Sandoval y Richard, 2003). En este tipo de análisis los indicadores cualitativos se interpretan a partir de las lecturas de los cuantitativos, así como de la lectura de las actas de los consejos y los documentos de política de los programas, así como de las entrevistas y encuestas que se realizan a los diferentes actores que han estado involucrados en el proceso.

Definimos cinco tipos de indicadores distribuidos en dos categorías. Es preciso aclarar que estas tipificaciones corresponden a una óptica muy particular de los autores y que a nuestro parecer permiten ilustrar el proceso de las políticas de ciencia y tecnología desde el nivel micro hasta el meta.

### **Contextualización del estado del programa y del país**

**-Indicadores de Contexto:** Hace referencia a indicadores que dan un marco general de la situación de una sociedad y su economía en un país. Estos indicadores comprenden: población y demografía, población económicamente activa, desempleo, producto interno bruto, balanza comercial, exportaciones e indicadores del índice de desarrollo humano – IDH. También se incluyen indicadores sobre ciencia y tecnología en el contexto general nacional (inversión, personal dedicado a la I+D, productos de investigación e innovaciones)

**-Indicadores de Insumo-Proceso:** Estos indicadores muestran el comportamiento de las actividades de ciencia y tecnología a través del **tiempo**, desde su planeación política en el programa, hasta la ejecución y terminación de los proyectos por parte de los actores financiados. Dan cuenta de la inversión, del tipo de actividad científica y tecnológica desarrollada, los actores que la llevaron a cabo y la temática trabajada año tras año y permiten ver su cambio en el tiempo. Para obtenerlos se realizan estadísticas año por año de la inversión, del personal dedicado a la I+D, de los proyectos, las instituciones y las temáticas trabajadas, indicando los cambios generados a través del tiempo.

**-Indicadores de incidencia directa del programa sobre la producción agregada:**

Comprende indicadores sobre comparaciones entre lo financiado y articulado directamente por decisión del consejo del programa, y el total de las actividades científicas y tecnológicas que le competen al ámbito de preocupaciones que abarca el programa. Estos indicadores buscan mostrar el grado de penetración de un programa en la producción de nuevo conocimiento y en la obtención de tecnologías. Para ello se miran los resultados de los investigadores financiados por el programa (tanto en proyectos como en formación de posgrado) con respecto a la producción total en la materia. Aquí se pretende ver también la incidencia en la promoción de temáticas con respecto a las temáticas que se trabajan por quienes no tienen relación con la secretaría técnica del programa.

**Organización de las actividades científicas y tecnológicas en relación al impacto alcanzado por el Sistema nacional de ciencia y tecnología**

**-Indicadores de Resultados:** Hacen referencia a los productos, logros y efectos que se generan en los ámbitos académico, tecnológico y social. Los indicadores de resultado dan cuenta de los aportes que deja la I+D en estos tres ámbitos y se construyen con referencia a la *matriz de análisis*

**-Indicadores de Estructura:** Son los indicadores que dan cuenta de la forma en que las instituciones, los grupos y las personas forman los tres tipos de redes. Estos indicadores son contruidos a partir de la identificación de las relaciones y de los actores. Están inmersos dentro de los indicadores de resultados, en tanto que la lectura de las redes conformadas se hace a través de los resultados producidos en el trabajo conjunto de investigación, por lo tanto también estarán explícitos en la *matriz de análisis*.

Los indicadores de contexto, incidencia del programa y de insumo-proceso nos permiten entender el espacio socioeconómico y académico donde fluyen los resultados. La propuesta es que se establezcan correlaciones entre los indicadores de resultados y los indicadores de contexto y de insumo-proceso que nos permitan ver las correspondencias que existen entre unos y otros, así mismo con la incidencia del programa en el agregado de la producción. Estas correspondencias nos indican qué tan relacionados pueden estar los resultados de las actividades científicas y tecnológicas apoyadas por los programas nacionales de CyT con lo que sucede en el marco general del área del programa y la situación social y económica del país. Sin embargo, como ya se dijo antes, es imposible afirmar que pueda existir una relación de dependencia entre ellos y que dichos resultados sean los causantes de las mejoras o retrocesos en el desarrollo social, por tal motivo es necesario

complementar las correlaciones con estudios de caso particulares que se evidencien como relevantes.

En la revisión bibliográfica encontramos coincidencias en cuanto a los grupos de indicadores con los que se puede describir una situación o un fenómeno en ciencia y tecnología, particularmente en términos de indicadores de contexto y de insumo-proceso. Para estos últimos adoptamos las definiciones propuestas en el manual de Frascati, y adicionalmente le incorporamos un análisis de la política y de los proyectos como parte del proceso de desarrollo de la actividad científica y tecnológica. Es en cuanto a los indicadores de organización de las actividades científicas y tecnológicas que queremos ser más exhaustivos y presentar una metodología que nos ayude en su construcción.

La propuesta metodológica para la construcción del modelo de indicadores que utilizamos busca dar contenido a la *matriz de impacto sistémico* y se compone de dos etapas. En la primera, se proponen de manera general cuáles serían los indicadores de contexto más apropiados que permiten dar cuenta del desarrollo y del estado general de la ciencia y la tecnología en el país y en el contexto de incidencia del programa. La segunda, aborda los indicadores de estructura y redes en relación con los resultados; la organización matricial utilizada en esta etapa se basa en las nociones presentadas en otros estudios por Jorge Charum y los miembros de su grupo de investigación en 1999 (Zalamea, 1999). El análisis de las redes también se basa en otros autores.

## **Modelo de indicadores: Contextualización del estado del país y del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología**

### *Indicadores de Contexto*

Estos se toman de las fuentes competentes en cada uno de los tipos de indicadores propuestos. A continuación presentamos los que a nuestro parecer son los más generales pero al mismo tiempo más ilustrativos de la situación social de un país y de sus características generales que permiten hacer comparaciones.

#### *Contexto del país*

- Población (número de habitantes del país)
- Población económicamente activa
- Producto Interno Bruto (PIB)
- Tasa de alfabetización



- Esperanza de vida al nacer
- Tasa de mortalidad infantil
- Tasa de crecimiento de la población
- Tasa de crecimiento del PIB
- Valor de las exportaciones FOB
- Valor de las exportaciones CIF
- Tasa de desempleo
- Número de pobres
- Número de estudiantes en básica primaria en relación al total de cupos ofrecidos
- Número de estudiantes en básica secundaria en relación a los cupos ofrecidos
- Número de estudiantes en educación superior en relación a los cupos ofrecidos (es bueno ver los bachilleres que no pueden ingresar a la educación superior)
- Número de bachilleres que acceden a la educación superior por cada 100.000 habitantes

Otros indicadores que dan cuenta del estado general de un país, enunciados en el informe de desarrollo humano del PNUD, están listados en el anexo 1.

#### *Contexto de la educación superior y las capacidades adquiridas*

- Número de personas formadas en pregrado por áreas de la ciencia
- Número de personas formadas en postgrado en el exterior por áreas de la ciencia
- Número de personas formadas en postgrado en el país por áreas de la ciencia.
- Calidad de los programas de postgrado ofrecidos en el país<sup>26</sup>.
- Número de educadores formados por área de la ciencia en el exterior
- Número de educadores activos que ejercen actividades no académicas (en empresas relacionadas con el área que enseña)<sup>27</sup>

---

<sup>26</sup> Para Latinoamérica se recomienda ver “Latin American program of advanced scientific exchange - An Inter.-country cooperation proposal based on the Ph.D and postdoctoral regional training capacity” Compiladora: Caludia Tinjacá - OEA, MERCOCYT, Colciencias.

<sup>27</sup> Este indicador nos muestra que tan pertinente es el cuerpo docente para enseñar a sus educandos a pensar y resolver problemáticas reales.

- Número de pasantías de estudiantes realizadas por área de la ciencia<sup>28</sup>
- Número de intercambios (nacionales/internacionales) estudiantiles por áreas de la ciencia
- Contratos y Convenios entre las universidades y las empresas
- Número de becados que no regresan al país.
- Premios, reconocimientos y estímulos a los programas académicos.
- Número de graduados por área de la ciencia según fuente de financiación (estatal, empresa privada, autofinanciación)<sup>29</sup>

*Contexto de la Ciencia y Tecnología y del área de conocimiento en donde se encuentra inserto el programa nacional a nivel del país*

- Número de grupos de investigación según su clasificación<sup>30</sup>
- Número de grupos de investigación en el área del programa según su clasificación
- Número de grupos de investigación en el área del programa por departamento
- Personal dedicado a actividades de ciencia y tecnología por tipo de persona
- Personal dedicado a actividades de ciencia y tecnología por área de la ciencia
- Número total de investigadores por cada 100.000 habitantes
- Número de investigadores para el área del programa por cada 100.000 hab.
- Número de proyectos por tipo de investigación y área de la ciencia
- Número de publicaciones por tipo de publicación para el área del programa
- Número de artículos según su situación de indexación para el área del programa
- Número de libros y capítulos de libro por año de publicación para el área del programa
- Número de productos tecnológicos patentados o registrados para el área del programa
- Inversión en investigación y desarrollo por área de la ciencia
- Número de suscriptores a revistas científicas por cada 100 mil habitantes.

---

<sup>28</sup> Obsérvese que este es el segundo vínculo que tiene los educandos con las empresas, y que permite concluir una capacitación conducente a la resolución de problemas reales, a su vez es un indicadores de las relaciones existentes entre la academia y las empresas.

<sup>29</sup> Se sugiere ver los indicadores para este tema de la NSF en: <http://www.nsf.gov/sbe/srs/nsf00328/pdf/section4.pdf>

<sup>30</sup> Aquí se puede utilizar por ejemplo la clasificación de grupos utilizada por Colciencias para calificarlos

- Número de ejemplares de libros científicos vendidos
- Cantidad de editoriales científicas que aparecen cada año

### **Indicadores de Insumo-Proceso**

#### ***Indicadores de política***

Se construyen a partir de las actas de los consejos nacionales de programa. Se propone dar una interpretación a los discursos etiquetándolos de tal manera que se pueda hacer una lectura rápida a través de las etiquetas. La metodología aquí desarrollada propone cuatro etiquetas básicas: actor, acción, situación y tema. Quien requiera hacer un estudio de este tipo puede escoger las categorías según su conveniencia y proponer clasificaciones en el interior de ellas según el tipo de documento que esté interpretando.

Antes de hacer la lectura de las actas se debe hacer la lectura y apropiación inicial de los planes estratégicos que delimitan las principales actividades y objetivos de un programa, los cuales son el insumo para las propuestas en el campo de los logros y deben ser listados en la matriz de análisis. Esto ayudará a guiar el análisis y a definir con mejor criterio las temáticas y las acciones.

El análisis de las actas de los consejos nacionales se hace de la siguiente manera:

- Las actas de los consejos de programa se reconstruyen en una base de datos relacionada. Los datos básicos del acta son: número de acta, fecha, programa, asistentes y número de proyectos aprobados, improbados y aplazados. Posteriormente se relacionan los proyectos que fueron evaluados durante la sesión y se registran en dos categorías, aprobados y no aprobados.
- Construir una base de datos a través del discurso, para ello los textos se dividen en párrafos. Cada discurso tiene un “autor”, el cual se lista con nombre propio, en caso de no ser evidente la persona, el discurso se le adjudica a la “secretaría técnica” del programa. Si el acta habla específicamente de algo aprobado por el consejo, entonces el discurso se asigna al “consejo” del programa.
- Nuestra propuesta es que el discurso se analice a través de situaciones, acciones y temáticas, donde en la situación se busca definir si se mencionó o se informó sobre un tema, si hubo consenso o desacuerdo o si se aprobó una propuesta. Cabe aclarar la diferencia

entre consenso y aprobación, la primera tiene que ver con un tema tratado sobre el cual hay acuerdo entre los miembros del consejo y la segunda tiene que ver con una decisión establecida por el consejo, en la cual se evidencia una contractualidad con el tema tratado y la acción a ejecutar. En la acción se busca explicar la decisión tomada, y en las temáticas, hacer referencia a los elementos que forman parte de la decisión y que le den interpretación lógica al discurso. Se busca encontrar las acciones y las temáticas precisas de esos discursos, para ello se hace una lectura cuidadosa, enfocada a encontrar las palabras clave del discurso. Se toman las palabras tal y como aparecen en el texto; con los verbos se construyen las acciones, y con los sustantivos se construyen las temáticas.

- Una vez hecho el etiquetamiento de todas las actas a través de la lectura de los párrafos de las actas, se procede a hacer una segunda lectura de la misma para que las etiquetas creadas en términos de temáticas y acciones puedan ser modificadas en caso de encontrar una que se ajuste más al discurso. Es bastante probable que durante la primera lectura se hayan ido encontrando nuevas temáticas que se ajustan mejor a discursos leídos dentro de un acta anterior.

**Los indicadores propuestos para dar contenido a esta sección son:**

- Número de reuniones de consejo del programa por año
- Número de intervenciones por año y por tipo de discusión
- Número de acciones por tipo discutidas por año
- Número de temáticas tratadas por año.
- Número de intervenciones según la afiliación institucional de los miembros del consejo
- Número de veces en que los miembros del consejo asistieron a las reuniones en relación con el total de veces que debieron asistir según el tipo de sector o institución que representan
- Número de proyectos aprobados por año
- Número de proyectos no aprobados por año
- Inversión del programa según actividad científica y tecnológica

### **Indicadores de actividades de ciencia y tecnología**

Se construyen a partir de la información de los proyectos de investigación financiados por cada programa nacional de ciencia y tecnología, los cuales contienen los siguientes datos: código del proyecto, título del proyecto, año de aprobación, objetivos, resumen, palabras clave, clasificaciones, investigadores, institución(es) ejecutora(s), productos, financiación, número de contrato con Colciencias y acta en la que fueron aprobados.

Se proponen los siguientes indicadores básicos sobre los proyectos, aun cuando el instrumento que se presenta más adelante permite construir otra serie de indicadores de acuerdo a las necesidades de información del usuario.

- Número de proyectos por año
- Proyectos según tipo de investigación (Frascati)
- Proyectos según área del conocimiento UNESCO
- Proyectos según ámbito del conocimiento (académico, tecnológico-productivo, social). Clasificar los proyectos en estos ámbitos tiene sentido dependiendo del programa objeto de estudio.
- Proyectos según área interna del programa
- Proyectos según objetivo socio-económico Frascati
- Proyectos según tipo de institución
- Proyectos según departamento

### **Indicadores de incidencia directa del programa sobre la producción agregada**

Estos indicadores nos permiten dar cuenta del grado de participación del programa en los proyectos apoyados, en la producción resultante de ellos, de la influencia en las temáticas trabajadas, etc. Algunos indicadores propuestos son:

- Número de proyectos financiados por el programa en relación con el número total de proyectos realizados en el área del programa por año
- Porcentaje de financiación otorgada por el programa en relación con el total financiado para los proyectos del área del programa por año

- Número de productos en el ámbito académico resultado de los proyectos apoyados por el programa en relación con el número total de productos bibliográficos obtenidos en el área del programa por año
- Número de productos en el ámbito tecnológico resultado de los proyectos apoyados por el programa en relación con el número total de productos tecnológicos obtenidos en el área del programa por año
- Grado de coincidencia entre las temáticas apoyadas por el programa y las temáticas donde más se publica en el área del programa por año o por periodo de tiempo.

Para dar una mirada a los indicadores de estructura y de resultados, a continuación dedicamos un numeral aparte para explicar de manera detallada el modelo para su construcción.

### **Modelo para la medición de la estructura de los programas nacionales de ciencia y tecnología: Indicadores de resultados y de estructura**

Para la construcción del modelo deben definirse en primer lugar las unidades objeto de estudio o *unidades de análisis*. Las unidades que serán examinadas, para nuestro caso, son los programas nacionales de ciencia y tecnología. Las unidades de análisis pueden ser vistas a través de los ámbitos donde tienen incidencia y que ya hemos definido anteriormente: científico, tecnológico y social. A través de ellos se podrá observar el desempeño de tales programas.

Por otra parte deben escogerse las perspectivas o *criterios analíticos* que permiten orientar el análisis de las unidades, para luego definir concretamente el modelo de medición en su intersección con los ámbitos.

Los puntos de vista o criterios desde los cuales se pueden analizar las unidades se seleccionan de acuerdo con las características o cualidades de las unidades y según los intereses que tengan los proponentes del estudio, ya que con ellos se ilustrarán finalmente sus objetivos. En el caso de los programas de CyT se propone utilizar como criterios de análisis sus productos, sus logros y sus efectos, según lo ilustrado en la matriz de impacto sistémico.

El siguiente paso es definir los temas relevantes que componen el objeto de estudio. Charum (1999) ha propuesto construir una matriz que ha denominado *matriz estratégica* (figura 4) y que permite ubicar los *ámbitos* (filas) y los *criterios analíticos* (columnas) para luego identificar en sus intersecciones los *Temas Relevantes* del objeto investigado.

Para encontrar dichas intersecciones Charum (1999) propone responder a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las actividades y los resultados en los que están asociados cada uno de los *ámbitos* y los *criterios analíticos*, desde el punto de vista de las unidades análisis?

Al responder esta pregunta se obtienen los tópicos o temas relevantes que satisfacen la doble condición propuesta en la matriz y que pueden ser ubicados en las respectivas celdas de intersección.

Los *temas relevantes* deben cumplir con la proposición lógica

**Si TR entonces C,**

donde TR es cada uno de los temas relevantes ubicados en la columna del criterio parcial C. (Charum, 1999 p.7)

	<b>Criterio 1</b>	<b>Criterio 2</b>	...	<b>Criterio m</b>
Elemento 1				
<b>Elemento 2</b>				
<b>Elemento 3</b>		TR1 (3,2), TR2(3,2)...		
⋮				
<b>Elemento n</b>				

Figura 6. *Matriz Estratégica*

Estos *temas relevantes* constituyen definiciones parciales de las propiedades que deben poseer las unidades de análisis para satisfacer el criterio correspondiente, o también, cada unidad de análisis satisface a un subconjunto particular de temas relevantes, contribuyendo a la satisfacción del criterio correspondiente. Se concluye que la definición de un criterio está entonces determinada por el conjunto de definiciones que dan cuenta de su estructura lógica.

El objetivo de construir una matriz estratégica es facilitar la búsqueda de los temas relevantes. En ella es posible que algunas celdas queden vacías o con uno o más temas relevantes.

Para nuestro caso particular, los temas relevantes deben permitir dar cuenta de los productos, logros y efectos conseguidos por cada programa de CyT en los ámbitos académico, tecnológico y social. Estos temas están expresados en la *matriz estratégica* para la evaluación de programas de CyT (Ver figura 6). Retomando la proposición dada “si TR entonces C”, interpretamos, por ejemplo, que “si se forman redes de conocimiento entonces tenemos logros”, ya que este fue uno de los propósitos de los programas en general.

Es preciso aclarar que dependiendo del programa que se esté estudiando, los ámbitos pueden estar mezclados o estar muy bien definidos. Es probable que en ciertos casos como el de la

biotecnología, por ejemplo, no tenga mucho sentido hacer una diferenciación de temas por ámbito, ya que usualmente se espera que un proyecto en esta área tenga un componente tecnológico o una mirada hacia el ámbito productivo.

Los *temas relevantes* constituyen el origen de los indicadores. Sin embargo, es importante hacer un segundo paso antes de iniciar su construcción y consiste en determinar cuáles son los documentos e información precisa que permite ilustrar tales *temas relevantes*, con el fin de formular adecuadamente los indicadores, pues de esta manera se sabe de ante mano cuál es la información que se requiere para construirlos.

Se propone agrupar esta información y los documentos en tres unidades de información que recogen, en campos específicos, los datos que dan cuenta de cambios sociales y de la estructuración misma de los programas, éstas son:

- Las políticas de los programas,
- Las actividades de ciencia y tecnología y
- Las fuentes públicas de información

En la primera unidad de información, la de políticas de los programas, los planes estratégicos y las actas de los consejos de programa son la fuente de información que permite ver la ejecución de la política. Recogemos la información básica del acta, registrando los proyectos aprobados e improbados, listando los asistentes de la sesión respectiva y sintetizando los discursos en relación con las decisiones tomadas, la situación y las temáticas tratadas. Esto nos permite determinar el lazo desde la ejecución misma de la política hasta el impacto, y recorrer integralmente el camino por el cual se llegó a éste.

En la segunda unidad de información, que se refiere a las actividades de ciencia y tecnología, la fuente de información principal son los proyectos aprobados por COLCIENCIAS, de los cuales se extrae la información de los investigadores, las instituciones y centros de investigación ejecutores, los objetivos, el resumen y las palabras clave, los productos obtenidos, entre otros. El análisis de esta base de datos permitirá adicionalmente ver la articulación entre palabras clave y actores que, en diferentes momentos del tiempo, trabajaron sobre el mismo objeto y con las mismas técnicas. Aquí contamos también con la información financiera de los proyectos, la cual nos será de utilidad para hacer las cuentas de inversión pública y contrapartidas institucionales.



Para la tercera unidad, dedicada a las fuentes públicas de información, la investigación sobre el impacto se hace sobre fuentes como medios de comunicación impresos, radio, televisión, boletines especializados<sup>31</sup>; donde explícitamente se conoce de la existencia de una actividad científica y tecnológica que finalizó con unos resultados que son extractables de la fuente. También son fuente importante de información las entrevistas y encuestas que se realicen con los miembros de los programas nacionales de ciencia y tecnología y personas cuyo trabajo ha sido destacado socialmente<sup>32</sup>, así como la información recolectable de las instituciones prestigiosas que desarrollan actividades de ciencia y tecnología en el país:

Los vínculos de información entre estas unidades se representan mediante el siguiente esquema:

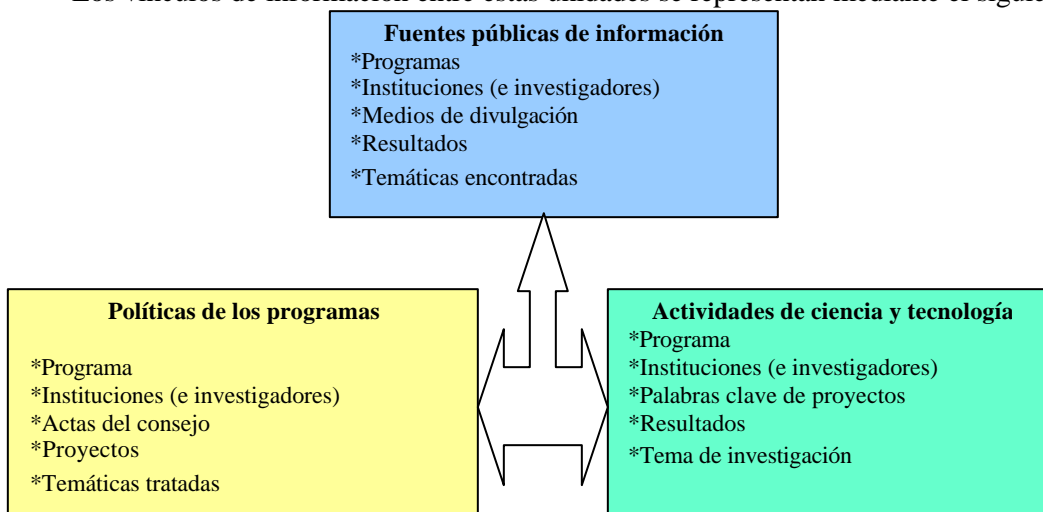


Figura 7. Unidades de información

Teniendo en cuenta las unidades de información y documentación se construye entonces un nuevo elemento que forma parte del modelo de medición, se trata de la *matriz de análisis de indicadores* (Figura 8), que se define a partir de la matriz estratégica y cuyo objetivo es dar un contenido material a los temas relevantes con la información recogida de las unidades estudiadas.

	<b>Criterio 1</b>	<b>Criterio 2</b>	...	<b>Criterio m</b>
Elemento 1				
<b>Elemento 2</b>				
<b>Elemento 3</b>		<b>Con1(3,2), Con2(3,2).</b>		
<b>Elemento n</b>				

Figura 8. Matriz de Análisis de Indicadores

<sup>31</sup> Por ejemplo el boletín de noticias de la Corporación Colombia Internacional (CCI)

<sup>32</sup> Por ejemplo La separata de Innovación y desarrollo de portafolio dedica una sección a los investigadores destacados.

Cada contribución debe tener la característica de poder ser contabilizada en alguna escala. Estas contribuciones se traducen en indicadores y el siguiente paso es definir la forma de cálculo y la utilidad de cada uno. Esta matriz sirve como base para la construcción del instrumento de recolección de información y del instrumento de medición.

### **Definición de la matriz estratégica para el caso de los programas nacionales de ciencia y tecnología.**

-Definición de temas relevantes que dan cuenta del criterio de productos:

Los actores que hacen investigación generan una serie de productos que, para este caso, serán etiquetados con la lista de productos de la convocatoria de grupos 2002; estos productos cuentan con palabras clave, así como los proyectos de los cuales se derivan, esto nos permitirá además de construir indicadores primarios (conteos básicos por tipo), hacer una caracterización de los temas apoyados por el programa a través de mapas.

-Definición de temas relevantes que dan cuenta del criterio de logros:

Para definir los logros sobre los cuales se deben construir los indicadores, se dio una mirada general a las metas y objetivos definidos en los planes estratégicos de 1993 y 1999-2004, coincidentes mayoritariamente entre los programas nacionales de ciencia y tecnología. Estas coincidencias permiten etiquetar una serie de propuestas conjuntas (una articulación del Sistema nacional de ciencia y tecnología) que se reflejan en los tres ámbitos de estudio.

-Definición de temas relevantes que dan cuenta del criterio de efectos:

Hemos considerado que se puede dar cuenta de los efectos positivos y negativos a través de la detección de la movilidad del conocimiento en el tiempo, del incremento o decremento de la producción científica y comercial, de la producción conjunta, de las co-citaciones, de la competitividad, y de la continuidad y permanencia o no de los investigadores y grupos de investigación en el tiempo. Estos efectos inciden en la comunidad científica o tecnológica y en la sociedad en general. Los efectos en el ámbito social se pueden evidenciar a través de los productos apropiados y utilizados por comunidades o grupos sociales específicos en cada caso de estudio.

La matriz aquí propuesta es una matriz general que puede ser útil a cualquiera de los programas nacionales de ciencia y tecnología, sin embargo como ya habíamos señalado, cada área maneja una estructura diferente y en algunos casos es necesario adaptar la matriz, suprimiendo alguna de las filas o alguno de los temas relevantes, por no tener sentido para esa área o incorporando alguno muy particular que solo tiene sentido para ella.



Figura 8. *Matriz estratégica para la evaluación de Programas de CyT.*

	<b>Productos</b>	<b>Logros</b>	<b>Efectos</b>
Académico	<p><i>Publicaciones</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Artículos de investigación</li> <li>-Libros y capítulos de libro resultado de investigación</li> <li>-Literatura gris y otros productos no certificados</li> </ul> <p>(Nivel micro)</p>	<p>Propuestas del programa en este ámbito</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Fortalecer la comunidad científica</li> <li>-Proyectos orientados al ámbito académico                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-Financiación de proyectos</li> </ul> </li> <li>-Investigadores financiados</li> <li>-Grupos apoyados</li> <li>-Instituciones apoyadas</li> <li>-Proyectos conjuntos entre instituciones</li> <li>-Proyectos en colaboración (varios investigadores)</li> <li>*Apoyar el estudio de problemas nacionales</li> <li>-Concordancia de temas estudiados con temas propuestos en los Planes de Desarrollo, Conpes</li> <li>*Fortalecer la capacidad de producción de conocimiento</li> <li>-Nuevos temas financiados cada año</li> <li>-Temas apoyados por el consejo</li> <li>-Movilidad en temáticas asociadas financiadas</li> <li>*Estimular la publicación de resultados de investigación</li> <li>-El tema de estimular la publicación visto desde el</li> </ul>	<p>Movilidad del conocimiento en el tiempo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Publicaciones                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-Co-citaciones,</li> </ul> </li> <li>-Producción conjunta (co-autorías):                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-Publicaciones de dos autores</li> <li>-Publicaciones de tres autores                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>-Publicaciones de cuatro o más autores</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>-Investigadores que publican juntos al menos una vez cada dos años                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-Permanencia de investigadores, grupos, centros</li> <li>-Personas formadas en áreas de interés</li> <li>-Redes de conocimiento encontradas a través de palabras clave de proyectos</li> </ul> </li> </ul>

		<p>consejo del programa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Publicaciones derivadas de los proyectos</li> <li>-Publicaciones (todas) en el programa</li> <li>*Desarrollo de redes nacionales e internacionales</li> <li>-Producción conjunta</li> <li>-El tema de apoyar la creación o participación en redes visto desde el consejo del programa</li> <li>-Redes creadas bajo el apoyo del programa</li> <li>-Redes a las que se integró Colombia con el apoyo del programa</li> <li>*Consolidación de doctorados y maestrías</li> <li>-Creación de maestrías</li> <li>-Creación de doctorados</li> <li>-Doctorados formados</li> </ul> <p>(Nivel meso)</p>	
Tecnológico	<p>Productos y procesos tecnológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados</li> <li>-Productos o procesos tecnológicos no patentados o no registrados</li> </ul>	<p>Propuestas del programa en este ámbito</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Fortalecer la comunidad científica</li> <li>-Proyectos orientados al ámbito tecnológico-productivo</li> <li>-Financiación de proyectos</li> </ul>	<p>Movilidad de la producción en el tiempo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Nuevos productos y servicios</li> <li>-Empresas innovadoras e incubadoras de empresas de base tecnológica</li> </ul>

	<p>usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial</p> <p>-Normas técnicas basadas en resultados de investigación</p> <p>-Productos asociados a servicios técnicos o consultoría cualificada</p> <p>(Nivel Micro)</p>	<p>-Instituciones del ámbito tecnológico-productivo apoyadas (Empresas, CDT's)</p> <p>-Proyectos conjuntos entre instituciones, con alguna del ámbito productivo</p> <p>-Proyectos en colaboración (varios investigadores)</p> <p>*Consolidación de doctorados y maestrías</p> <p>-Doctorados formados en áreas tecnológicas</p> <p>-Doctorados creados en áreas tecnológicas</p> <p>*Impulsar las relaciones entre la comunidad científica y el ámbito productivo</p> <p>-Proyectos con interlocutor del ámbito productivo</p> <p>-Asesorías realizadas al ámbito productivo</p> <p>-Proyectos de desarrollo experimental</p> <p>-Proyectos con Contratos universidad – empresa (General)</p> <p>-Incentivos para inversiones en Ciencia y Tecnología</p> <p>*Vincular la I+D en el desarrollo competitivo sostenible nacional</p> <p>-Resultados de la I+D que se ha vuelto un producto de mercado</p> <p>*Fortalecer la capacidad de negociación con el ámbito productivo</p>	<p>-Cambios en la Producción (ventas análisis de caso, ventas competitividad, aumento en la producción de un producto)</p> <p>-Permanencia (investigadores, grupos, centros)</p> <p>-Productos en el mercado (mercancías)</p> <p>-Hectáreas cultivadas con cultivos mejorados gracias a la investigación.</p> <p>-Exportaciones de tecnología y de productos derivados de la I+D</p> <p>-IES que han sido financiadas por el programa y que tienen convenios con empresas</p> <p>-Profesores que han sido financiados por el programa y trabajan en empresas afines con las asignaturas que enseñan en el área del programa</p> <p><b>-Conferencistas y consultores que apoyan los programas académicos dictando conferencias de apoyo a las cátedras del área del programa</b></p> <p><b>-Servicios de extensión de las universidades que han sido financiadas por el programa para las empresas (cursos virtuales, presenciales, asesorías-producto intangible-, consultorías-con producto tangible-, capacitaciones) en el área del programa</b></p> <p>-Cursos de formación demandados por empresas en instituciones apoyadas</p>
--	---	--	---

		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Capacitaciones realizadas a investigadores para realizar negocios con la industria</li> <li>-Oficinas de gestión creadas por iniciativa o con el apoyo del programa</li> <li>-Programas orientados a fortalecer la capacidad de negociación con el ámbito productivo creados por iniciativa o con apoyo del programa.</li> <li>*Desarrollo de redes nacionales e internacionales en el ámbito tecnológico-productivo</li> <li>-Producción conjunta de productos tecnológicos</li> <li>-El tema de apoyar la creación o participación en redes que incluyen al ámbito productivo visto desde el consejo del programa</li> <li>-Redes que incluyen al ámbito productivo creadas bajo el apoyo del programa</li> <li>-Redes que incluyen al ámbito productivo a las que se integró Colombia con el apoyo del programa</li> <li>*Estimular la innovación</li> <li>-Proyectos con componente de innovación</li> <li>-Patentes obtenidas a partir de proyectos financiados por el programa</li> </ul> <p>(Nivel meso)</p>	<p>-Empresas que invierten en proyectos de Ciencia y Tecnología</p> <p>(Nivel macro)</p>
--	--	---	--

Social	<p>Productos sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Legislaciones</li> <li>-Normas sociales</li> <li>-Productos de divulgación o popularización de resultados de investigación</li> </ul> <p>(Nivel micro)</p>	<p>Propuestas del programa en este ámbito</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Socializar los resultados de la CyT</li> <li>-Artículos impulsados por el programa que publican resultados de investigación en medios de divulgación según el medio.</li> <li>-Medios escritos, de audio y visuales impulsados por el programa que publican resultados de investigación.</li> <li>-Laboratorios de instituciones apoyadas por el programa que prestan servicios a las empresas y al público general</li> <li>*Vincular la CyT a los procesos de transformación social</li> <li>-Legislaciones originadas en el programa que incluyen asuntos de la CyT</li> <li>-Legislaciones resultado de investigaciones apoyadas por el programa</li> <li>*Apoyar el estudio de problemas nacionales</li> <li>-Concordancia de temas estudiados con temas propuestos en los Planes de Desarrollo, Conpes</li> <li>* Promover una sociedad económicamente competitiva</li> </ul> <p>(Nivel meso)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Procesos de innovación llevados a cabo en empresas apoyadas por el programa</li> </ul>	<p>Generación de beneficios o perjuicios en el tiempo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Usuarios beneficiados</li> <li>-Mejora en la percepción pública del área</li> <li>-Familias sembrando cultivos mejorados gracias a la investigación</li> <li>-Fincas que adoptan nuevos sistemas de fertilización resultado de investigación.</li> <li>-Fincas que adoptan nuevos sistemas de control de plagas resultado de investigación.</li> <li>-Fincas que adoptan nuevos sistemas de siembra resultado de investigación</li> <li>-Personas beneficiadas gracias a nuevas leyes o normas decretadas producto de investigación</li> <li>-Personas beneficiadas por un nuevo proceso de salud</li> <li>-Personas beneficiadas por una nueva medicina</li> <li>-Personas beneficiadas por una nueva campaña educativa producto de investigación</li> <li>-Importaciones de bienes y servicios</li> <li>-Exportaciones de bienes y servicios</li> <li>-Exportaciones de productos primarios</li> </ul>



		-Proyectos con componente competitivo y social apoyados por el programa	-Exportaciones de manufacturados -Exportaciones de productos de alta tecnología -Transferencia tecnológica (Nivel macro)
--	--	---	---

### Definición de la matriz de análisis para el caso de los programas nacionales de ciencia y tecnología.

Figura 9. Matriz de análisis de indicadores para la evaluación de Programas de CyT

	Productos	Logros	Efectos
Académico	Producción académica: Artículos (completos, cortos, de revisión, caso clínico, divulgación, editorial) en revistas indexadas Presentación de caso clínico o reportes de caso (se consideran como artículos únicamente en el caso de los grupos que tienen proyectos de investigación clínicos) Artículos en revistas en base bibliográfica CCS Artículos en revistas en base bibliográfica SCS Capítulos de libro Libros Tesis de doctorado Tesis de maestría Capítulos de memorias	*Fortalecer la comunidad científica -Número de proyectos orientados al ámbito académico financiados -Montos financiados por año -Número de Investigadores financiados (personas distintas financiadas) -Número de nuevas personas financiadas cada año. -Número de Instituciones distintas financiadas -Número de nuevas instituciones financiadas cada año. -Número de proyectos conjuntos entre instituciones -Número de proyectos en colaboración *Apoyar el estudio de los problemas nacionales -Número de concordancias de temas estudiados con temas propuestos en los Planes de Desarrollo, Conpes *Fortalecer la capacidad de producción de conocimiento -Número de nuevos temas financiados cada año -Número de Temas apoyados por el consejo x Tema -Movilidad en temáticas asociadas financiadas *Estimular la publicación de resultados de investigación -Número de veces en que el tema de estimular la publicación fue tratado por el consejo -Número de publicaciones derivadas de los proyectos. -Número de proyectos con publicaciones / Número de proyectos sin publicaciones -Número promedio de publicaciones por proyecto -Número de publicaciones derivadas de los proyectos por tipo de publicación -Número de publicaciones por tipo, encontradas en los grupos de biotecnología que participaron en la convocatoria de Grupos 2002-2003. -Número de publicaciones internacionales *Consolidación de maestrías y doctorados -Número de maestrías creadas	-Incremento en el número de publicaciones -Incremento <sup>1</sup> en co-citaciones, -Incremento en Producción conjunta: Incremento en las publicaciones de dos autores Incremento en las publicaciones de tres autores Incremento en las publicaciones de cuatro o más autores Incremento en el número de Investigadores que publican juntos al menos una vez cada dos años -Permanencia de investigadores, grupos, centros -Incremento en el número de personas formadas en áreas de interés -Aparición de redes de conocimiento encontradas a través de palabras clave de proyectos (Nivel macro)

<sup>1</sup> Debe entenderse aquí que no necesariamente se trata de incrementos. Para observar los efectos en cualquiera de los ámbitos del conocimiento, es necesario precisar incrementos, decrementos o aparición de nuevas situaciones que den cuenta de los cambios ocurridos.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Número de doctorados creados</li> <li>-Número de doctorados formados</li> <li>*Desarrollo de redes nacionales e internacionales</li> <li>-Número de Publicaciones en que los mismos dos autores aparecen simultáneamente</li> <li>-Número de Publicaciones en que los mismos tres autores aparecen simultáneamente</li> <li>-Número de Publicaciones en que los mismos cuatro o más autores aparecen simultáneamente</li> <li>-Número de Publicaciones de un solo autor</li> <li>-Número de Publicaciones de dos autores</li> <li>-Número de Publicaciones de tres autores</li> <li>-Número de Publicaciones de cuatro o más autores</li> <li>-Número de veces en que el tema de apoyar la creación o participación en redes fue tratado por el consejo</li> <li>-Número de redes creadas bajo el apoyo del programa</li> <li>-Número de redes a las que se integró Colombia con el apoyo del programa</li> </ul>	
Tecnológico	<p>Productos y procesos tecnológicos: Patentes, Secretos industriales, Registros (software, variedad vegetal, animal), Normas técnicas Producto tecnológico Diseño industrial Esquema de trazado de circuito integrado Nueva variedad (vegetal o animal) o nueva raza Software aplicativo especializado Proceso analítico Proceso instrumental Proceso industrial Proceso terapéutico Proceso pedagógico Prototipo industrial Planta piloto Productos o procesos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Fortalecer la comunidad científica</li> <li>-Número de proyectos orientados al ámbito tecnológico productivo financiados</li> <li>-Montos financiados por año</li> <li>-Número de Investigadores financiados (personas distintas financiadas)</li> <li>-Número de nuevas personas financiadas cada año.</li> <li>-Número de Instituciones distintas del ámbito tecnológico productivo financiadas</li> <li>-Número de nuevas instituciones financiadas cada año.</li> <li>-Número de proyectos conjuntos entre instituciones (incluyendo alguna del ámbito productivo)</li> <li>-Número de proyectos en colaboración</li> <li>*Consolidación de doctorados y maestrías</li> <li>-Número de doctorados formados en áreas tecnológicas</li> <li>-Número de doctorados creados en áreas tecnológicas</li> <li>*Impulsar las relaciones entre la comunidad científica y el ámbito productivo</li> <li>-Número de proyectos con interlocutor del ámbito productivo por año</li> <li>-Número de asesorías realizadas al ámbito productivo por año</li> <li>-Número de proyectos de desarrollo experimental por año</li> <li>-Número de proyectos con Contratos universidad – empresa (General)</li> <li>-Número de veces en que el consejo trata el tema de dar incentivos para inversiones en Ciencia y Tecnología según tipo de discusión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Incremento en el numero de nuevos productos y servicios</li> <li>-Incremento de empresas innovadoras e incubadoras de empresas de base tecnológica</li> <li>-Incremento en la producción (ventas análisis de caso, ventas competitividad, aumento en la producción de un producto)</li> <li>-Incremento en el número de empresas financiadas a través de proyectos</li> <li>-Permanencia (investigadores, grupos, centros)</li> <li>-Incremento en el número de productos en el mercado (mercancías)</li> <li>-Incremento en el número de hectáreas cultivadas con cultivos mejorados gracias a la investigación.</li> <li>-Incremento en las Exportaciones de tecnología y de productos derivados de la I+D</li> <li>-Incremento en el número de IES que han sido financiadas por el programa y que tienen convenios con empresas</li> <li>- Incremento en el número de profesores que han sido financiados por el programa y trabajan en empresas afines con las asignaturas que enseñan en el área del programa</li> </ul>

	<p>protegidos por secreto industrial Servicio técnico Servicio de consultoría Curso de extensión basado en resultados de investigación Otros productos (mapas y cartografía; base de datos de referencia para investigación con información sistematizada; colección biológica de referencia con información sistematizada; secuencia de macromolécula en base de datos de referencia; producto o proceso tecnológico no patentado ni registrado)</p>	<p>*Vincular la I+D en el desarrollo competitivo sostenible nacional -Número de veces en que un resultado de la I+D se ha vuelto un producto de mercado por año. *Fortalecer la capacidad de negociación con el ámbito productivo -Número de capacitaciones realizadas a investigadores para realizar negocios con la industria -Número de oficinas de gestión creadas por iniciativa o con el apoyo del programa -Número de programas orientados a fortalecer la capacidad de negociación con el ámbito productivo creados por iniciativa o con apoyo del programa. *Desarrollo de redes nacionales e internacionales en el ámbito tecnológico-productivo -Número de productos tecnológicos en que los mismos dos autores aparecen simultáneamente -Número de productos tecnológicos en que los mismos tres autores aparecen simultáneamente -Número de productos tecnológicos en que los mismos cuatro o más autores aparecen simultáneamente -Número de productos tecnológicos de un solo autor -Número de productos tecnológicos de dos autores -Número de productos tecnológicos de tres autores -Número de productos tecnológicos de cuatro o más autores -Número de veces en que el tema de apoyar la creación o participación en redes que incluyen al ámbito productivo fue tratado por el consejo -Número de redes que incluyen al ámbito productivo creadas bajo el apoyo del programa -Número de redes que incluyen al ámbito productivo a las que se integró Colombia con el apoyo del programa *Estimular la innovación -Número de proyectos con componente de innovación por año -Número de Patentes obtenidas a partir de proyectos financiados por el programa -Número de variedades vegetales registradas obtenidas a partir de proyectos financiados por el programa</p>	<p><b>- Incremento en el número de conferencistas y consultores que apoyan los programas académicos dictando conferencias de apoyo a las cátedras del área del programa</b> <b>- Incremento en el número de universidades con servicios de extensión (en universidades que han sido financiadas por el programa) para las empresas (cursos virtuales, presenciales, asesorías-producto intangible-, consultorías-con producto tangible-, capacitaciones) en el área del programa</b> - Incremento en el número de cursos de formación demandados por empresas en instituciones apoyadas - Incremento en el número de empresas que invierten en proyectos de Ciencia y Tecnología</p>
<p>Social</p>	<p>Políticas Legislaciones Normas sociales Regulación o norma social, educativa, ambiental o de salud formalmente legalizada</p>	<p>*Socializar los resultados de la CyT -Número de artículos que publican resultados de investigación en medios de divulgación según el medio y por año. -Número de medios escritos, de audio y visuales que publican resultados de investigación por año. -Número de laboratorios que prestan servicios *Vincular la CyT a los procesos de transformación social</p>	<p>-Incremento en el número de usuarios beneficiados por el resultado de alguna investigación -Mejora en la percepción pública del área -Incremento en el número de Familias sembrando cultivos mejorados gracias a la investigación - Incremento en el número de Fincas que adoptan nuevos sistemas de fertilización resultado de</p>

	<p>Productos académicos y tecnológicos apropiados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Número de legislaciones que incluyen asuntos de la CyT</li> <li>-Número de nuevas leyes o normas decretadas a partir de resultados de investigación</li> <li>-Número de nuevos procesos de salud reglamentados a partir de resultados de investigación</li> <li>-Número de nuevas medicinas resultado de una investigación</li> <li>-Número de nuevas vacunas resultado de una investigación</li> <li>-Número de nuevas campañas educativas originadas a partir de resultados de investigación</li> <li>*Apoyar el estudio de los problemas nacionales</li> <li>-Número de concordancias de temas estudiados con temas propuestos en los Planes de Desarrollo, Conpes</li> <li>*Promover una sociedad económicamente competitiva</li> <li>-Número de innovaciones llevadas a cabo en empresas apoyadas por el programa</li> <li>-Número de proyectos con componente competitivo y social apoyados por el programa</li> </ul>	<p>investigación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento en el número de Fincas que adoptan nuevos sistemas de control de plagas resultado de investigación.</li> <li>- Incremento en el número de Fincas que adoptan nuevos sistemas de siembra resultado de investigación</li> <li>- Incremento en el número de Personas beneficiadas gracias a nuevas leyes o normas decretadas producto de investigación</li> <li>- Incremento en el número de Personas beneficiadas por un nuevo proceso de salud</li> <li>- Incremento en el número de Personas beneficiadas por una nueva medicina</li> <li>- Incremento en el número de Personas beneficiadas por una nueva campaña educativa producto de investigación</li> <li>- Incremento en el monto de importaciones de bienes y servicios</li> <li>- Incremento en el Monto de exportaciones de bienes y servicios</li> <li>- Incremento en el Monto de exportaciones de productos primarios</li> <li>- Incremento en el Monto de exportaciones de manufacturados</li> <li>-Monto de exportaciones de productos de alta tecnología</li> <li>- Incremento en la tasa de transferencia tecnológica</li> </ul>
--	--	--	---

## Definición de los indicadores de resultados

Una vez identificadas las herramientas con las cuales se pueden materializar los temas relevantes, se procede a definir los indicadores correspondientes a cada uno de ellos dentro de la misma estructura de la matriz.

A continuación se dan algunos ejemplos de indicadores posibles que se pueden construir sobre la matriz de análisis de indicadores.

### Indicadores de producto

**Indicador de producción académica:** corresponde a la suma de los pesos de los productos de tipo académico originados de proyectos financiados por el Programa de CyT, producidos entre 1991 y 2002.

$$ProducciónAcadémica = \sum_{j=1}^k (p_j \sum_{i=1}^n P_i)$$

donde  $i=1, \dots, n$  corresponde al número de productos del tipo  $j$ , cuyo peso está dado por  $p_j$ ;  $k$  corresponde a la cantidad de tipos de producto incluidos, un tipo son por ejemplo los artículos. Los pesos de los productos deben ser determinados según el criterio del evaluador.

**Indicador de producción tecnológica:** corresponde a la suma de los pesos de los productos con vocación tecnológica originados de proyectos financiados por el Programa de CyT, producidos entre 1991 y 2002.

$$ProducciónTecnológica = \sum_{j=1}^k (p_j \sum_{i=1}^n P_i)$$

donde  $i=1, \dots, n$  corresponde al número de productos del tipo  $j$ , cuyo peso está dado por  $p_j$ ;  $k$  corresponde a la cantidad de tipos de productos tecnológicos incluidos, un tipo son por ejemplo los diseños industriales. Los pesos de los productos están determinados por el criterio del investigador

**Indicador de producción social:** corresponde a la suma de los pesos de los productos con vocación social originados de proyectos financiados por el Programa de CyT, producidos entre 1991 y 2002.

$$ProducciónSocial = \sum_{j=1}^k (p_j \sum_{i=1}^n P_i)$$

donde  $i=1, \dots, n$  corresponde al número de productos del tipo  $j$ , cuyo peso está dado por  $p_j$ ;  $k$  corresponde a la cantidad de tipos de productos con vocación hacia la sociedad general incluidos,

un tipo son por ejemplo las normas sociales. Los pesos de los productos están determinados por el criterio del investigador

### **Indicadores de logro**

#### ***Indicador de participación en redes:***

Se obtiene como una combinación de la participación en redes nacionales y en redes internacionales. Se obtiene un indicador por separado para cada tipo de red. El indicador de redes internacionales se obtiene a partir de el número de redes internacionales a las que pertenece el país en el área del programa impulsadas por éste (RIAP) en relación al total de redes internacionales existentes en el área a las que el país pertenece (RI). El indicador de redes nacionales se obtiene a partir del número de redes nacionales existentes en el área y que son apoyadas por el programa (RNAP) en relación con el número de redes nacionales existentes en el área (RN).

$$RedesInternacionales = \frac{RIAP}{RI} + \frac{RNAP}{RN}$$

#### ***Indicador de producción conjunta (IPrConjunta):***

Se obtiene de una combinación de indicadores de producción conjunta con diferente número de actores. Primero se definen indicadores para cada caso:

***Indicador de producción conjunta de dos autores (PrConjuntaDos):*** se obtiene el número de publicaciones en que los mismos dos autores aparecen simultáneamente y luego se calcula el promedio de apariciones conjuntas de todos los grupos de dos autores.

$$PrConjunta\ Dos = \frac{\sum_{i=1}^n Pd_i}{n}$$

donde  $Pd$  es el número de publicaciones en que la pareja  $i$  aparece simultáneamente y  $n$  es el total de parejas.

***Indicador de producción conjunta de tres autores (PrConjuntaTres):*** se obtiene el número de publicaciones en que los mismos tres autores aparecen simultáneamente y luego se calcula el promedio de apariciones conjuntas de todos los grupos de tres autores.

$$PrConjunta\ Tres = \frac{\sum_{i=1}^n Pt_i}{n}$$

donde  $P_t$  es el número de publicaciones en que el trío de autores  $i$  aparece simultáneamente y  $n$  es el total de grupos de tres autores.

**Indicador de producción conjunta de cuatro o más autores (PrConjuntaCuatroM):** se obtiene el número de publicaciones en que los mismos cuatro o más autores aparecen simultáneamente y luego se calcula el promedio de apariciones conjuntas de todos los grupos de cuatro o más autores.

$$\text{PrConjunta CuatroM} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{C_i}}{n}$$

donde  $P_c$  es el número de publicaciones en que el grupo de cuatro o más autores  $i$  aparece simultáneamente y  $n$  es el total de grupos de cuatro o más autores.

El Indicador final de producción conjunta se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IPrConjunta} = s_d \text{PrConjunta Dos} + s_t \text{PrConjunta Tres} + s_c \text{PrConjunta CuatroM}$$

Donde  $S$  corresponde al peso de cada indicador según la importancia que se le quiera dar a la cantidad de autores que trabajan en conjunto, así,  $S_d$  es el peso para los grupos de dos autores,  $S_t$  es el peso para los grupos de tres autores y  $S_c$  es el peso para los grupos de cuatro autores o más.

### Indicadores de efecto

#### **Indicador de Incremento en las publicaciones de un solo autor:**

Se calcula el porcentaje de publicaciones de un solo autor en un año inicial que para el caso puede ser 1991. Posteriormente se calcula el porcentaje de publicaciones de un solo autor en un año final que puede ser 2002. Se calcula la diferencia y se obtiene el incremento (o disminución) en las publicaciones de un solo autor.

#### **Indicador de Incremento en las publicaciones de dos autores**

Se calcula del mismo modo que para el caso de un autor.

#### **Indicador de Incremento en las publicaciones de tres autores**

Se calcula del mismo modo que para el caso de un autor.

#### **Indicador de Incremento en las publicaciones de cuatro o más autores**

Se calcula del mismo modo que para el caso de un autor.



***Indicador de publicaciones de los grupos en el tiempo:*** se trata del número promedio de publicaciones bianuales de los grupos de investigación que han sido financiados por los programas de CyT. Este número nos indica la permanencia o no de los grupos en el tiempo.

***Tasa de crecimiento promedio anual de publicaciones:*** se calcula año a año el número de publicaciones originadas de proyectos financiados por Colciencias. Posteriormente se calcula la tasa de crecimiento promedio anual.

***Indicador de grupos financiados que han permanecido en el tiempo:*** se calcula el número de grupos que han permanecido activos desde un año inicial que puede ser 1991 hasta un año final que puede ser 2002 y se divide sobre el total de grupos existentes en el año inicial. Si fueron creados después de 1990 y antes de 2000, se tiene en cuenta desde su año de creación hasta 2002.

### **Metodología para la construcción de indicadores de estructura para el análisis de redes**

Los tipos de redes que se expusieron en la página 23, pueden ser construidos con la información que se recolecta en la *matriz de análisis*. Con la teoría de análisis de redes sociales<sup>1</sup> podemos analizar la información agragada en materia de: co-autorías, co-citaciones y proyectos conjuntos entre instituciones y tipos de instituciones. Las matrices construidas se pueden analizar mediante softwares como *NetMiner* o *Ucinet*, aplicando las pruebas que estas herramientas brindan.

Mediante *NetMiner* podemos hacer exploraciones generales de la red, en cuanto a su estructura, los clúster que se forman y el rol de cada uno de los actores dependiendo de los tipos de pruebas que se empleen en cada caso. La aplicación permite ver en planos bidimensionales y tridimensionales la composición de la red.

Las redes cognitivas se analizan a través de las temáticas trabajadas en la investigación y para ello se emplean indicadores lexicométricos. Con las palabras clave y con los títulos de los proyectos se obtienen estos indicadores (Whittaker, 1989), los cuales pueden ser construidos a través de herramientas como *leximappe* y *Spad*.

A través de *Leximappe* se puede hacer un análisis de co-ocurrencias que permite ver la estructura de las ideas en un espacio euclidiano a partir de las relaciones entre las palabras que hacen parte del corpus agregado de la investigación que aborda un programa nacional de ciencia y

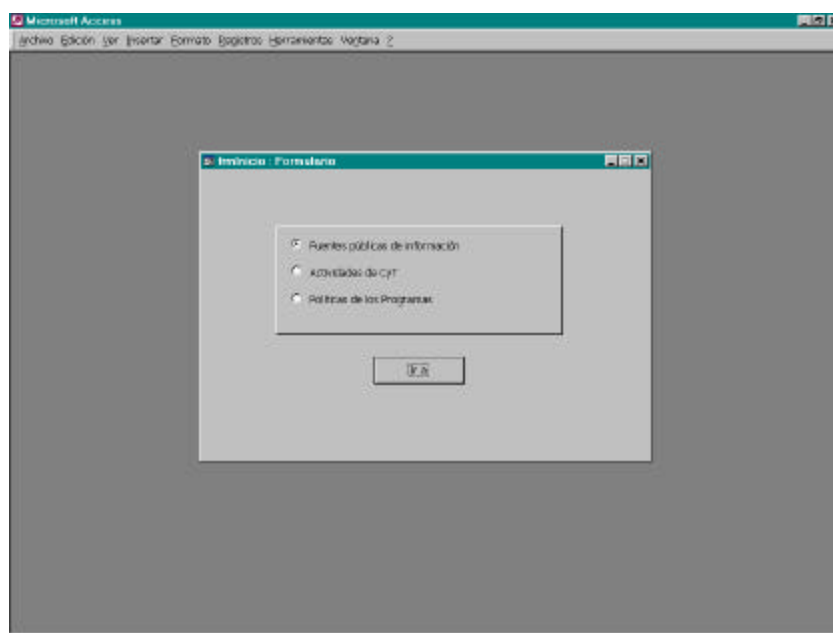
---

<sup>1</sup> Las posibilidades de estos análisis se encuentran en Wasserman y Faust, 1994 y Degenne y Forsé, 1999

tecnología. Consiste básicamente en representar las palabras que con mayor frecuencia se relacionan con otras. Hay grupos de palabras que aparecen frecuentemente juntas y por ello forman un clúster que es representado en un plano bidimensional por la palabra que más relaciones tiene. Así mismo, en el plano aparecen las palabras que representan a los diferentes tipos de clúster y las relaciones de proximidad que existen entre ellos. La principal característica de este análisis consiste en que la situación de las palabras se determina de acuerdo con valores de densidad y centralidad. La centralidad indica que el grupo de palabras está conectado a gran número de otros temas, es decir, el grado de vinculación entre un clúster y otro clúster, mientras que la densidad mide la cohesión interna de cada clúster, o sea la intensidad de las relaciones entre las palabras que componen el grupo.

### **Instrumento de captura de la información propuesta**

El instrumento nos permite vincular las unidades de información para el análisis de las relaciones entre programas, proyectos, instituciones, resultados de las actividades científicas y tecnológicas; así como establecer los vínculos entre las temáticas trabajadas en los consejos de los programas nacionales, las palabras clave de los proyectos y las temáticas clave de impacto. El instrumento propuesto nos permite sistematizar las nociones de impacto, ámbitos y resultados de las actividades de ciencia y tecnología, y articularlos con la ejecución misma de la política de los programas nacionales de ciencia y tecnología. También permite ver los tres niveles del programa y cómo estos interactuaron a través del tiempo para alcanzar objetivos trazados.



### Módulo de políticas de los programas

**Impacto - [Acto]**

archivo edición insertar formato registros herramientas ventana 1

Acta No. 1 Fecha 17/12/01

Acto: Discusión [Proyecto]

Programa: Tecnología

Asistentes:

Asistencia	Miembro o Miembro que Representa	Delegado
Caraballo Cecilia Luis	investigadores	<input type="checkbox"/>
Torres Conzaco Ricardo	Secretaría Técnica	<input type="checkbox"/>
Morales Castaño Dolly	investigadores	<input type="checkbox"/>
Milaveco Cardozo José Luis	Secretaría Técnica	<input type="checkbox"/>
Fordó Pinelo Clemente	Director de Colecciones	<input type="checkbox"/>
Hudson de Jarama Elizabeth	investigadores	<input type="checkbox"/>
Peñafiel Pavia Ricardo Heredia	Secretaría Técnica	<input type="checkbox"/>
Alegria Soto Álvaro Hernán	investigadores	<input type="checkbox"/>
Linares Mauricio	Sector productivo	<input type="checkbox"/>

Registros: 14 de 1 a 14 de 10

Proyectos:

Número total de solicitudes: 4

Número de solicitudes aprobadas: 3

Número de solicitudes aplicadas: 1

Registros: 14 de 1 a 14 de 10

Vista Formulario

**Impacto - [Acto]**

archivo edición insertar formato registros herramientas ventana 2

Acta No. 12 Fecha 28/07/00

Acto: Discusión [Proyecto]

Discusión:

El Consejo Álvaro Alegria afirma que la Universidad del Valle por intermedio de BIOTEC ha efectuado contactos para desarrollar los programas de Biotecnología en Educación Básica Secundaria y abrió un espacio en la universidad destinado a los profesores que deseen incorporar en Biotecnología. También cabe mencionar que estos programas pueden darse dentro de las actividades previstas en el marco del convenio con el Consejo Británico.

Auto-Oficina: Álvaro Soto Álvaro Hernán

Acción: Coordinar cooperación internacional

Sitio(s): Itango

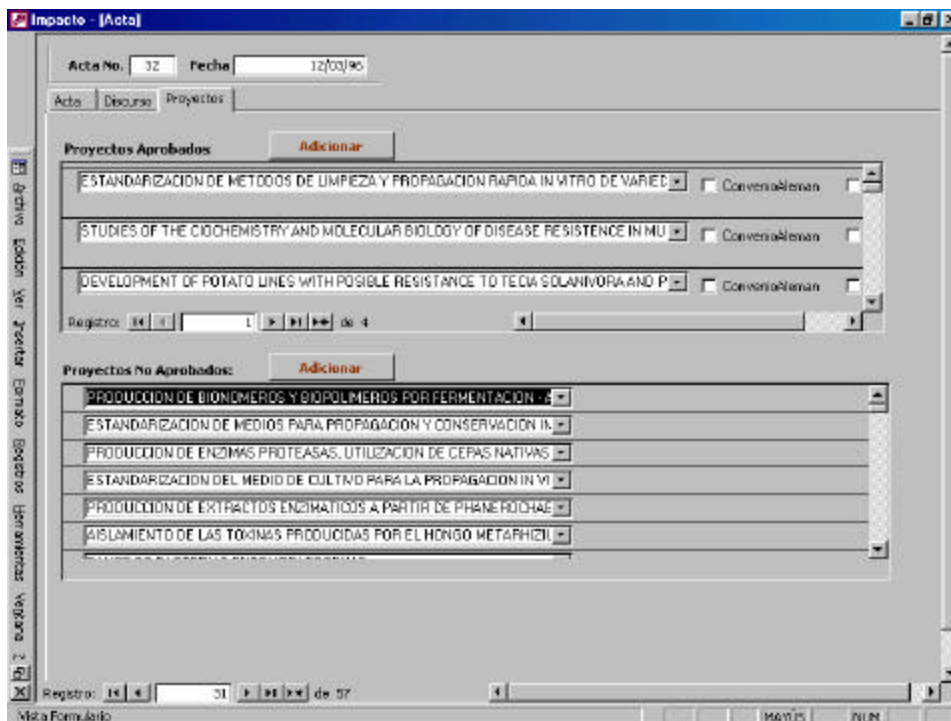
Temática(s):

- Consejo Británico
- BIOTEC
- Vincular a profesores de Educación Básica Secundaria

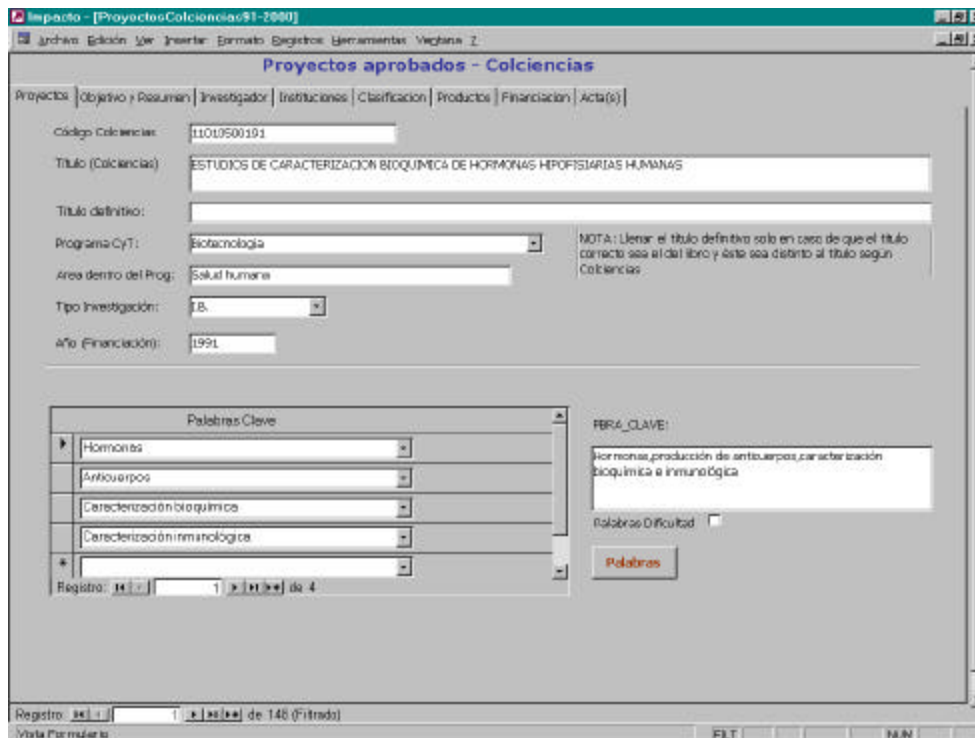
Registros: 11 de 1 a 11 de 5

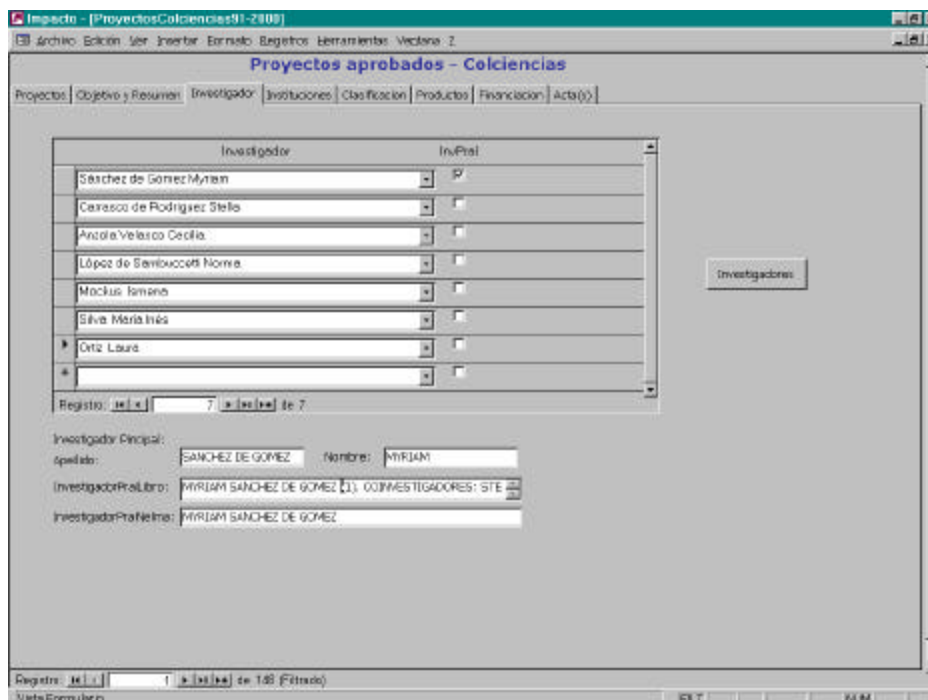
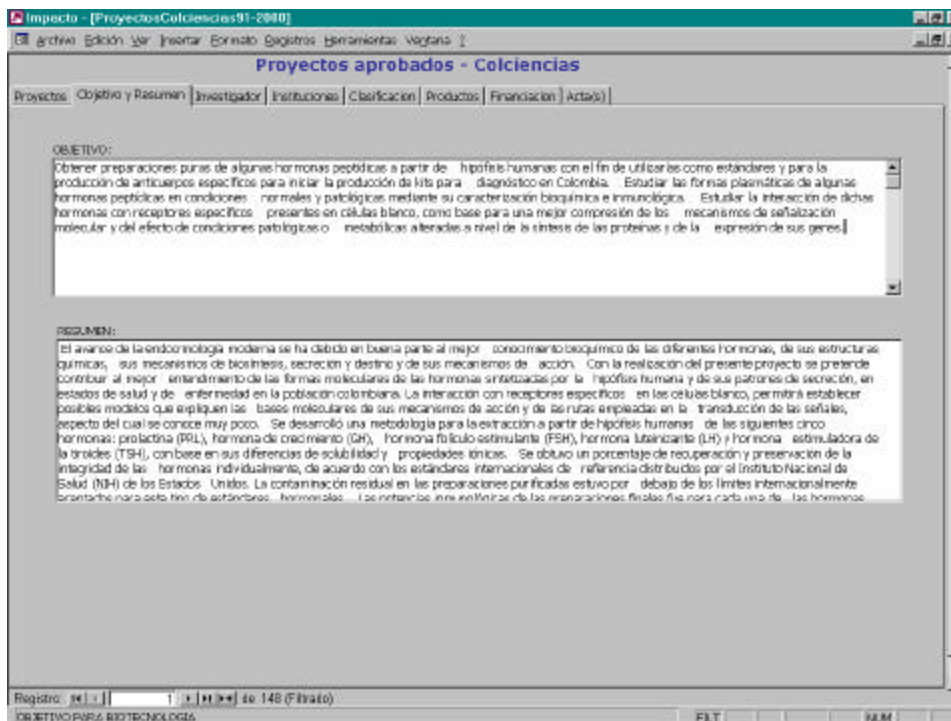
Registros: 14 de 1 a 14 de 10

Vista Formulario



### Módulo de actividades de CyT





**Proyectos aprobados - Colciencias**

Proyectos | Objeto y Resumen | Investigador | Instituciones | Clasificación | Productos | Financiación | Acta(s)

**Institución Ejecutora**

Institución(es)

Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá, Bogotá

DIRECCIÓN DE POLICIA JUDICIAL, Bogotá

Registro: 11 de 3 de 3

ENTIDAD: DIRECCION DE POLICIA NACIONAL

**Institución Financiadora o Colaboradora**

Institución Colaboradora

Registro: 11 de 1 de 1

Añadir institución

Registro: 11 de 2 de 140 (Filtrado)

Vista Formulario

**Proyectos aprobados - Colciencias**

Proyectos | Objeto y Resumen | Investigador | Instituciones | Clasificación | Productos | Financiación | Acta(s)

Objetivo socioeconómico Frascati: Desarrollo de la agricultura, silvicultura y pesca

**Clasificación UNESCO**

Area UNESCO: CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Especialidad UNESCO: 24 - CIENCIAS DE LA VIDA

Disciplina UNESCO: 2425 - BIOLOGIA MOLECULAR

Clasificación

Clasificación Canada (DEA): Bio-Informática- Modelamiento Molecular y Genómico (DNA/RNA secuenciación de proteínas y bases de datos para hu)

Registro: 11 de 3 de 148 (Filtrado)

Vista Formulario

Impacto - [ProyectosColciencias91-2000]

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

### Proyectos aprobados - Colciencias

Proyectos | Objetivo y Resumen | Investigador | Instituciones | Clasificación | Productos | Financiación | Acta(s)

**Productos**

Producto

El virus de la tristeza de los cítricos : una grave amenaza para la cítricultura colombiana. Evidencias epidemiológicas

Registro: 1 de 1

Publicación: El virus de la tristeza de los cítricos : una grave amenaza para la cítricultura colombiana. Evidenci...

Tipo Producto (Cuando solo se tiene esta información y no hay datos del producto)

Tipo de Producto Obtenido	Cuántos
Artículos de investigación	

Registro: 1 de 1

Registro: 3 de 148 (Filtrado)

Meta Formulada

Impacto - [ProyectosColciencias91-2000]

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

### Proyectos aprobados - Colciencias

Proyectos | Objetivo y Resumen | Investigador | Instituciones | Clasificación | Productos | Financiación | Acta(s)

Nº CT: 142-97

NUMEROCT: 142-97

Información de BD de Neima:

MONTO_SOLC:	126,6	MONTO_SOLICITADO:	76500000
MONTO_SOON:	127,5	MONTO_APROBADO_COLO:	76500000
MONTO_STOT:	254,1	CONTRAPARTIDA:	93000000
MONTO_ACOL(A):	76	MONTO TOTAL:	169500000
MONTO_ACOL(B):	76	AÑO_SOLICITUD:	1997
MONTO_A3M1:		AÑO_CONTRATO:	
MONTO_A3M2:		AÑO_COMBINADO:	Nombre
MONTO_A3M3:		DURACION_MESES:	24
MONTO_ACON(A):	\$ 93,00		
MONTO_ACON(B):			
MONTO_ATOT(A):	\$ 168,20		
MONTO_ATOT(B):			
FEC_FIRMICT:	20/07/97		
FEC_1ADICI:			
MONTO_1ADI:			
FEC_2ADICI:			
MONTO_2ADI:			
FECHA:	27/12/96		

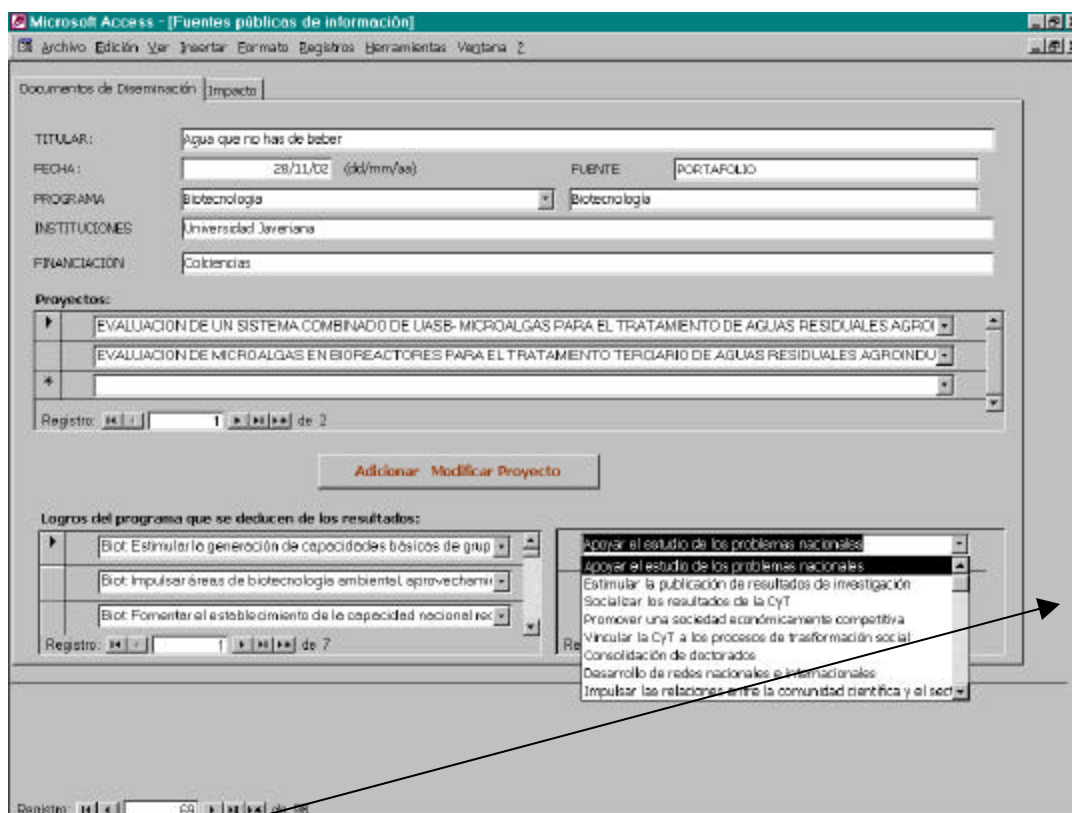
Registro: 6 de 148 (Filtrado)

BD de Neima. Construido OCYT

### Módulo de fuentes públicas de información

Las fuentes prototipo para el ejemplo presentado son las separatas de portafolio “Innovación y desarrollo” y las noticias de El Tiempo “Colombia: ciencia y tecnología” debido a que dichas fuentes provienen de la información suministrada por la oficina de divulgación de COLCIENCIAS y vinculan, en su mayoría, explícitamente los proyectos financiados por esta entidad. La información extraída de estos documentos de diseminación relaciona a los proyectos de investigación con los resultados de los mismos y de cambios en la sociedad que se derivaron de éstos. Dada su capacidad vinculadora de proyectos y sus resultados, estos documentos constituyen la materia prima de nuestro caso de estudio piloto.

Se recoge la información básica de la fuente y se hace el vínculo con los proyectos; y de la información de la fuente se procede a hacer el análisis de los resultados y del mismo cambio.



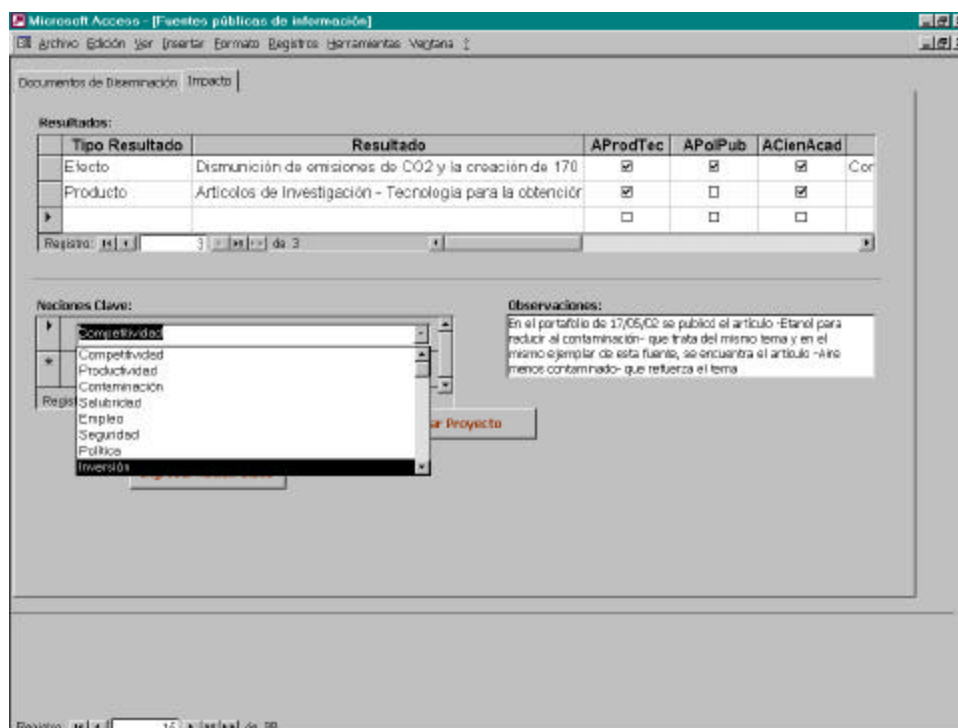
Se relacionan los logros del programa, los cuales constituyen las propuestas hechas por éste en sus dos etapas y que se encuentran tanto en los libros de 1992 como en los planes estratégicos; esto nos permite abordar el campo de análisis de logros.

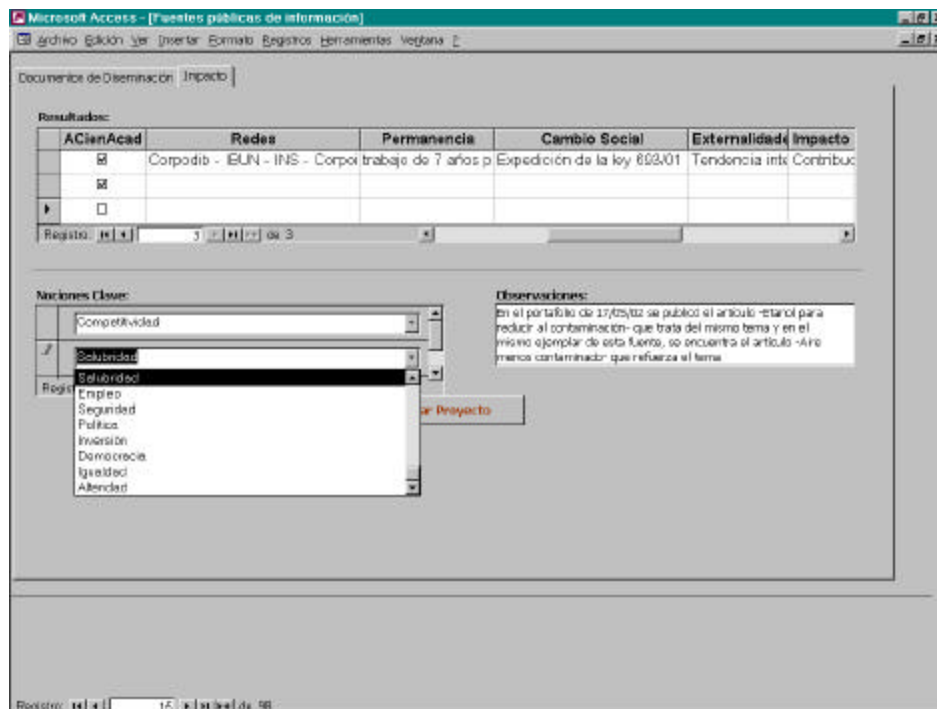
Posteriormente se recoge la información de los productos, mostrándolos en relación con los ámbitos en los que se evidencia un cambio o una influencia; y finalmente se hace el análisis de los



efectos que en la sociedad colombiana tuvieron esos proyectos, para lo cual existen los campos de indicadores antes descritos

En el indicador de redes se listan las instituciones que participaron en el impacto, en el de permanencia se escribe el tiempo de trabajo para lograr el impacto, en el de cambio social se describen los cambios que se generaron, como adopción de tecnologías, uso general de un producto, legislaciones etc., en externalidades se manejan los factores que, fuera de la actividad científica y tecnológica, contribuyeron a generar el impacto, en el impacto tecnológico se explicitan los beneficios económicos generados, en el impacto social se ilustran los beneficios sociales como salud pública, generación de empleos, apertura de oportunidades, etc. Y por último en el impacto ambiental, se muestran los beneficios alcanzados para el medio ambiente. Finalmente, las temáticas clave deben sintetizar el caso en los aspectos que tuvo repercusión, repercusiones que cuentan con indicadores asociados como la productividad, el empleo, la salud, etc.





Con un gran número de casos sistematizados, cada uno de los campos de indicadores del impacto y temáticas clave deben convertirse en un Tesauro que permita controlar las nociones y en sí la medida de los efectos en agregado.

Con el instrumento se pueden analizar relacionamente las instituciones entre los diferentes programas, así como su articulación dentro del Sistema nacional de ciencia y tecnología. Las temáticas (palabras clave) trabajadas en los proyectos se pueden relacionar tanto con las temáticas clave del análisis de impacto, como con las temáticas tratadas en las actas, y ver sus implicaciones en la generación de cambios sociales y ambientales, y su convergencia hacia metas sociales.

La correlación de la inversión en actividades de ciencia y tecnología con los cambios registrados en los indicadores de desarrollo humano, permitirá acercarnos al entendimiento de los aportes generados por la ciencia y sus aplicaciones, a los demás efectos que se gestan en el proceso heterogéneo de las redes tecno económicas y de la competitividad entendida sistémicamente.

Comprender los niveles de relaciones entre estos grupos sociales permite formular políticas con menor incertidumbre de la existente y evaluar los programas como articuladores de cambio.

Se pueden ver las dinámicas sociales que se gestan sobre las actividades científicas y tecnológicas, examinando las congruencias de impacto entre los ámbitos propuestos y los polos en

los que existen los actores. Los indicadores pueden medir la densidad de las instituciones que se relacionan para obtener resultados sobre unos ámbitos y una temáticas, caracterizando la competencia de cada uno en su polo dentro de la red (indicador de redes). Permite medir sus lazos en intermediadores como el flujo de dinero, eventos, normatividades, etc. (indicador de incentivos); analizar los tiempos en que las diversas actividades entre actores terminan en impactos (indicador de permanencia); analizar la adopción social de los avances en conocimiento, procedimientos y artefactos de producción, así como en bienes y servicios (indicador de cambio social); observar los factores que, fuera de las actividades científicas y tecnológicas que se gestan en la red, influyeron en los efectos producidos (indicador de externalidades); y dar cuenta de los beneficios económicos, sociales y ambientales que se crearon.

Desafortunadamente la información actual no permite contar con datos para todos los campos requeridos en el proceso de medición; la construcción de esta información requiere de un trabajo ingente para la integración de fuentes de información, y normalización de datos cualitativos y determinísticos<sup>2</sup>.

### **Caso piloto para la metodología: Programa Nacional de Biotecnología**

Los programas nacionales de ciencia y tecnología han movilizado investigadores hacia temáticas consideradas de prioridad nacional, fundamentalmente financiando proyectos de investigación y organizando eventos para integrar a la comunidad científica en debates que generen y definan metas más estructuradas, económicamente viables y científicamente factibles. La política enfocada a crear una masa crítica e institucionalizarla en torno a la biotecnología tiene importantes resultados en los ámbitos del impacto, progresivamente se viene incrementando el número de personas, temáticas, acciones de política y niveles sociales que intervienen en las actividades que involucra la biotecnología; se evidencian resultados importantes en materia de regulaciones, protocolos, mercados y el nivel micro como generador de el avance en esta materia.

La decisión de apoyar la biotecnología formando un programa en 1991, y financiando más de 32 mil millones de pesos hasta el 2002<sup>3</sup>; se hizo bajo la premisa del alto potencial que representa la biotecnología, “y su posible impacto en aspectos económicos, sociales, culturales y políticos”

---

<sup>2</sup> Cualitativos como clasificación de las competencias y atributos de los actores, de los proyectos, de las temáticas de política y de impacto (temáticas clave); y determinísticos como la inversión.

<sup>3</sup> La cifra es de 32.002 millones de pesos en precios constantes de 2002 en base al IPC. Fuente: Colciencias, Cálculos OCyT y Uniandes

(Hodson, Forero y Carrizosa 2003 p. 60). “La biotecnología tiene mucho que ofrecer y puede tener un impacto positivo en la seguridad alimentaria y en la sostenibilidad de la agricultura, en la salud, en la utilización y valoración de nuestra biodiversidad” (De Peña, 2002 p. 13).

Así mismo su aporte para los sectores agropecuario, industrial, medioambiental, salud, recursos genéticos y biodiversidad, hacen de la biotecnología el área de mayor importancia estratégica en el mundo moderno, la cuál tiene un alto componente de innovación y competitividad. “Sin duda la biotecnología representa un factor crítico para la economía de los países en vías de desarrollo. De un lado, ofrece grandes oportunidades para reforzar la competitividad de sus productos tradicionales y para aprovechar los nuevos mercados que se están abriendo con sus aplicaciones, pero, por otro lado, la falta de incorporación de la biotecnología plantea serias amenazas, a causa de la pérdida de competitividad rente a los países que están aplicando innovaciones biotecnológicas en forma creciente”. (De Peña, 2002 p. 12).

Para el año 1991 se contaba con 20 instituciones con programas biotecnológicos y 10 laboratorios importantes, también se contaba con 25 investigadores con doctorado y 33 con maestría (Colciencias, 1993); es decir una comunidad emergente y pequeña en relación a los demás programas nacionales.

Ya en 1992 se contaba con 204 profesionales dedicados a la investigación en biotecnología, 29 de ellos con doctorado y 49 con maestría. En 1995 se publica por parte de Colciencias el “Directorio de biotecnología. Colombia” donde se listan los investigadores que trabajan en el ámbito de preocupaciones que enmarca la actividad biotecnológica nacional; se contaba para esta fecha con 251 investigadores, 48 con doctorado y 62 con maestría.

En diciembre de 1996 se crea el nodo Colombia dentro del sistema de información de Simbiosis que patrocinó el departamento de asuntos científicos y tecnológicos de la Organización de los Estados Americanos – OEA, lo cual permitió incrementar las relaciones internacionales de los investigadores, así como sus relaciones dentro del país. En el periodo de 1991 a 1997 se formaron 74 grupos de investigación (Hodson y Aramendis, 1999) y ya para 1998 se contaba con 532 investigadores, 90 con doctorado y 138 con maestría. (Colciencias, 1999).

En marzo del 2003 se finaliza la primera etapa del programa cooperativo para la construcción de indicadores en biotecnología y tecnología de alimentos que auspicia la OEA; se tiene una cifra de 854 investigadores que se encontraron vinculados a grupos que tenían al menos un proyecto con componentes biotecnológicos entre 1998 y el 2002, el 29% con maestría y el 19%

con doctorado; se encuentran también 184 grupos de investigación y 76 instituciones que trabajan en biotecnología (Carrizosa, Orozco y Melo. 2003).

Por otra parte las convocatorias a unidades de investigación que se han realizado en el país, muestran la evolución en el grado de respuesta de los investigadores a ser reconocidos socialmente. La convocatoria hecha por Colciencias a los grupos y centros en 1998, solicitó información desde 1993; allí encontramos que se presentaron entre grupos y centros 9 unidades de investigación para el programa nacional de biotecnología. (Charum, Pardo, Montenegro y Olaya, 1998). En la convocatoria de grupos y centros 2000, que recogió información desde 1996, se encontraron 21 unidades de investigación<sup>4</sup>, y en la convocatoria que realizó Colciencias y el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología en el 2002, tenemos 56 grupos reconocidos y 56 no reconocidos<sup>5</sup>.

<b>Personas/año</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1995</b>	<b>1998 (2000)</b>	<b>2002</b>
<b>Maestría</b>	<b>33</b>	<b>49</b>	<b>62</b>	<b>138</b>	<b>248</b>
<b>Doctorado</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>48</b>	<b>90</b>	<b>162</b>
<b>Total investigadores</b>		<b>204</b>	<b>251</b>	<b>532</b>	<b>854</b>
<b>Grupos</b>				<b>74</b>	<b>184</b>
<b>Grupos/convocatoria</b>				<b>9 (21)*</b>	<b>112</b>

Convocatoria de grupos y centros 2000

La dificultad para la medición del impacto de una política programática, radica en que no puede hacerse desconociendo sus incidencias en la productividad, en el sistema jurídico y en especial en los usuarios y beneficiarios directos e indirectos de los avances de la investigación y desarrollo (I+D). La decisión de formar una comunidad biotecnológica nacional con proyección internacional sin duda ha sido uno de los impactos más importantes del programa. Esta masa crítica ha permitido que se consolide una capacidad para investigación en biotecnología

Los sistemas productivos que se desarrollan sobre las particularidades y las ventajas comparativas de los territorios, generan un interés especial en sus habitantes por ciertos productos,

<sup>4</sup> ver <http://www.ocy.org.co/CapCyT/TablasEstadisticasGyC.htm>

<sup>5</sup> ver <http://pamplonita.colciencias.gov.co:8080/grupos.war/grupos/Resumen/programa.do>

donde se empiezan a definir sistemas regionales de innovación, que se componen fundamentalmente personas e instituciones que se relacionan entre si, creando un tejido social compuesto de gran complejidad, donde las actividades científicas, tecnológicas, comerciales y competitivas empiezan a ser convergentes. La biotecnología en el país ha tenido una transformación importante en su concepción; ha dejado de ser un área en si misma y ha pasado a ser un área al servicio de los sectores agrícola, pecuario, industrial, salud y medioambiente.

El programa nacional de biotecnología definió como una de sus metas principales el fortalecimiento de la capacidad científica nacional y la promoción de desarrollos en productos y procesos que apoyen la productividad y la competitividad nacional. Esta capacidad científica, que se encuentra en las personas disciplinadas e interesadas en el tema, así como en los bienes materiales para la producción del conocimiento, se ha buscado su articulación con las empresas, de forma tal que los avances en la investigación puedan pasar a un plano de beneficio social mayor que el que tienen en el ámbito meramente académico.

El programa puede ser considerado como una red, en la cual se coordinan y movilizan recursos y personas sobre temas para obtener resultados. Los actores establecen entre si diferentes tipos de vínculos; cada tipo de vinculación define subredes, o grupos que se unen bajo un interés común, y los hace convergentes en la acción.

La coordinación de las acciones de las subredes se puede generar por elementos intermediadores que se convierten en objeto frontera como: temática, contrato, territorio-región, directorio de personas e instituciones, citaciones, producción conjunta (artículos, libros, patentes), patentes (propiedad intelectual).

Todos los indicadores propuestos se adaptan para estudiar un programa en particular, de tal manera que cualquier contribución tenida en cuenta para construirlos está completamente ubicada en este caso en el campo de la biotecnología. Por ejemplo, un indicador como el “número de artículos que publican resultados de investigación en medios de divulgación según el medio y por año” se tendrá que analizar como el número de artículos de divulgación que el programa nacional de biotecnología motivó a que se publicaran durante el año. Sin embargo, es interesante conocer el número de artículos publicados en biotecnología en un año, sin importar quien haya sido su impulsador, pues esto nos da cuenta del interés por la biotecnología una vez está consolidado el concepto de que existe un área de investigación que es la biotecnología y nos da cuenta también del nivel de participación del programa.

El primer paso es entonces hacer una introducción para entender los procesos del programa nacional de biotecnología.

A continuación presentamos algunos indicadores que dan muestra de los cambios que surgieron a partir de la acción del programa. En este documento de borrador construimos los indicadores cuantitativos que, con la información que se ha conseguido y depurado, se pueden obtener. En una segunda etapa esperamos obtener la información necesaria para ilustrar toda la metodología.

**Indicadores de Contexto:**

**Contexto del país. Algunos indicadores básicos**

Indicador / Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>Población</b>													
millones de personas	34.97	35.69	36.41	37.13	37.85	38.54	39.30	40.06	40.83	41.59	42.32	43.07	43.83
<b>Población Económicamente Activa (PEA)</b>													
millones de personas	15.22	15.49	15.77	16.18	16.33	16.84	17.03	17.29	17.61	17.87	18.48	20.07	19.99
<b>Producto Bruto Interno (PBI)</b>													
Billones de pesos	20,228.12	26,106.70	33,515.05	43,898.17	57,982.29	73,510.86	89,523.82	110,379.86	141,740.50	149,191.46	169,966.30	187,935.74	203,141.86

Fuente: DANE y DNP.

**Contexto de la Ciencia y Tecnología y del área de conocimiento en donde se encuentra inserto el programa nacional a nivel del país. Algunos indicadores**

Número de grupos que trabajan en el área de biotecnología

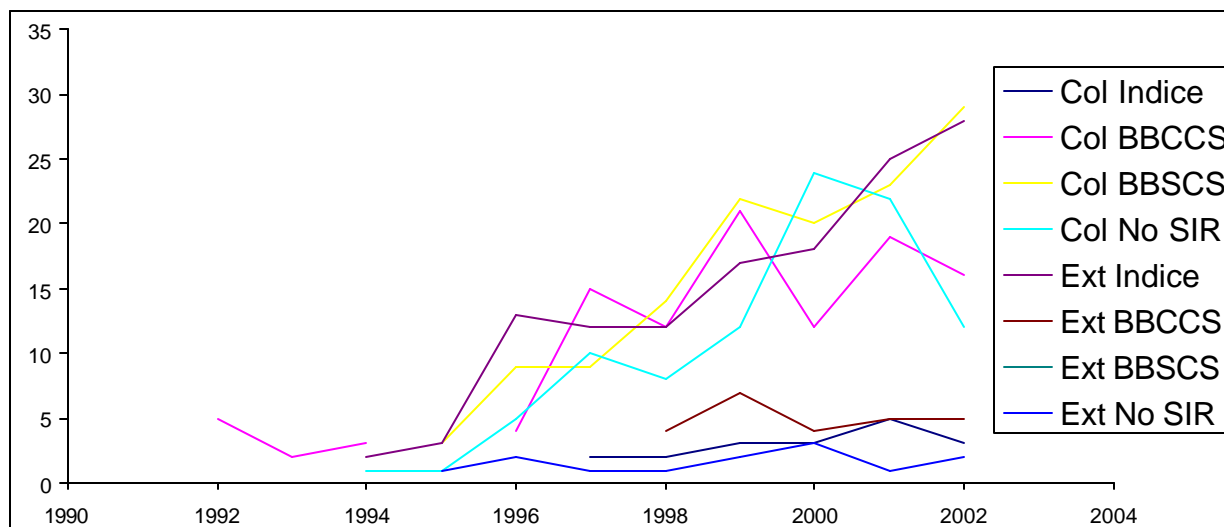
Clasificación	Grupos
Reconocido	56
Registrado Convocatoria No Reconocido	56
Registrado en ScienTI pero no en Convocatoria 2002	13
Total	125

Fuente: Convocatoria de grupos de investigación científica o tecnológica 2002-2003.

Número de Artículos por SIR<sup>6</sup> de la revista y por año según grupos que trabajan en el área de biotecnología

Ámbito SIR	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Col Indice						2	2	3	3	5	3	18
Col BBCCS	5	2	3		4	15	12	21	12	19	16	109
Col BBSCS				3	9	9	14	22	20	23	29	129
Col No SIR	2		1	1	5	10	8	12	24	22	12	97
Ext Indice	2		2	3	13	12	12	17	18	25	28	132
Ext BBCCS				2			4	7	4	5	5	27
Ext BBSCS						1				2		3
Ext No SIR	1			1	2	1	1	2	3	1	2	14
Total	10	2	6	10	33	50	53	84	84	102	95	529

Fuente: Convocatoria de grupos de investigación científica o tecnológica 2002-2003.



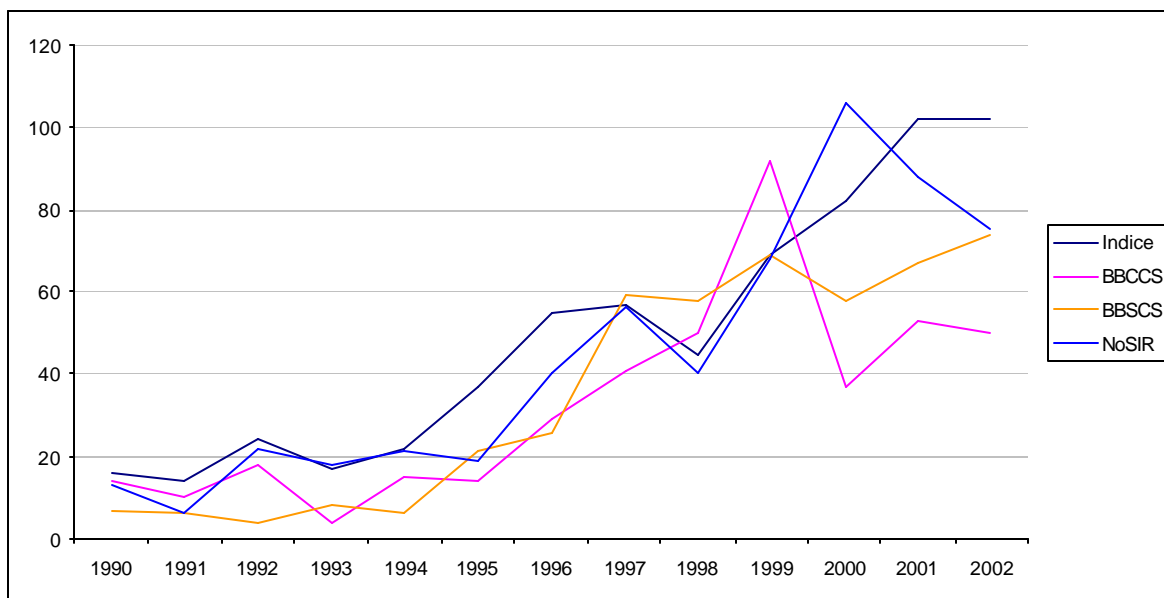
<sup>6</sup> Col Indice (Revista colombiana indexada), Col BBCCS (Revista colombiana en base bibliográfica CON comité de selección), Col BBSCS (Revista colombiana en base bibliográfica SIN comité de selección), Col No SIR (Revista colombiana no indexada), Ext Indice (Revista extranjera indexada), Ext BBCCS (Revista extranjera en base bibliográfica CON comité de selección), Ext BBSCS (Revista extranjera en base bibliográfica SIN comité de selección), Ext No SIR (Revista extranjera no indexada)



Número de Artículos por país extranjero<sup>7</sup> de la revista y SIR y por año según grupos que trabajan en el área de biotecnología

País	Ámbito SIR	1992	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
United States	Ext Indice	1	1	2	7	7	4	6	8	8	9	53
United States	Ext BBCCS							1				1
United States	Ext No SIR						1		1			2
United Kingdom	Ext Indice			1	1	2	3	5	3	7	6	28
United Kingdom	Ext BBCCS							1	2		1	4
United Kingdom	Ext BBSCS									1		1
United Kingdom	Ext No SIR								1		1	2
Brazil	Ext Indice	1	1		3	1	3		1	2	3	15
International	Ext BBCCS						3	3		3	3	12
International	Ext Indice				1	1	1	3	1	1		8
Netherlands	Ext Indice				1				3	4	2	10
Netherlands	Ext BBCCS						1					1
Germany	Ext Indice					1	1			3	1	6
Spain	Ext BBCCS							2	1	1	1	5
Spain	Ext Indice								1		1	2
Spain	Ext No SIR	1									1	2
Russian Fed	Ext No SIR				2			1	1			4
Venezuela	Ext Indice							1	1		2	4
Venezuela	Ext BBCCS			2								2

Fuente: Convocatoria de grupos de investigación científica o tecnológica 2002-2003.



<sup>7</sup> Se consideraron los países con más de tres artículos

Número de Artículos en revistas colombianas por año según grupos que trabajan en el área de biotecnología

Nombre	SIR	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Revista Colombiana de Entomología	BBCCS					4	9	6	7	8	7	8	49
Revista Colombiana de Biotecnología	BBSCS							4	3	4	6	8	25
Acta Agronómica	BBCCS	3	1	2			4	2	8			3	23
Biomédica	Indice						2	2	2	3	5	3	17
Agronomía Colombiana	BBSCS					2	4	2	1	2	1	2	14
Cenicafe	BBSCS						3	1	2	2	4		12
Fitopatología Colombiana	BBCCS	2		1				2	1	1	3		10
Noos	BBSCS						1	2	2	1	3	1	10
Revista Facultad Nacional de Agronomía	BBSCS						1		3	1	1	4	10
Actualidades Biológicas	BBCCS									2	4	3	9
Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias	BBSCS					3			2	4			9
Revista Médica de Risaralda	BBSCS								1	3	1	4	9
Innovación y ciencia	BBCCS						2		1		4		7
Revista de la Facultad de Ingeniería UdeA	BBCCS							1	3	1		2	7
Scientia et Technica	BBSCS								1	3	1	2	7
<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>37</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>218</b>

Fuente: Convocatoria de grupos de investigación científica o tecnológica 2002-2003.

Número de libros y capítulos de libro por año según grupos que trabajan en el área de biotecnología

Tipo Producto	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Libros		2	2	5	3	4	3	10	29
Capítulos de libro	1	2	1	7	3	14	24	4	56

Fuente: Convocatoria de grupos de investigación científica o tecnológica 2002-2003.

Número de productos tecnológicos patentados o registrados por año según grupos que trabajan en el área de biotecnología

Tipo Producto	1999	2000	2001	2002	Total
Diseño industrial registrado		2			2
Producto o proceso patentado	3		4	1	8
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>10</b>

Fuente: Convocatoria de grupos de investigación científica o tecnológica 2002-2003.

**Indicadores de Insumo-Proceso:**

Todos los indicadores sobre los proyectos apoyados por el programa nacional de biotecnología van de 1991 a 2002.

Proyectos por año según tipo de investigación:

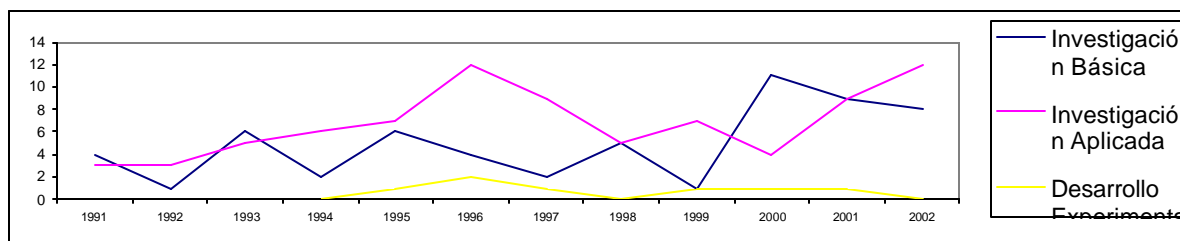
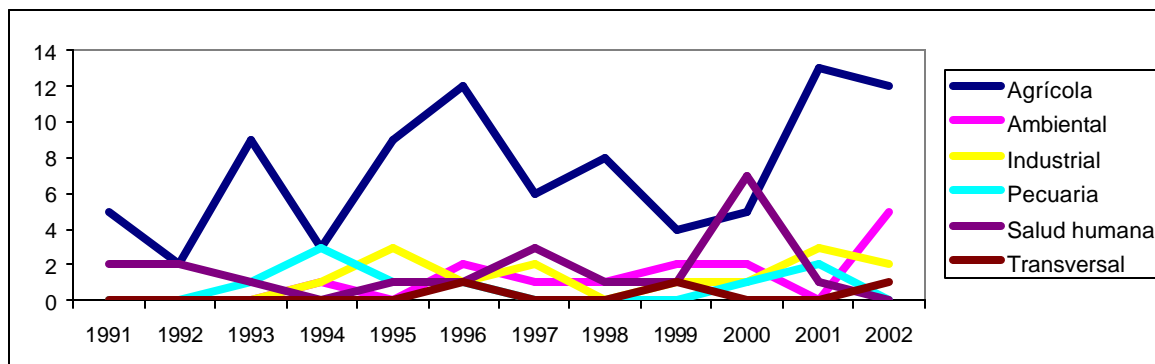
Tipo Investigación	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Investigación Básica	4	1	6	2	6	4	2	5	1	11	9	8	59
Investigación Aplicada	3	3	5	6	7	12	9	5	7	4	9	12	82
Desarrollo Experimental					1	2	1		1	1	1		7
Total	7	4	11	8	14	18	12	10	9	16	19	20	148

Proyectos según área del conocimiento UNESCO

Disciplina UNESCO 3	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Biología molecular	2	4	8	2	8	9	3	4	4	11	10	10	75
Microbiología	1				2	1		2		1	2	4	13
Genética	1			2		2	1	1		1	2	2	12
Ingeniería y tecnología amb.	1			1		1	1		1	1	2	2	10
Biología vegetal			1			1	1	1			1	1	6
Otras esp biológicas				1			2	2				1	6
Tecnología bioquímica					1	1	1		1		1		5
Bioquímica	1				1		1						3
Otras espec agrícolas			1	1		1							3
Inmunología					1						1		2
Ingeniería agrícola	1								1				2
Ingeniería y tecno químicas					1					1			2
Otras áreas			1	1		2	2		2	1			9
Total	7	4	11	8	14	18	12	10	9	16	19	20	148

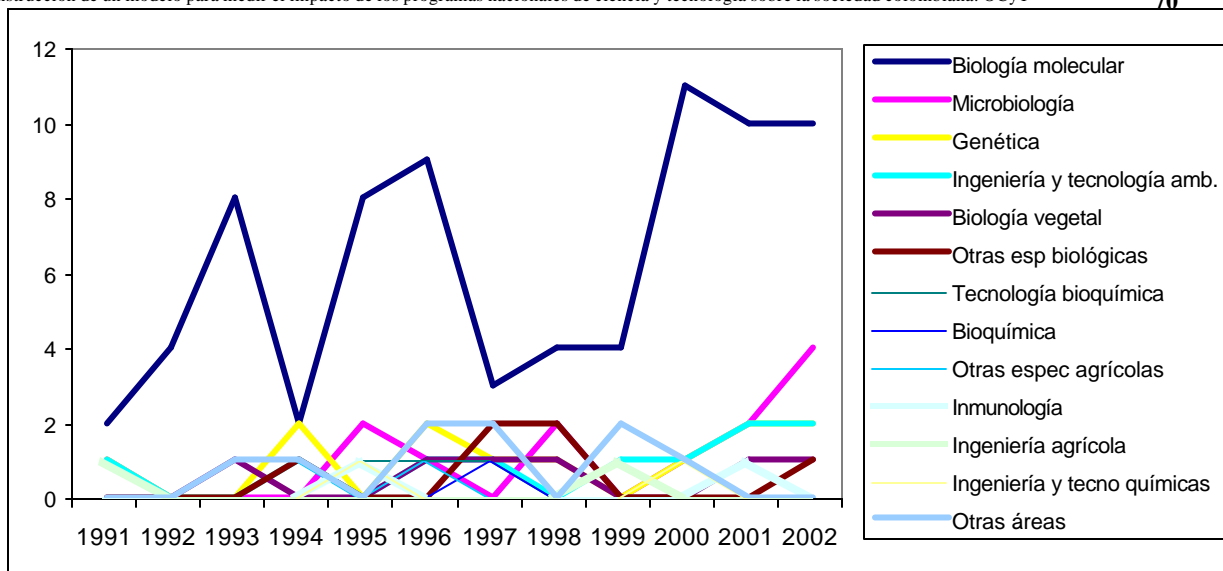
Proyectos según área dentro del programa de biotecnología:

Área Biotecnología	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Agrícola	5	2	9	3	9	12	6	8	4	5	13	12	88
Salud humana	2	2	1		1	1	3	1	1	7	1		20
Ambiental				1		2	1	1	2	2		5	14
Industrial				1	3	1	2		1	1	3	2	14
Pecuaría			1	3	1	1				1	2		9
Transversal						1			1			1	3
Total	7	4	11	8	14	18	12	10	9	16	19	20	148



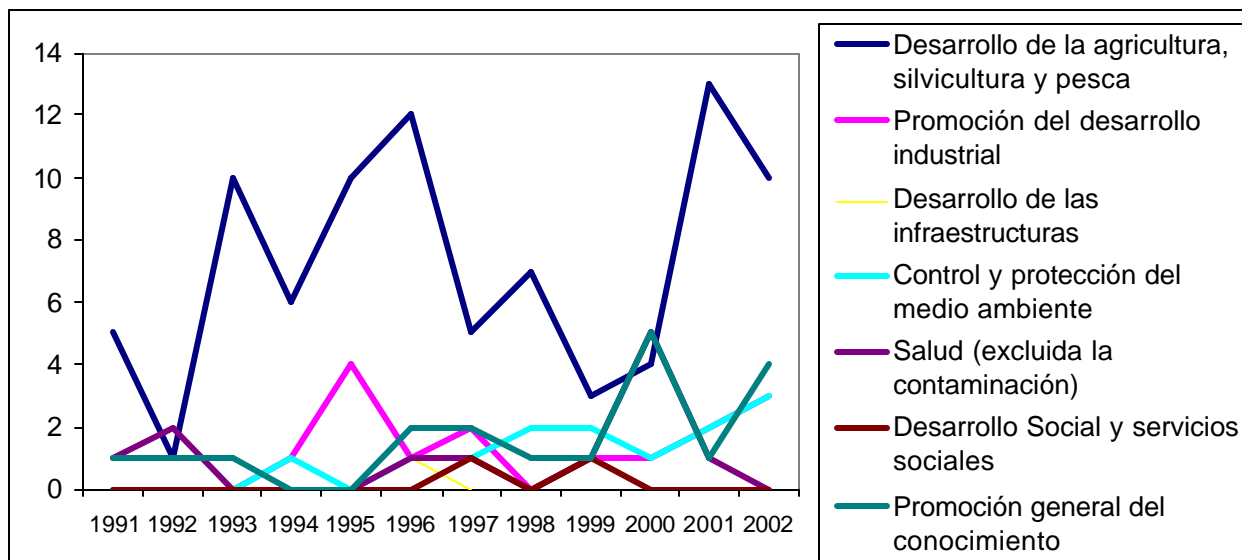
Proyectos según clasificación interna de la biotecnología adoptada por OEA:

Categoría Biotecnología	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Bio-Agrío	4	1	7	7	9	11	5	8	4	7	13	8	84
Bio-Informáticas	1	1	3			1				1		1	8
Bio-Salud Humana	2	2	1		2	1	3		1	4			16
Medio Ambiente				1		1	1	1	2	1	2	2	11
Otros categorías					3	4	3	1	2	3	4	7	27
Procesam. de Alimentos												1	1
Producto Forestales												1	1
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>148</b>



Proyectos según objetivo socio-económico Frascati:

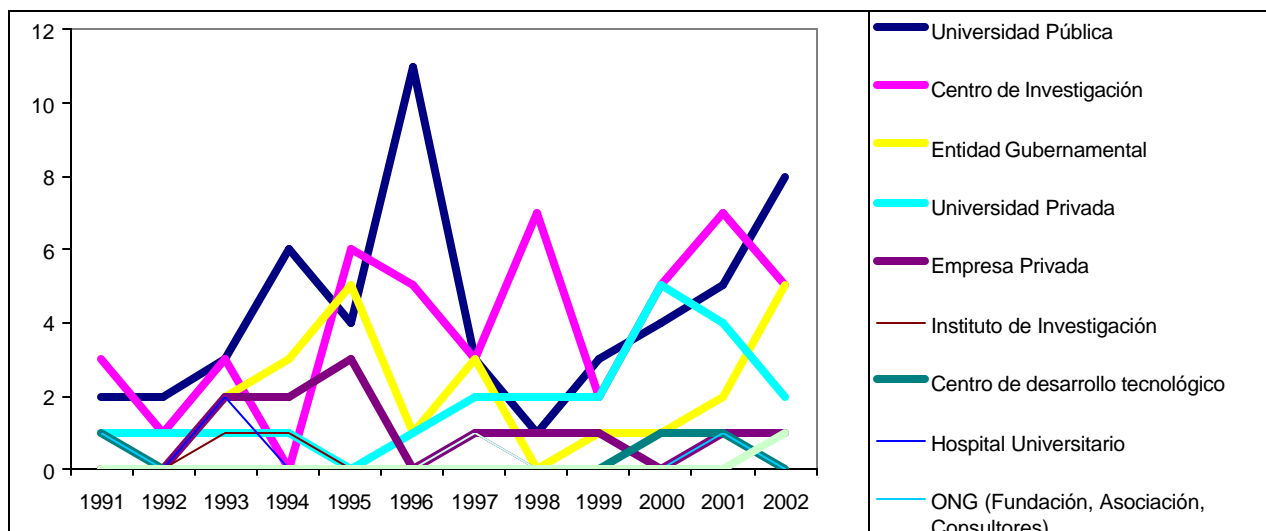
Obj Socioeconómico	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Desarrollo de la agricultura, silvicultura y pesca	5	1	10	6	10	12	5	7	3	4	13	10	86
Promoción general del conocimiento	1	1	1			2	2	1	1	5	1	4	19
Promoción del desarrollo industrial				1	4	1	2		1	1	2	3	15
Control y protección del medio ambiente				1		1	1	2	2	1	2	3	13
Salud (excluida la contaminación)	1	2				1	1		1	5	1		12
Desarrollo Social y servicios sociales							1		1				2
Desarrollo de las infraestructuras						1							1
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>148</b>



Proyectos según tipo de institución<sup>8</sup>:

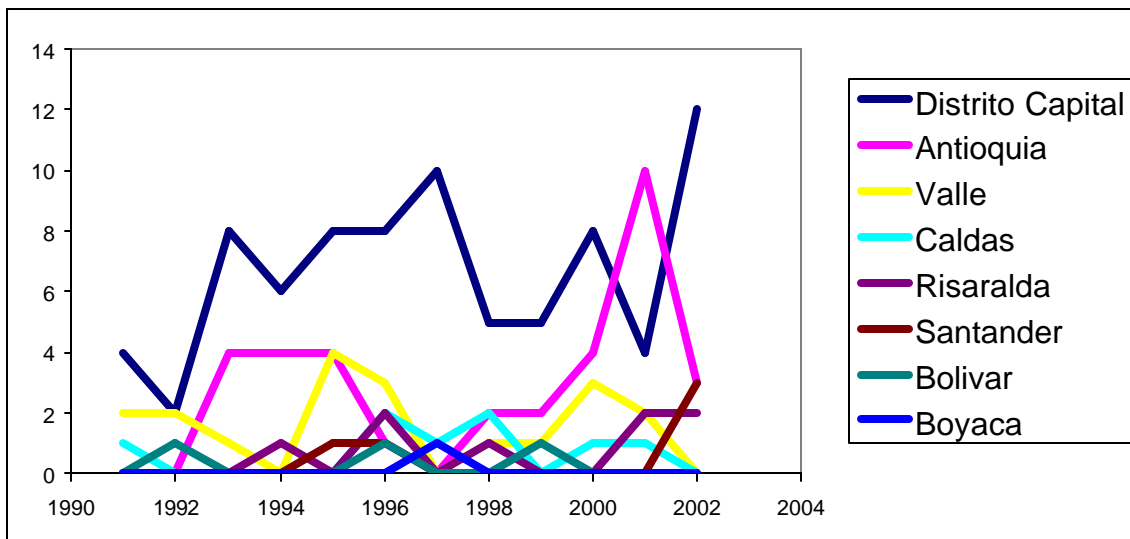
Tipo Institucion	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Universidad Pública	2	2	3	6	4	11	3	1	3	4	5	8
Centro de Investigación	3	1	3		6	5	3	7	2	5	7	5
Entidad Gubernamental			2	3	5	1	3		1	1	2	5
Universidad Privada	1	1	1	1		1	2	2	2	5	4	2
Empresa Privada			2	2	3		1	1	1		1	1
Instituto de Investigación			1	1			1					
Centro de desarrollo tecnológico	1									1	1	
Hospital Universitario			2									
ONG (Fundación, Asociación, Consultores)	1										1	
Centro de servicios científico o tecnológico							1					
Asociación o gremio de la producción												1

<sup>8</sup> Existen proyectos repetidos en la tabla, ya que algunos de ellos son ejecutados por varios tipos de instituciones.



Instituciones que hacen biotecnología por departamentos según proyectos

Departamento	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Distrito Capital	4	2	8	6	8	8	10	5	5	8	4	12	80
Antioquia			4	4	4	1		2	2	4	10	3	34
Valle	2	2	1		4	3		1	1	3	2		19
Caldas	1					2	1	2		1	1		8
Risaralda				1		2		1			2	2	8
Santander					1	1						3	5
Bolívar		1				1			1				3
Boyaca							1						1

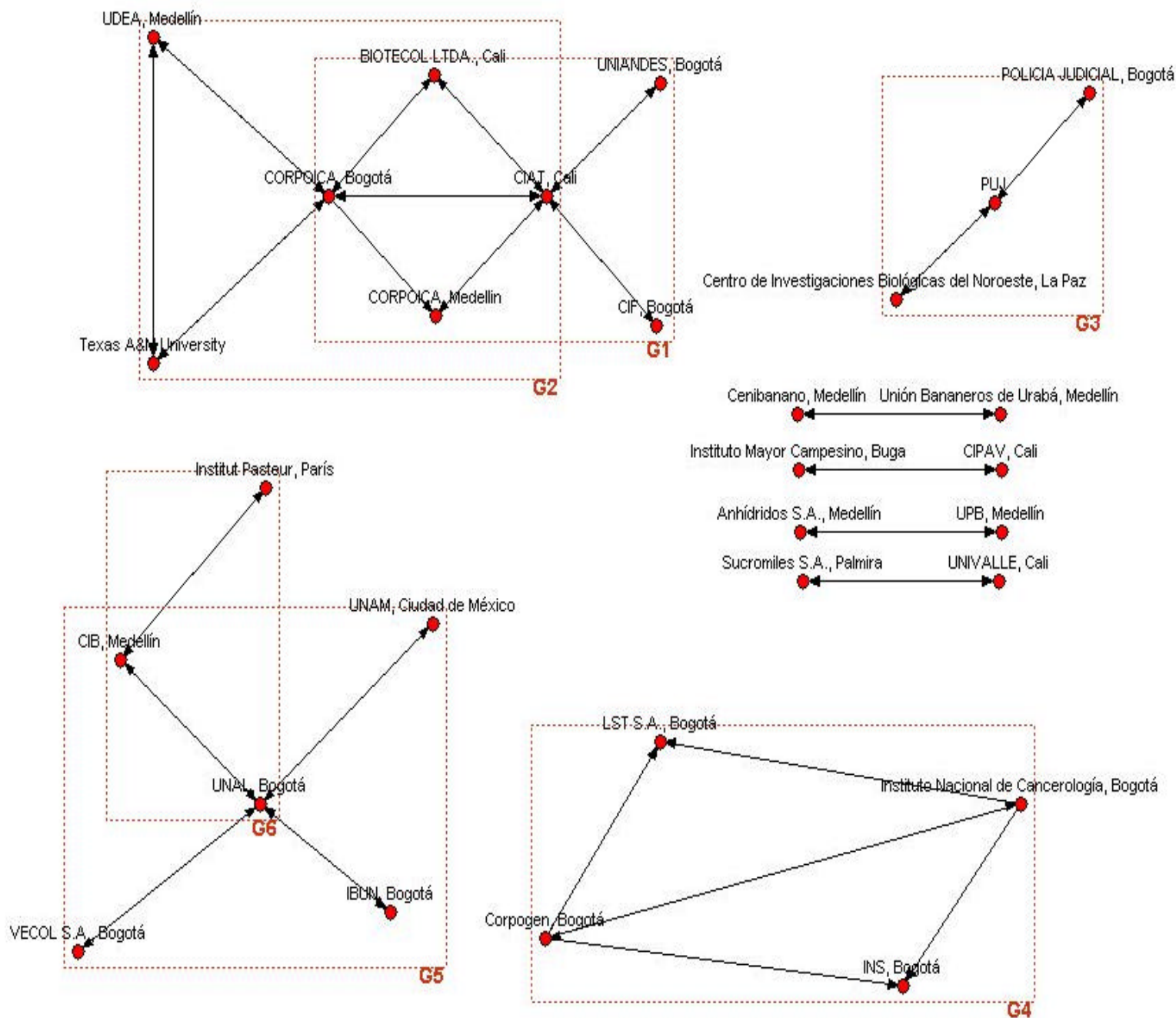


Proyectos según el número de instituciones ejecutoras:

Proyectos según el número de instituciones ejecutoras	Proyectos
Proyectos con 4 instituciones	1
Proyectos con 3 instituciones	4
Proyectos con 2 instituciones	15
Proyectos con 1 institución	128
<b>Total de Proyectos</b>	<b>148</b>



### Exploración general de las redes a través de proyectos conjuntos

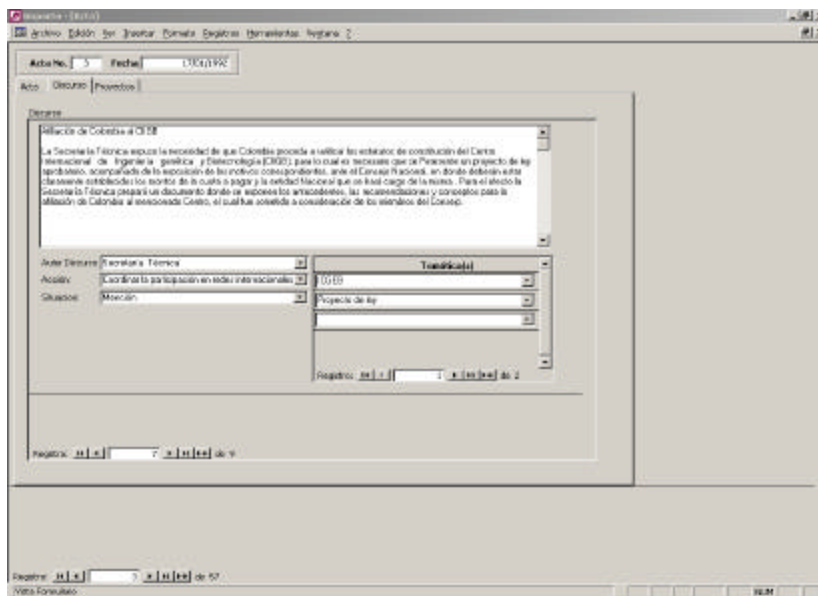








### Ejemplo de un análisis:

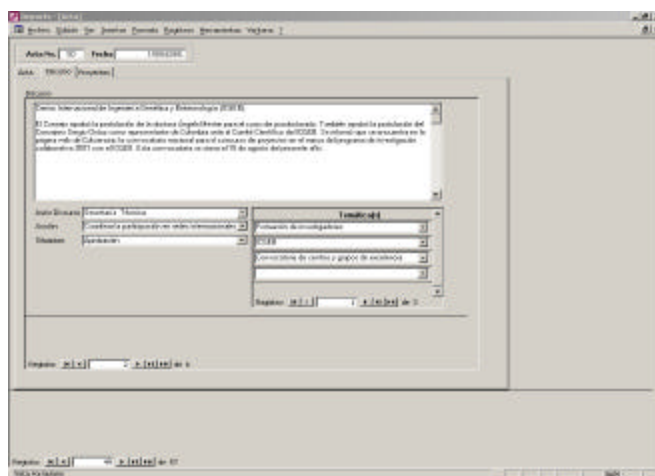


Podremos analizar la asistencia de los decisores de política en relación con las temáticas apoyadas y los impactos generados en los ámbitos propuestos<sup>9</sup>; ver si hay relaciones entre los miembros de consejos en los diferentes programas.

Ver a través de los años el comportamiento de las temáticas en términos de las acciones realizadas. Esto nos permite, además de ver el comportamiento de las acciones de política, hacer hablar el discurso y encontrar inconsistencias en la interpretación del mismo

AÑO	Acta	Situación	Acción	Temática
1992	2	Mención	Coordinar la participación en redes internacionales	ICGEB
1992	3	Mención	Coordinar la participación en redes internacionales	ICGEB
1992	7	Propuesta	Coordinar la participación en redes internacionales	ICGEB
1993	15	Mención	Coordinar la participación en redes internacionales	ICGEB
1997	41	Informe	Evaluar el programa	ICGEB
1997	41	Aprobación	Coordinar la participación en redes internacionales	ICGEB
1999	45	Informe	Coordinar la participación en redes internacionales	ICGEB
1999	45	Informe	Evaluar proyectos	ICGEB
1999	45	Propuesta	Coordinar la participación en redes internacionales	ICGEB
1999	47	Informe	Coordinar la participación en redes internacionales	ICGEB
2000	48	Informe	Coordinar la participación en redes internacionales	ICGEB
2001	49	Informe	Coordinar la participación en redes internacionales	ICGEB
2001	50	Aprobación	Coordinar la participación en redes internacionales	ICGEB

<sup>9</sup> Los comités se componen por individuos que trabajan en el sector público, privado y académico

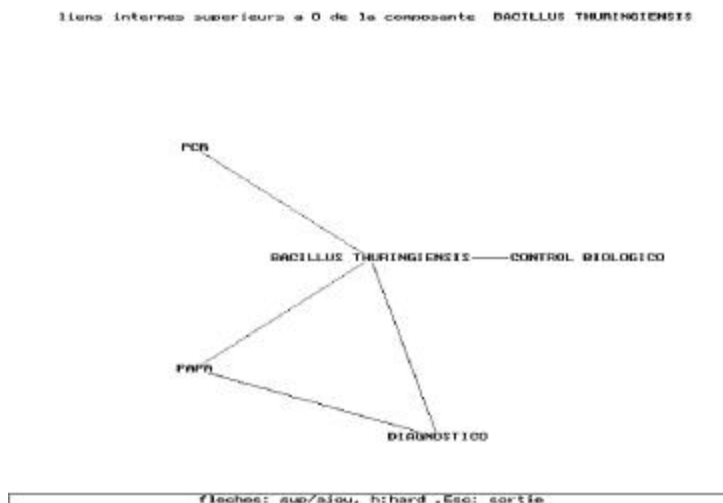


Colombia, luego del procesos que se evidencia en la política, hoy hace parte del ICGEB de forma activa, lo cual es un logro muy importante en si mismo, y los efectos de este trabajo los recibe la comunidad biotecnológica nacional, quienes tienen la oportunidad de participar en la red y acceder a nuevo conocimiento.

Mapa general de temáticas trabajadas en los proyectos



### Mapa de las palabras clave de los proyectos



Se puede concluir de manera muy general los temas para hacer estudios de caso son el BT y la papa, temáticas muy centrales y densas en los trabajos de investigación que apoyó el programa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Academia real de ciencias de Suecia. 1998. "Premio Nobel en ciencias económicas 1998". Cuadernos de Economía No. 29 1998.
- Andrade, Eugenio. 2001. "La complejidad, un problema derivado del carácter internalista de la observación en los sistemas naturales". Revista colombiana de filosofía de la ciencia, Vol 2, No. 4 y 5 2001
- Aramendis, Rafael; Hodson, Elizabeth. 1999. Programa nacional de biotecnología: proyectos cofinanciados 1991 - 1997. Colciencias.
- Aramendis, Rafael; Ocando, Osiris. 2000. Experiencias en biotecnología: Empresas y centros de vinculación universidad-empresa en América Latina y el caribe. Organización de estados americanos OEA - Colciencias.
- BID-PNUD. 1990. Nuestra propia agenda. Comisión de desarrollo y medio ambiente de América latina y el Caribe. BID-PNUD.
- Callon Michel. 1991. Redes tecno-económicas e irreversibilidad. Redes, revista de estudios sociales de la ciencia. Número 7 Volumen 8. Buenos Aires, Junio de 2001.
- Carrizosa, Susana; Orozco, Luis; Melo, Sandra. 2003. Programa cooperativo para la construcción de indicadores en biotecnología y tecnología de alimentos, Informe técnico final. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - Colciencias.
- Colciencias. 1999. Biotecnología: Plan estratégico 1999 - 2004. Colciencias.
- Colciencias, 1993. Tecnologías de la vida para el desarrollo: bases para un plan del programa nacional de biotecnología. Colciencias.
- Colciencias, 1992. Ciencia y Tecnología para una Sociedad Abierta. Colciencias Departamento nacional de planeación, Bogotá
- Cozzens, Susan; Bortagaray, Isabel. 2001. "S&T Policy for Human Development - the logic of outcome indicators". Indicadores de Ciencia y Tecnología en Iberoamérica. Agenda 2002 Ponencias del Quinto Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología. RICYT
- Degenne, Alain; Forsé, Michel. 1999. Introducing social networks. Sage publications
- De Peña Myriam. 2002. "La Biotecnología: fundamentos, aplicaciones y retos". Colombia Ciencia y Tecnología Vol 20 No 3 Julio-Septiembre de 2002, Colciencias
- Charum, Jorge. 1999. "Un modelo de análisis para el seguimiento de la actividad investigativa". Memorias del seminario Contextos investigativos e indicadores académicos. Compilador Fernando Zalamea. Universidad Nacional de Colombia, División de investigación.
- Charum, Jorge, Parrado Luz E. 1995. Entre el productor y el usuario, la construcción social de la utilidad de la investigación. ICFES – Universidad Nacional de Colombia.
- Charum, Jorge; Pardo, Campo Elías; Montenegro, Álvaro; Olaya, Doris. 1998. Recursos humanos para la ciencia y la tecnología. Convocatoria de centros y grupos de investigación 1998. Observatorio colombiano de ciencia y tecnología, documento de trabajo No. 7. Junio de 2000.
- DANE. 1995. Indicadores sociales y de gestión. Bogotá: la institución. 656p.
- Esser, Klaus; Hillebrand, Wolfgang; Messner, Dirk; Meyer-Stamer, Jörg. 1996. Competitividad sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política. Revista de la CEPAL 59, Santiago de Chile.
- Escorsa, Pere; Maspons, Ramon. 2002. De la Vigilancia Tecnológica a la Inteligencia Competitiva, Prentice Hall. 155p.



Estebanez, Maria. 1997. "La medición del impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social". Documento realizado a partir del Taller de indicadores de impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social realizado los días 11 y 12 de diciembre de 1997 en la ciudad de Mar del Plata, Argentina.

Fernández Polcuch, Ernesto. 1999. "La medición del impacto social de la ciencia y tecnología", IV Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología, RICYT. Disponible en <http://www.ricyt.edu.ar> y en <http://www.oei.es/ctsiiima/polcuch.pdf>

Gaarder, Jostein. 1994. El mundo de Sofía. Siruela/Norma. 1995

Hicks, Diana; Katz Sylvan. 1996. Science Policy for a highly collaborative science system. Science and public policy, Volume 23, Number 1, February 1996

Hodson de Jaramillo, Elizabeth; Forero, Claudia; Carrizosa, Susana. 2003 "Políticas públicas en biotecnología agroalimentaria y bioseguridad en Colombia". Biotecnología: Políticas públicas y aceptación social en Argentina, Brasil; Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, España y México. Subprograma III: Biotecnología. Red Multimodal de Vinculación y Desarrollo Biotecnológico. Buenos Aires. 2003

Hodson, Elizabeth; Aramendis, Rafael. 1998. Biotechnology in Colombia, research groups, 1998. Colciencias.

Itzcovitz, Victoria; Fernández, Ernesto; Albornoz, Mario. 1998. "Propuesta metodológica sobre la medición del impacto de la CyT sobre el desarrollo social" . Ponencia presentada en el Segundo Taller sobre Indicadores de Impacto de la Ciencia y Tecnología en el Desarrollo Social, La Cumbre, Córdoba, diciembre de 1998.

Jaramillo, Hernán; Albornoz, Mario. 1997. El universo de la medición: la perspectiva de la ciencia y la tecnología. Colciencias – RICYT – TM Editores.

Jaramillo, Luis; Castellanos, Gonzalo. 2000. "Impactos de la financiación de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico llevada a cabo por Colciencias entre 1995-1999" Resumen ejecutivo. Documento elaborado bajo convenio Colciencias – Tecnos, Septiembre de 2000

Leydesdorff, Loet. 2002. "The Evaluation of Research and the Scientometric Research Program: Historical Evolution and Redefinitions of the Relationship". En: Studies in Science of Science. Tomado de la Universidad de Amsterdam (<http://users.fmg.uva.nl/lleydesdorff/sss03/>) febrero de 2004

Licha, Isabel. 1994. Indicadores endógenos de Desarrollo Científico y Tecnológico. En Martínez, Eduardo (ed), Ciencia, Tecnología y Desarrollo: Interrelaciones Teóricas y Metodológicas. Venezuela. Nueva Sociedad. UNU, UNESCO, CEPAL-ILDES, CYTED.

López, José; Luján, José. 2002. "Observaciones sobre los indicadores de impacto social". Revista Iberoamericana de ciencia, tecnología, sociedad e innovación Número 3 / Mayo – Agosto de 2002. OEI

Martínez, Eduardo; Albornoz, Mario. 1998. Indicadores de ciencia y tecnología: estado del arte y perspectivas. Caracas: UNESCO.

Montenegro, Alvaro. 1999. "Construcción de modelos de medición. El caso de la actividad científica". Memorias del seminario Contextos investigativos e indicadores académicos. Compilador Fernando Zalamea. Universidad Nacional de Colombia, División de investigación.

Negraes, Sandra; Fernández, Ana; Torkomian, Ana; Rocha, Mauro; Silva, Marcelo. 1999. "Para construir uma sociedade com ciência – O Impacto da Ciência sobre a Sociedade - Cooperação entre Empresa e Universidade no Estado de São Paulo, Brasil". Ponencia presentada en el Cuarto Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología, México, D.F. México, 12 al 14 de julio de 1999.

OEA, MERCOCYT, Colciencias. 2002. Latin American program of advanced scientific exchange - An Inter.-country cooperation proposal based on the Ph.D and postdoctoral regional training capacity. Compiladora: Caludia Tinjacá. Bogotá Colombia

- OECD. 2002. Manual de Frascati. Fundación Española de Ciencia y Tecnología – FECYT 2002.
- Pasinetti Luigi. 1986. Aportaciones a la teoría de la producción conjunta. Fondo de cultura económica.
- PNUD. 2003. Informe sobre desarrollo humano 2003. PNUD Ediciones Mundi-Prensa 2003.
- PNUD. 2001. Human development report 2001. UNDP Oxford University Press 2001.
- PNUD. 2000. Informe sobre desarrollo humano 2000. PNUD Ediciones Mundi-Prensa 2000.
- PNUD. 1999. Informe sobre desarrollo humano 1999. PNUD Ediciones Mundi-Prensa 1999.
- Rawls, John. 1971. A Theory of justice. Cambridge, Massachusetts : Harvard University Press, 1999
- RICYT. 2001. El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos / Interamericanos. RICYT – CYTED - OEA
- Rip Arie; Nederhof Antón. 1986. “Between dirigism and laissez-faire: effects of implanting the science policy priority for biotechnology in the Netherlands”. Research Policy No. 15.
- Rip, Arie. 2000. “Societal Challenges for R&D Evaluation” Learning from Science and Technology Policy Evaluation. School of Public Policy, Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA y Fraunhofer Institute for Systems and Innovations Research, Karlsruhe, Germany
- Robledo, Jorge. 2001. “Clasificación de los impactos de los proyectos de innovación”. Documento de discusión, versión 1, Colciencias, junio 23 de 2001.
- Sandoval De Escurdia, Juan; Richard Muñoz, María Paz. 2003. “Los indicadores en la evaluación del impacto de programas”. Servicio de investigación y análisis, división de política social. Sistema integral de información y documentación. México 2003.
- Sen, Amartya. 1999. Desarrollo y libertad. Editorial Planeta. Bogotá 2002.
- Sen, Amartya. 1997. “Capital humano y capacidad humana”. Cuadernos de Economía No. 29 1998. traducción de Clara Ramírez.
- Sen, Amartya. 1998. “Las teorías del desarrollo a principios del siglo XXI” Cuadernos de Economía No. 29 1998.
- Sen, Amartya. 1976. “Un enfoque ordinal para medir la pobreza”. Cuadernos de Economía No. 29 1998. traducción de Manuel Muñoz
- Solow, Robert. 1957 “El cambio técnico y la función de producción agregada” en en Lecturas 31 Economía del cambio tecnológico. Fondo de Cultura Económica, México
- Schumpeter, Joseph. 1944. Teoría del desenvolvimiento económico. Fondo de cultura económica, México.
- Shumpeter Josep, 1987, Capitalism, socialism, and democracy, London Unwin
- Star, Susan; Griesemer, James. 1989. “Institutional ecology, ‘translations’ and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley’s Museum of vertebrate zoology”. Social studies of science. Vol. 19 1989.
- United Nations, 1999, The science, technology and innovation policy review: Colombia, United Nations Publications, New York and Geneva.
- United Nations, Commission on Science and Technology for Development, 2002. The Biotechnology Promise: Capacity-building for Participation of Developing Countries in the Bioeconomy

Vaccarezza, Leonardo. Zabala Juan. 2002. La construcción de la utilidad social de la ciencia: Investigadores en biotecnología frente al mercado. Universidad Nacional de Quilmes ediciones.

Wasserman, Stanley; Faust Catherine. 1994. Social network analysis, Methods and applications. Cambridge University Press

Whittaker, John. 1989. "Creativity and conformity in science: Titles, keywords and co-word analysis" Social Studies of Science. Vol 19

Zalamea, Fernando (Compilador). 1999. Memorias del seminario Contextos investigativos e indicadores académicos.. Universidad Nacional de Colombia, División de investigación.

## Anexo 1.

### IDH – Informe sobre desarrollo humano 2003

#### Pobreza extrema y hambre

- Población que vive con menos de un dólar diario
- Cuota de la brecha de pobreza
- Participación del 20% más pobre de la población en los ingresos o el consumo nacionales
- Niños con peso inferior al normal
- Personas desnutridas (como porcentaje de la población)

#### Educación

- Tasa de matriculación neta en primaria
- Niños que llegan al quinto año de primaria
- Tasa de alfabetización de los jóvenes
- Tasa neta de matriculación secundaria
- Estudiantes de terciaria en ciencias matemáticas e ingeniería

#### Salud

- Tasa de mortalidad de niños menores a cinco años
- Tasa de mortalidad infantil
- Niños de un año vacunados contra sarampión
- Tasa de mortalidad materna
- Partos atendidos por personal sanitario especializado
- Incidencia del VIH en las mujeres embarazadas de 15 a 24 años
- Uso de preservativos en las últimas relaciones sexuales de alto riesgo
- Tasa de mortalidad por paludismo
- Tasa de mortalidad por tuberculosis
- Niños menores de cinco años tratados contra el paludismo

#### Sostenibilidad del medio ambiente

- Superficie de tierra cubierta por bosques
- Proporción de la superficie protegida respecto a la superficie total
- Emisiones de dióxido de carbono per-cápita
- Consumo de clorofluorocarbonos que destruyen la capa de ozono.
- Población con acceso sostenible a una fuente de agua mejorada (rural y urbana)
- Población urbana con acceso a saneamiento mejorado

- Consumo tradicional de combustible
- Consumo de electricidad per-capita
- PIB por unidad de uso de energía
- Emisiones de dióxido de carbono

#### Económicos

- Servicio total de la deuda como proporción de las exportaciones
- Alivio de la deuda comprometido según la iniciativa
- Importaciones de bienes y servicios
- Exportaciones de bienes y servicios
- Exportaciones de productos primarios
- Exportaciones de manufacturados
- Exportaciones de productos de alta tecnología
- Relación de intercambio
- Entrada neta de inversiones extranjeras directas
- Gasto público en educación
- Gasto público en salud
- Gasto militar
- Gasto en I+D
- Gasto en actividades de CyT

#### Tecnología, difusión y creación

- Población con acceso sostenible a medicamentos esenciales a precios sostenibles
- Abonados a líneas telefónicas y a móviles
- Usuarios de internet
- Ordenadores personales en uso
- Patentes concedidas a residentes
- Ingresos en concepto de royalties y derechos de licencia
- Científicos e ingenieros en I+D

#### Desarrollo humano

- Esperanza de vida al nacer
- Tasa de alfabetización de adultos
- Tasa bruta combinada de matriculación primaria, secundaria y terciaria

- PIB per cápita
- Número de médicos por cada 100.000 habitantes
- Probabilidad al nacer de sobrevivir hasta los 65 años
- Personas desempleadas
- Tasa de desempleo

## Cuarto Documento

### Evaluación de los logros del Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas

Carlos Murcia Linares. Eugenio Llanos Ballestas.

#### Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DE ESTUDIO .....	1
2. LOS ANTECEDENTES .....	3
3. LAS ACTIVIDADES DEL PNCSH .....	6
4. LA CONSOLIDACIÓN DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA Y LA ESTRUCTURACIÓN DE LA POLÍTICA DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN. 1991-1996 .....	20
5. DE LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA AL CONTROL DE CALIDAD DE LOS RESULTADOS 1997-2002.....	23
6. RESUMEN DE RESULTADOS Y ALGUNAS CONCLUSIONES.....	28

# EVALUACIÓN DE LOS LOGROS DEL PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS

Carlos Murcia Linares\* . Eugenio Llanos Ballestas\*\*

*Resumen:* Este documento tiene como objetivo indagar por los logros obtenidos por la política de investigación desarrollada por el Consejo del Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas según los propósitos y estrategias propuestos en los documentos de política que en diferentes momentos de la década de los noventa presentó el programa. Los productos de la comunidad de investigadores, y su utilidad por la circulación en los ámbitos identificados, dieron contenido material a la noción de logro colectivo, dado que el modelo básico de referencia supone que la producción científica está permeada por las intenciones y las acciones estratégicas originadas desde la política de investigación. Así, el estudio plantea entender la dinámica del programa como un ejercicio de coordinación de los actores e intermediarios de la investigación, inscritos en un marco institucional definido, que da lugar a que se construyan e interioricen normas de comportamiento y un lenguaje propio, se deriven productos de investigación, en sintonía con las señales emitidas por el ente coordinador. El aporte metodológico consiste en el desarrollo de una propuesta para la reconstrucción y análisis de la política de investigación a través de un ejercicio lexicométrico elaborado a partir de las actas de las sesiones del consejo de programa. El espacio donde se busca la correlación entre la política y los resultados es el caracterizado por la información de los grupos de investigación registrados en el Grup-lac.

*Palabras Clave:* Ciencias Sociales, Política Científica, Programa Nacional, Consejo de Programa, Impacto, Lexicometría, Red Tecno-Económica, Actor Red

## 1. Introducción al problema de estudio

El decreto ley 585 de 1991 organizó el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología SNCyT en once programas<sup>1</sup>. El SNCyT se basó en el principio liberal del respeto y reconocimiento de los actores descentralizados<sup>2</sup>, en este caso los investigadores, *coordinados* por un organismo que a

---

\* Economista. Universidad Nacional. Investigador OcyT. Contacto: cmurcia@ocyt.org.co

\*\* Químico. Universidad Nacional. Investigador Ocyt. Contacto: ganufla@ocyt.org.co

<sup>1</sup> "...cada uno de estos programas se ha concebido como un ámbito de preocupaciones científicas y tecnológicas estructurado por objetivos, metas y tareas fundamentales que se materializan en proyectos y otras actividades complementarias, que realizan entidades públicas y privadas, organizaciones comunitarias o personas naturales . Los programas nacionales son orientados por un consejo de programa integrado por investigadores, miembros del sector privado y funcionarios del Estado. Los consejos definen políticas, planean, consiguen y distribuyen recursos". Los once programas que conforman el SNCyT son: ciencias básicas, ciencias sociales y humanas, biotecnología, estudios científicos de la educación, ciencia y tecnología de la salud, ciencia y tecnologías agropecuarias, electrónica, telecomunicaciones e informática, medio ambiente y hábitat, desarrollo tecnológico industrial y calidad, y energía y minería.

<sup>2</sup> "Otros documentos han planteado explícitamente la importancia de la relación entre ciencias sociales y humanas y desarrollo socioeconómico o, más recientemente modernidad o modernización. Aquí queremos circunscribirnos a destacar cómo esta relación supone la consolidación de una comunidad de científicos sociales y humanistas y la presencia del Estado que interviene sobre el conjunto de la sociedad. Nos parece fundamental partir de esta diferenciación afirmando que la ciencias esencialmente dependen de la comunidad científica y buscando en consecuencia una precisión sobre el papel que le compete al Estado en los desarrollos científicos.

Las ciencias sociales y humanas son ante todo lo que hacen los propios científicos y humanistas insertos en deferentes ambientes y con distintos grados de organización. Es necesario propender a su fortalecimiento, reconociendo a su vez la necesidad de su independencia y autonomía frente a las instancias de poder político y estatal. Igualmente hay que tener en cuenta que esta independencia y autonomía de la comunidad científica no tiene por qué hacer referencia a un actor colectivo homogéneo. Por el contrario se trata de un actor esencialmente diferenciado en sus intereses y perspectivas de conocimiento. La diversidad de enfoques es una de las condiciones más



través de *señales* expresa las intenciones del *centralizador*, es decir el Estado. Se trata de un sistema mixto que busca encontrar una doble correspondencia entre las demandas sociales, representadas democráticamente por el Estado, y las competencias de los investigadores que pueden ser movilizadas, tras un arreglo de voluntades para responder a tales demandas. Por lo tanto no se trata de un sistema de *laissez-faire* donde la oferta de investigación determina unívocamente los quehaceres científicos, ni tampoco de un sistema donde el centralizador determina, ya sea de manera estratégica o voluntarista, los rumbos de la investigación<sup>3</sup>.

Empero, el SNCyT desde su inicio ha tenido un marco institucional que define la actuación y las responsabilidades de los actores allí inscritos. Existen, en un nivel macro, un Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología directamente relacionado con la política económica y social nacional y en un nivel meso, los consejos de los programas nacionales. En un nivel micro se encuentran las instituciones que albergan a los investigadores, ya sea que trabajen individualmente o en grupos de investigación. La secretaría técnica, tanto del Consejo nacional como de los consejos de programas, la asume Colciencias.

La dinámica del sistema<sup>4</sup> se plantea como un ejercicio de coordinación de los actores e intermediarios de la investigación, inscritos en un marco institucional definido, que da lugar a que se construyan e interioricen normas de comportamiento y un lenguaje propio, se deriven productos de investigación, en sintonía con las señales emitidas por el ente coordinador.

---

*importantes para el desarrollo científico y debe ser compatible con la política científica de Estado. No está por demás recordar que una comunidad científica independiente y pluralista es uno de los cimientos más fuertes para la construcción de un Estado y sociedad democráticos.*

*No se trata de auspiciar la aparición de una nueva capa social compuesta por expertos y técnicos del saber sobre el comportamiento humano en sociedad, capa que puede resultar actuando con pretensiones de hegemonía y dirección basadas en el capital cultural que le da la posesión de conocimientos especializados. Se trata de facilitar el surgimiento de un nuevo conglomerado compuesto por científicos sociales e intelectuales con identidad propia y reconocimiento explícito por parte del Estado, la empresa privada y otros interlocutores, que cuente además con capacidad de intervención sobre la sociedad.*

*En cuanto al Estado, dando por sentado que algunas de sus agencias y actividades forman parte de los desarrollos de la comunidad científica, nos parece de la mayor importancia destacar, si consideramos su función básica de autoridad colectiva, que no es pertinente concebir un desarrollo científico desde el eEstado o producto del eEstado. Se trataría de plantear una política estatal para el fomento de un cuerpo de conocimiento que no se puede concebir como estatal.”. Restrepo (1993).*

<sup>3</sup> Para una discusión sobre el tema, véanse los trabajos de Rip (1986, 2000).

<sup>4</sup> Sobre la dinámica y coordinación de comunidades científicas pueden consultarse los trabajos de Callon (1991, 1994, 1999). La importancia de estos trabajos subyace en que el proceso de coordinación mercantil, núcleo de la economía política, es estéril cuando intenta describir la dinámica de las interacciones estratégicas de los laboratorios de investigación con las firmas, explicar las reglas de funcionamiento de las comunidades científicas dado que las firmas actúan con posiciones consolidadas en el mercado mientras que los laboratorios actúan con posiciones emergentes. El papel del poder público no sólo es el financiar la investigación de base sino también el de favorecer la producción y el desarrollo de la variedad científica y tecnológica, pues ésta garantiza la posibilidad de ampliar el universo de los bienes y de los servicios.

Este documento relata, utilizando los resultados de un ejercicio lexicométrico<sup>5</sup> sobre las actas de las sesiones<sup>6</sup>, las actividades desarrolladas por el Consejo del Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas (de ahora en adelante PNCSH) como ente coordinador de la comunidad científica colombiana de ciencias sociales, para identificar los logros alcanzados<sup>7</sup> por la política en procura de los propósitos planteados en diferentes documentos de política. Los productos, y su circulación, obtenidos por los investigadores convocados, servirán para alimentar la noción de logro colectivo. Como objetivo metodológico se pretende estructurar la información disponible sobre el PNCSH, y aplicar métodos de análisis que permitan identificar el conjunto general de información, donde se pretende ubicar los logros e impactos de la política de investigación del PNCSH.

## 2. Los antecedentes

Los antecedentes del SNCyT y del PNCSH pueden organizarse en dos frentes, uno que tiene que ver con el papel de la ciencia y la tecnología y las ciencias sociales y humanas, en el marco de la política nacional de desarrollo económico y social, y otro que tiene que ver con el estado en que se encontraba la comunidad científica en el momento del despegue del SNCyT.

### a) El papel de la CyT en el desarrollo económico y social

De los comienzos de la década de los noventa deben recordarse dos hechos. Uno fue el cambio en el modelo de desarrollo que implicó una transición del Estado interventor hacia un Estado regulador de las actividades privadas en el marco de un proceso de rápida inserción de la economía local en el mercado internacional. El otro fue la promulgación de la nueva Constitución Nacional.

Así, el SNCyT, desde sus intenciones macro, apuntó en una doble dirección, por un lado contar con una comunidad de intelectuales y operarios de la investigación social que trabajaran para explicar lo que la sociedad experimentaba<sup>8</sup>, fortalecer su papel, heredado de los años

---

<sup>5</sup> “En los últimos años, lexicometría ha sido el término más difundido para hacer referencia al análisis estadístico de textos, enmarcado en la línea de los investigadores del ámbito francófono preocupados por el recuento sistemático de las unidades de vocabulario de un texto. Lebart y Salem (1988) definen lexicometría como un conjunto de métodos que permiten realizar reorganizaciones formales de la secuencia textual y análisis estadísticos con el vocabulario resultante de una segmentación.” Etxeberria (1995: pp 145).

<sup>6</sup> Acerca del papel crucial que juegan las actas para reconstruir el discurso de la política y las actividades del consejo del programa (ente coordinador), véase el trabajo de Silva (2004: tercer documento de este informe).

<sup>7</sup> La noción de logro empleada en este documento corresponde a la presentada por Villaveces (2004: Primer documento de este informe).

<sup>8</sup> En el Plan Nacional de Desarrollo 1990-1994, “La Revolución Pacífica” puede leerse: “El objeto principal del programa es impulsar la investigación que conduzca a la comprensión en todos sus aspectos de la sociedad colombiana,

ochenta, de asesoría de los estados y proporcionar conocimientos susceptibles de ser revertidos en políticas públicas (Castro, 2000), los estudios culturales toman relevancia en virtud del reconocimiento constitucional de la diversidad social y étnica. Por el otro lado, los científicos y tecnólogos en forma de “capital humano” aportarían aumentos en la productividad de los factores de producción<sup>9</sup> para lograr una inserción exitosa de la economía colombiana en el mercado internacional.

Una nota para recordar es que la inversión sobre la infraestructura productiva para la reconversión tecnológica provino del sector privado nacional y extranjero, mientras que la asociada con el fomento a la CyT se realizó a través de crédito público<sup>10</sup> inspirado en el modelo

---

de sus formas de comportamiento, de sus especificidades, de su historia, de su modernización y de su inserción en la economía mundial. En este proceso interdisciplinario por naturaleza las ciencias Sociales y humanas tienen la misión de actuar como articuladoras y analistas críticas de las capacidades reales de los colombianos. El programa impulsará el fortalecimiento de las disciplinas y el conocimiento científico de los procesos y las tendencias de cambio de la realidad socio-cultural, económica y tecnológica de la sociedad.” Pág (443). Los objetivos que se proponen son: “fortalecer la capacidad institucional, facilitar la introducción de innovaciones tecnológicas, incorporar la ciencia y la creatividad al desarrollo integral del país, comprender mejor los procesos educativos, sociales y culturales del país”

<sup>9</sup> La ortodoxia económica, que ve en la teoría del crecimiento económico la solución para el desarrollo y bienestar de una nación, fue adoptada con plena aceptación en el Plan de Desarrollo del Gobierno de Cesar Gaviria Trujillo 1990-1994, y sin mayores discusiones en el Plan de Desarrollo “Cambio para Construir la Paz” del Gobierno de Andrés Pastrana Arango 1998-2002.

En la Revolución Pacífica puede leerse: “...existen límites a la competitividad de la economía en los mercados de productos y factores, que se hacen más importantes cuando se requieren cambios estructurales. En la economía colombiana ha predominado una concentración de la producción innecesariamente alta y prolongada lo que ha impedido la competitividad de los productores por medio de un intenso y difundido progreso técnico” . Pág 55. En Cambio para Construir la Paz puede leerse: “El crecimiento económico se deriva bien sea del aumento en la disponibilidad de los recursos productivos o de incrementos en la productividad de un conjunto dado de recursos. Dentro de los recursos involucrados en el proceso de crecimiento de largo plazo, es usual considerar factores tradicionales como el trabajo, el capital, la tierra y los recursos naturales. Estos elementos intervienen de forma conjunta con los cambios tecnológicos en la estructura productiva. El progreso tecnológico, considerado exógeno durante mucho tiempo resulta de la interacción de los agentes económicos a través del manejo de información en la sociedad, del desarrollo de las prácticas empresariales y del marco institucional dentro del cual se mueven las actividades productivas. Para cada uno de estos factores cabe diferenciar entre los crecimientos cuantitativos y cualitativos. Una forma simplificada de entender esta combinación de elementos es pensar en una función de producción agregada que utiliza dos insumos, capital y trabajo...” “Sobre la base del capital natural se construye la idea, introducida por la economía neoclásica de los años 50 y caracterizada por el modelo de Solow (1956), de que la acumulación de un segundo tipo de capital, el capital físico (entendido como todos los instrumentos producidos por la mano del hombre que multiplican su capacidad productiva) es crucial para el crecimiento económico. El crecimiento producido por la acumulación de capital físico es, sin embargo, insostenible a largo plazo, continuas adiciones al acervo de capital físico de una economía, sin mejorar la eficiencia de su uso termina por agotar su productividad marginal y por lo tanto el crecimiento. Si el crecimiento económico ha de ser sostenido, fuera de respetar el capital natural se requiere que una segunda fuente de crecimiento, distinta de la acumulación de capital físico esté en operación. Tradicionalmente se ha considerado que esa segunda fuente es el progreso tecnológico una noción que apunta a que, para determinar el desempeño económico de largo plazo de un país, no basta con estudiar cuales son sus acervos de capital natural y físico sino también qué tan bueno o eficiente es el capital físico.”

<sup>10</sup> Según un reporte de la Contraloría General de la República, los siguientes son los créditos asociados con ciencia y tecnología:

**Crédito de préstamo entre la República de Colombia y el BID – SF 835.**

Crédito destinado a financiar parcialmente el “Programa para la promoción de la investigación científica y tecnológica”, ejecutado por Colciencias. Monto autorizado de US\$4.300.000; el total desembolsado fue de US\$4.021.163.09. El saldo de la deuda a diciembre de 2003 es de US\$3.059.580.60

clásico de financiamiento, con el supuesto de que las actividades de CyT crean por sí solas externalidades positivas (*spill overs*) que compensarían con creces los costos del endeudamiento. La euforia de prosperidad que crea en sus inicios y los nefastos resultados finales del modelo clásico del déficit de financiamiento son analizados por Easterly (2003) en lo que ha llamado las “Andanzas y tribulaciones de los economistas del desarrollo.”

### **b) La comunidad de ciencias sociales y humanas**

Para comienzos de la década de los noventa, la comunidad científica y académica nacional, intentando reconocerse en su actuación social, había asistido a una serie de eventos y grandes proyectos organizados por agencias del Estado y las universidades donde se evaluaba la situación y el avance de las disciplinas y de la investigación.

Según Echeverri , para este momento son visibles varias actividades de evaluación sobre las ciencias sociales donde se destacan los trabajos para la Misión de Ciencia y Tecnología sobre “*el estado de desarrollo e inserción social de los diversos saberes*<sup>11</sup> y en particular los trabajos acerca de “*cultura, modernización y modernidad. Hay que añadir, entre otros, el Seminario Internacional sobre Políticas Culturales de Colcultura (1989), el Seminario de la Universidad Nacional sobre la Política de Ciencia y Tecnología (1989) publicado como “La Universidad Nacional y la Política Nacional de ciencia y tecnología”, el Seminario del Ministerio de educación y la facultad de ciencias económicas de la Universidad nacional sobre políticas de doctorado para Colombia (1990), y el foro de la Universidad de los Andes sobre “la investigación colombiana en las artes, las humanidades y las ciencias sociales”.* (Echeverri: 1992. Pág.16). El trabajo de Echeverri, que se publicó en un libro titulado *Ciencias sociales en*

#### **Crédito de préstamo entre la República de Colombia y el BID- 875 OC-CO. Ejecutado por Colciencias**

Monto autorizado por US\$100.000.000

Total desembolsado US\$97.939.591.71

Saldo de la deuda a diciembre 2003, US\$60.519.751.27

#### **Crédito de préstamo entre la República de Colombia y el BID- 588 OC**

Crédito para el programa de promoción e investigación científica ejecutado por Colciencias

Monto autorizado por US \$35.700.000

Total desembolsado US \$34.979.347.93

Saldo de la deuda a diciembre US \$19.316.012.70

Total pago de intereses y comisiones US \$19.945.589.06

Crédito de préstamo BID 109 IC

Crédito para el subprograma de promoción de la investigación científica y tecnológica

Monto autorizado US \$20.000.000

Total desembolsado US \$19.973.878.28

Total pago por intereses y comisiones US \$15.671.008.64

Esta cancelado.

<sup>11</sup> “...antropología, sociología, historia, medio ambiente, arquitectura, ciencias básicas, 25 en total”. Echeverri (1992)

*Colombia. 1991*<sup>12</sup> fue el resultado del seminario taller sobre evaluación crítica y perspectivas de la investigación en Ciencias sociales organizado por Colciencias el 30 y 31 de mayo de 1990.

Este trabajo puede tomarse como punto de partida para observar el desarrollo del PNCSH a lo largo de la década del noventa. De hecho, allí se sintetizan las propuestas de líneas prioritarias de investigación, se exponen sintéticamente por lo menos 20 problemas o temáticas, que a juicio de la autora y con base en los informes disciplinares, deberían ser privilegiadas para la investigación en Ciencias sociales y humanas.

### **3. Las actividades del PNCSH**

En concreto, el PNCSH está organizado por el Consejo del PNCSH y la secretaria técnica ejercida por Colciencias. En un abstracto por identificar, también lo conforman todas las instituciones públicas y privadas, grupos y personas que realicen investigación social y humana en el país. Así, las actividades relacionadas con el Consejo tienen que ver con la realización de eventos académicos, la consideración de propuestas de investigación, y otras formas de promoción de la problemática del programa (Hoyos, 1993). Las actividades de la secretaría técnica, en general, se encaminaron a preparar, organizar y sistematizar toda la información necesaria para las consideraciones del Consejo, atender todo lo relacionado con la evaluación de las propuestas y atender a la comunidad. Las actividades asociadas con los investigadores tienen que ver con presentar propuestas de investigación, desarrollar proyectos, escribir informes de investigación, publicar resultados, artículos y libros, asistir a encuentros y formar a las nuevas generaciones de investigadores.

---

<sup>12</sup> Este libro hace una síntesis del estado de la investigación en Ciencias sociales tomando nueve disciplinas y tomando como base los documentos producidos por Roberto Pineda en antropología, Germán Colmenares en historia, Francisco Leal en ciencias políticas, Jaime Zuluaga en economía, Carlos Patiño en lingüística, Guillermo Hoyos en filosofía, Camilo Domínguez en geografía, Juan Francisco Pérez en psicología y Fernando Cubides en Sociología.

Como elemento de inventario, este libro en su introducción reseña la siguientes trabajos (tomado textualmente):

En 1970 se publicó el libro: *Apuntes para la historia de la ciencia en Colombia*, donde se encuentran los siguientes capítulos de ciencias sociales: Para la historia de los estudios lingüísticos en Colombia, por Fernando Antonio Martínez; Notas sobre las investigaciones antropológicas en Colombia, por Luis Duque Gómez; y notas para la historia de la sociología en Colombia, por Jaime Jaramillo Uribe.

En 1975 se realiza el estudio “Situación de las Ciencias Sociales en Colombia – Docencia e Investigación”.

En 1980 Colciencias inició junto con la Sociedad Colombiana de epistemología, con el apoyo financiero de la OEA, un proyecto de investigación que abordó trece disciplinas científicas entre las que se encuentran: psicología, sociología, ciencias económicas.

En 1984, bajo el nuevo enfoque tendiente a impulsar la investigación a través de programas sectoriales de desarrollo científico-tecnológico, se realizó un diagnóstico sobre la situación de las ciencias sociales que sirviera de base para la estructuración del programa de Desarrollo científico tecnológico en Ciencias Sociales. El diagnóstico se conoce con el nombre de “Documento base para un plan de concertación nacional en Ciencias Sociales e historia”

### a) Las actividades del Consejo del PNCSH<sup>13</sup>

Entre 1991 y 2002 el Consejo se reunió en 55 ocasiones a manera de sesiones ordinarias. Cada sesión consumió por lo menos un día de trabajo. La secretaría técnica se encargó de redactar un acta por sesión donde se registró la asistencia, la descripción del informe que presentó la Dirección de Colciencias, la descripción del informe que presentó la secretaría técnica, las intervenciones de los consejeros en cuanto a discusiones particulares, las decisiones sobre las propuestas de investigación.

Las intervenciones, frente a tópicos particulares, que realizaron los consejeros en las sesiones pueden identificarse con los siguientes verbos: comentar, recomendar, considerar, indicar, informar y señalar, mientras que la única capacidad de decisión estuvo referida a los proyectos considerados y decisiones de apoyo a actividades desarrolladas por la comunidad. Para las 55 sesiones del consejo se logró, a partir de las actas, reconstruir un mapa general sobre las actividades desarrolladas por el PNCSH (Gráfico 1).

El ejercicio lexicométrico sobre las actas permite identificar, en un primer nivel grueso de análisis, dos grandes periodos; 1991-1996 y 1997-2002, y cuatro grandes temas de discusión: i) la realización de eventos, actividad que estuvo fuertemente asociada al sub-período 1991-1993, ii) los tópicos asociados al cambio institucional que corresponden al final del primer periodo, iii) la propuesta y desarrollo del plan estratégico desde 1997 hasta su versión definitiva en 1999, y el ambiente de discusión que generó la convocatoria a los grupos de investigación y a las revistas científicas nacionales.

*La realización, el apoyo y la participación en eventos.* En líneas anteriores se rindió cuenta de una comunidad de investigadores activa. Ya para el inicio de labores del Programa, esta comunidad llevaba por lo menos seis años continuos de trabajo en la evaluación de la ciencia en Colombia. Este trabajo, necesariamente colectivo, permitió identificar los investigadores nacionales que participarían en la formulación de un programa nacional de investigación en ciencias sociales y humanas. Así, la primera tarea del Consejo fue la preparación y realización del Simposio Nacional de Ciencias Sociales y Humanas realizado en mayo de 1992. Para la convocatoria se contó con la colaboración del ICFES en lo referente a las invitaciones respectivas.

---

<sup>13</sup> El Consejo del PNCSH fue reglamentado por el acuerdo número 1 de 1991 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el acuerdo número 3 integra el Consejo y el acuerdo número 15 designa sus primeros miembros.

Gráfico 1. Mapa de las temáticas discutidas en el Consejo del PNCSH 1991-2002

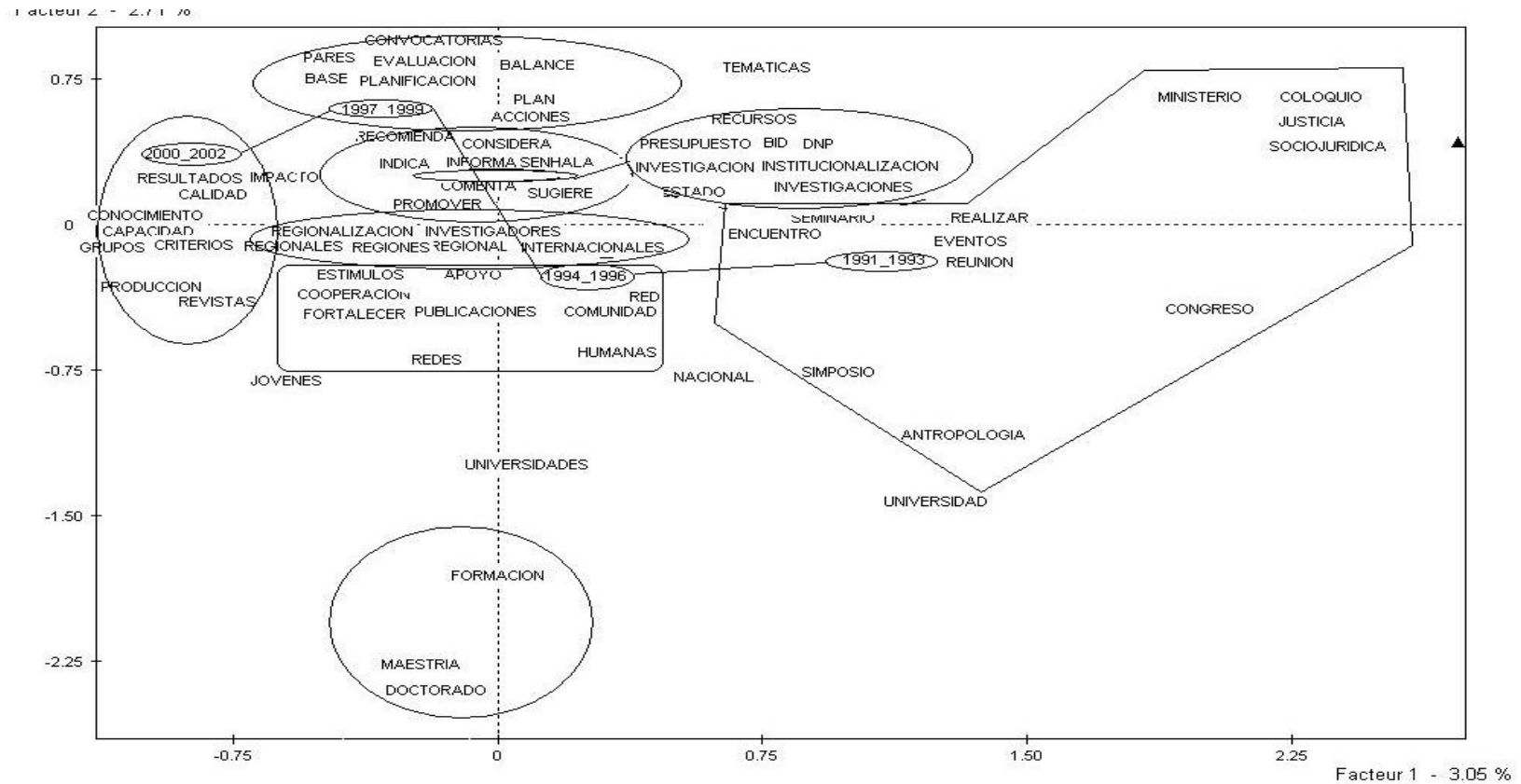


Gráfico obtenido por el método de análisis factoriales y aplicando la técnica de correspondencias binarias. Se utilizó el programa estadístico Spad 4.51 producido por CISIA-CERESTA de Francia. La información procesada corresponde a 545 intervenciones temáticas realizadas por los consejeros en las 55 actas analizadas. Este gráfico puede leerse de derecha a izquierda simulando una trayectoria temporal en 4 periodos: 1991-1993, 1994-1996, 1997-1999 y 2000-2002. Las palabras que conforman los grupos o *cluster* están enmarcadas bajo formas geométricas sobrepuestas manualmente sobre los resultados y de manera arbitraria. Sobre el método de análisis factoriales véase Bécue (1991) y Etxeberria

Se contrataron cuatro consultorías con expertos<sup>1</sup> que dieron cuenta del estado en que se encontraban las diferentes disciplinas, adicionalmente se contaba con los documentos producidos para el seminario taller sobre evaluación crítica y perspectivas de la investigación en Ciencias sociales de 1990. Estos documentos fueron objeto de comentarios por parte de los miembros del Consejo y de los convocados a participar en el Simposio. Simultáneamente se desarrollaron reuniones en algunas instituciones para preparar la asistencia al evento, en este sentido se destaca el taller previo organizado por la carrera de Sociología y el IEPRI de la Universidad Nacional que se realizó en abril de 1992. Otro taller similar se realizó en la Universidad de Antioquia.

Los 70 asistentes al simposio pudieron participar en cuatro mesas de trabajo: *i*) ciencias sociales y sociedad, *ii*) criterios de calidad en la investigación social, *iii*) consolidación de la comunidad científica y, *iv*) pensamiento nacional y pensamiento universal. Las intervenciones y documentos presentados en el simposio dieron lugar a la publicación del libro “Los Retos de la Diversidad. Bases para un plan del programa nacional de ciencias sociales y humanas” en septiembre de 1993. En los documentos de política allí publicados se encuentra lo que se puede llamar el “manifiesto de programa” que ha servido de brújula hasta el presente.

En sesiones posteriores del Consejo se realizó una evaluación del simposio, donde se propuso impulsar seminarios temáticos en algunas universidades regionales; la Universidad Tecnológica y Pedagógica de Tunja fue la primera en movilizarse para la realización de un seminario permanente sobre las temáticas del Simposio. Otro hallazgo interesante fue identificar el reducido tamaño y la longevidad<sup>2</sup> de la comunidad lo que se convirtió en una preocupación por el proceso de relevo generacional que debería ser impulsado por una estrategia de estímulos a jóvenes investigadores.

Entre 1992 y 1996, el Consejo recibió solicitudes de apoyo e invitaciones para participar en significativos eventos. Como actividad principal, el Consejo propuso, organizó y realizó eventos que marcarían el inicio o fortalecimiento de áreas temáticas de investigación estratégicas para el país. Un listado de eventos apoyados se presenta en la tabla 1.

---

<sup>1</sup> Dario Fajardo, Alvaro Guzmán, Roberto Pineda Giraldo, Manuel Restrepo.

<sup>2</sup> Gutiérrez (1993) muestra que para una muestra de 187 investigadores principales que habían presentado propuestas de investigación en el marco del PNCSH, 11 nacieron antes de 1939, 62 nacieron entre 1940 y 1949, 98 nacieron entre 1950 y 1959, y 16 después de 1960. El mayor nivel de éxito, en tanto se aprobaron las propuestas, lo tuvieron los nacidos entre 1940 y 1949.



Tabla 1. Eventos realizados y apoyados por el consejo del PNCSH. 1991-1996

Evento	Nombre del evento	Organizador	Año de realización
Coloquio	Semiología y ciencias de la comunicación,		1992
Encuentro	Encuentro de colombianistas en Francia	Red Caldas, nodo París	1992
Coloquio	Matemáticas y ciencias sociales	Academia de ciencias económicas y la secretaria técnica del PNCSH	1993
Coloquio	Problemas colombianos	PNCSH	
Coloquio	Sicología	Universidades del Valle e INCCA	
Encuentro	La investigación en universidades pequeñas	Universidad central	1993
Seminario	Filosofía Francesa	Embajada de Francia	1993
Coloquio	Regiones y formación del Estado nacional	Universidad del valle	1993
Coloquio	Evaluación del estado del arte en psicología	PNCSH	No se realizó
Simposio	Tendencias de la investigación en Ciencias Sociales	Universidad de los Andes	1993
Encuentro	Encuentro de Americanistas	IEPRI. Universidad Nacional. PNCSH	1993
Encuentro	Red de centros e investigadores en ciencias sociales	Instituto Colombiano de Antropología e Historia IEPRI	1994
Encuentro	Franco Colombiano de ciencias sociales ENLACE	Red Caldas, nodo de París	1994
Congreso	Décimo tercer congreso interamericano de filosofía	Sociedad Colombiana de Filosofía	1994
Congreso	Séptimo congreso de antropología colombiana		1994
Coloquio	Investigación Socio-Jurídica	PNCSH	1994
Coloquio	Violencia	PNCSH	1994
Seminario	Políticas de ciencia y tecnología	COLCIENCIAS	1995
Simposio	Simposio del PNCSH	PNCSH	1996
Encuentro	Encuentro de Investigadores Amazónicos	Universidad Nacional. Sede Leticia	1997
Congreso	Congreso Convergencia		1997
Congreso	Congreso de Historia		1997
Congreso	Congreso de Antropología		1997
Encuentro	Encuentro MOST	UNESCO	1997
Seminario	Colombia, ciencias sociales y sociedad balance y prospectiva	PNCSH	1999

Fuente: OCYT, con base en las actas del Consejo del PNCSH

Una aproximación a los alcances directos e indirectos, que generaron estos eventos, debe buscarse más allá del acto comunicativo mismo que engendran, es decir las redes de conversación. En efecto, los múltiples esfuerzos para la convocatoria y para la realización implicaron relaciones intensas con entidades públicas, universidades, grupos, institutos y centros de investigación. En este sentido se destaca el Coloquio de investigación socio-jurídica (que en el gráfico 1 se ubica como una unidad temática dentro del cluster de eventos) que contó con un compromiso del Ministerio de Justicia, la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia como administradora de recursos, la FES como entidad financiadora, las principales universidades del país proporcionaron el conocimiento representado en investigadores nacionales y extranjeros, también proporcionaron la infraestructura física. Un grupo de consultores contratados alimentó las actividades del comité gestor compuesto por las diferentes instituciones

organizadoras. La televisora nacional, INRAVISION, transmitió algunas intervenciones, garantizando una difusión pública del evento.

La orientación del Coloquio estuvo dirigida por la naturaleza e implicaciones del orden jurídico naciente en desarrollo de la nueva Constitución Nacional. Las principales temáticas fueron el estatuto antiterrorista, la administración de justicia, la investigación criminológica, campos de aplicación de justicia como penal, civil y familiar, diversas responsabilidades de carácter administrativo, procesos por juez, sistema acusatorio, extradición. Uno de los objetivos se centró en ofrecer una definición amplia en el campo de justicia entendida como aquel espacio de las relaciones entre el Estado y el ciudadano.

Luego del evento, la continuidad de esfuerzos se centró en promover convocatorias focalizadas en los diferentes espacios de trabajo desplegados en el evento. El Ministerio de Justicia y la FES destinaron presupuesto para financiar proyectos.

Segundo en orden de importancia, y conexo con el coloquio de investigación socio-jurídica, el coloquio sobre evaluación de la línea de investigación en violencia se centró en fortalecer la comunidad de investigadores que ya tenían producción significativa en el tema. La dirección académica la realizó el Instituto de Estudios Políticos y Relaciones Internacionales IEPRI en conjunto con la Universidad del Valle, experiencia que logró descentralizar, articuladamente, la actuación del Consejo en este tipo de actividades.

Dos eventos que afianzaron la necesidad de poner en acción a la ciencia nacional en el ámbito internacional fueron la participación de colombianos en el Congreso de Americanistas en Estocolmo y el Congreso de Antropología. En este último se propuso el reto de asumir el trabajo de la Red de Antropología Médica en la Amazonia colombiana que venía funcionando con autonomía del PNCSH, y que revestía estratégico interés porque integraba el trabajo conjunto de los países que conforman la frontera amazónica: Venezuela, Brasil, Perú y Ecuador. Esta red, con buen componente de financiamiento internacional, desapareció, por problemas entre los representantes de los diferentes países, sin el intento por parte del Consejo para rescatarla, aún cuando el representante de Colombia ante la red hacía parte del consejo e informó plenamente de la situación<sup>3</sup>.

Desde otra perspectiva de los alcances de estos eventos, el Congreso Interamericano de Filosofía y el de Matemáticas y Ciencias Sociales alimentaron el desarrollo de los programas de

---

<sup>3</sup> Entrevista al profesor Roberto Pineda Camacho, coordinador del consejo de investigaciones amazónicas (CONIA). Ocyt, (2004)

doctorado en filosofía y economía que ya se abrían camino. La preocupación constante por la creación de programas doctorales y el fortalecimiento de los existentes explica en buena medida por qué algunos de los consejeros con mayor incidencia dentro del Programa circularon hacia la dirección de la naciente Comisión Nacional de Doctorados, como fue el caso del profesor Guillermo Hoyos, o a la dirección de los programas doctorales, como fue el caso del profesor Clemente Forero.

*Los proyectos de investigación.* Las discusiones frente a la evaluación de los proyectos de investigación estuvieron muy marcadas por el problema del financiamiento que debía desenvolverse dentro de las condiciones de los Créditos BID.

El total de proyectos aprobados entre 1991 y 2002 y por programas es presentado en la Tabla 2, donde el PNCSH representa el 15% con 328 proyectos aprobados. Para los consejos de los programas, esta actividad consumió gran parte de las sesiones si se tiene en cuenta que las propuestas presentadas ascendieron a una cifra cercana a once mil, es decir que el porcentaje de éxito fue cerca del 20%. Teniendo en cuenta que hubo, en promedio, 55 sesiones de cada uno de los Consejos entre 1991 y 2002, cada sesión tuvo que considerar 20 proyectos en promedio.

Tabla 2. Proyectos financiados por los Programas Nacionales de CyT 1991-2002

Programa Nacional	Proyectos aprobados	Participación
Biotecnología	136	6%
Ciencia y Tecnología de la Salud	412	19%
Ciencia y Tecnología del Mar	105	5%
Ciencia y Tecnologías Agropecuarias	148	7%
Ciencias Básicas	310	14%
Ciencias del Medio Ambiente y el Hábitat	135	6%
Ciencias Sociales y Humanas	328	15%
Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad	185	8%
Electrónica, Telecomunicaciones e Informática	119	5%
Estudios Científicos de la Educación	216	10%
Investigaciones en Energía y Minería	116	5%
Total general	2210	100%

Fuente: Colciencias. Oficina de Registro de Proyectos.

Evidentemente es impensable que los Consejos de Programa en las sesiones ordinarias hubiesen asumido el proceso total de evaluación para tal número de propuestas, por lo que fue necesario que se constituyera un proceso de evaluación de propuestas que funcionara

continuamente. Así, la secretaría técnica<sup>4</sup> de cada Programa se encargó de la elaboración de las fichas técnicas de cada uno de los proyectos, la selección de dos evaluadores por cada propuesta y su envío, la recepción de los comentarios y conceptos, y la presentación ante las sesiones del consejo de las propuestas evaluadas y de las evaluaciones para una decisión.

Frente a esta situación, en varias ocasiones los miembros del consejo del PNCSH discutieron que la toma de decisiones de las propuestas, ya evaluadas, consumían por lo menos seis horas de las ocho que duraban cada una de las sesiones y en algunos casos la totalidad, con lo que era imposible considerar las problemáticas asociadas con la política de investigación. Esta situación se acentuó en la medida en que anualmente crecía el número de solicitudes con disminución, después de 1996, de los fondos para la financiación de proyectos, con una planta de personal constante.

Sin embargo, las tareas constantes de evaluación realizadas por la secretaría técnica, y las consideraciones para la aprobación de dinero, dieron lugar a un sistema articulado de evaluación por pares que se convirtió en referente nacional. La constitución del conjunto de evaluadores y la identificación de criterios de evaluación según filtros de calidad y pertinencia se constituyó, a lo largo de las sesiones del Consejo del PNCSH, en un sistema legítimo y autorregulado que derivó en una práctica comúnmente aceptada y sin la cual no sería posible una comunidad científica. Tanto criterios como nombres de evaluadores circularon y se incorporaron en los procesos de evaluación de propuestas de investigación dentro de las universidades del país.

Todas las actividades inscritas en el proceso de evaluación y aprobación de propuestas tuvieron que responder a dos exigencias estratégicas, una relacionada con la regionalización buscando mayor distribución geográfica de los recursos, y otra relacionada con orientación al estudio de “problemas pertinentes” para el país. Tal pertinencia debería haber sido definida por el Consejo, pero la misma situación que se describe muestra que ha habido poco tiempo para estudiar, debatir y definir la noción de pertinencia y su escala de medida. Así, el procedimiento de las convocatorias para presentar proyectos avanzó en la combinación de financiamiento de propuestas teniendo en cuenta su calidad sin arreglo a demandas específicas, de un lado, y de financiamiento que responde a convocatorias específicas, por el otro.

En lo atinente a la exigencia de la regionalización, es evidente, según las tablas 3 y 4, que no se logró nada en la dirección deseada. Antes bien la concentración de la financiación en los

---

<sup>4</sup> Las secretarías técnicas de cada uno de los programas nacionales funcionan con tres o cuatro personas: el jefe de programa, uno o dos profesionales y una secretaria de oficina.

tres centros principales alcanzó el 91% y, se acentuó, si se tiene en cuenta el estado de la situación a comienzos de la década, que según Gutiérrez (1993) era cercana al 70%. La concentración regional esta fuertemente relacionada con el tipo de institución solicitante, de hecho, en orden de importancia, son las Universidades Nacional y los Andes de Bogotá, de Antioquia y del Valle las que captan la mayor parte de los recursos.

Tabla 3. Concentración de proyectos financiados por el PNCSH según ciudades

BOGOTA D.C.	216	66%
CALI	43	13%
MEDELLÍN	40	12%
BARRANQUILLA	12	4%
MANIZALES	4	1%
POPAYÁN	3	1%
BUCARAMANGA	2	1%
CARTAGENA	2	1%
IBAGUE	1	0%
NEIVA	1	0%
PASTO	1	0%
SANTA MARTA	1	0%
TUNJA	1	0%
VALLEDUPAR	1	0%
Total general	328	100%

Fuente: Colciencias. Oficina de Registro de Proyectos.

Tabla 4. Concentración de proyectos financiados por el PNCSH según tipo de institución

Universidad pública	156	48%
Universidad privada	103	31%
Organización No Gubernamental, Asociación profesional	36	11%
Entidad gubernamental	18	5%
Centro de investigación privado	15	5%
Total general	328	100%

Fuente: Colciencias. Oficina de Registro de Proyectos.

Las acciones acometidas por el Consejo del PNCSH frente a la desigualdad regional, y en busca de equidad, se concentraron en un experimento llamado “preproyectos regionales” para lo que se destinó un apoyo económico y talleres regionales para formular propuestas ante el Consejo. Este experimento se desarrolló entre 1995 y 1996 en la Costa Caribe con participación del Corpes de Occidentecorrespondiente. Se apoyaron 30 preproyectos y en el momento de la convocatoria se presentaron 77 propuestas de investigación de las cuales fueron aprobadas por su

calidad sólo 11. En los años siguientes las acciones al respecto se concentraron en talleres asistidos por la secretaria técnica del programa.

Sin embargo, estos índices de concentración sólo tienen en cuenta la institución que firma el contrato de investigación con Colciencias, sin atender a la adscripción institucional de los investigadores que en muchos casos no pertenecen a la institución firmante. Un ejercicio que observa las redes de relaciones construidas por instituciones coparticipes en los proyectos financiados por el PNCSH es presentado por Bucheli y Daza (2004, en este mismo informe).

Las convocatorias dirigidas a temáticas o problemáticas de investigación fueron un tema de reiterada discusión por el Consejo del PNCSH ya que algunos consejeros consideraban que no se debían crear sesgos para la financiación de proyectos en tanto disminuían recursos para las propuestas generales, mientras que otros consideraban que era necesario dar continuidad a trabajos ya desarrollados y que estuvieran en relación con las orientaciones de algunos consejeros y del Programa. En medio de esta discusión se acordó desarrollar por lo menos tres convocatorias de gran magnitud: la de estudios socio-jurídicos y la de estudios sobre violencia, guerra y paz que daban continuidad a los coloquios realizados entre 1994 y 1995, y la convocatoria de niñez y maltrato infantil que fue lanzada por interés de algunos consejeros, y que no tuvo desarrollo posterior, entre otras razones porque de las 70 propuestas presentadas sólo una cumplía con los requisitos mínimos de calidad. Los resultados de un ejercicio lexicométrico<sup>5</sup> para las temáticas tratadas por los proyectos entre 1991 y 1997<sup>6</sup>, se presentan en el gráfico 2.

*La política editorial.* El resultado general de la política editorial desarrollada en el marco del SNCyT se materializa con la constitución del índice bibliográfico nacional Publindex y con el desarrollo de una metodología para identificar la calidad y la circulación de los artículos publicados en revistas internacionales, llamado proceso de homologación de revistas internacionales. En cuanto a la identificación de criterios de calidad y circulación de libros y otro tipo de publicaciones, el país aún tiene un camino poco allanado.

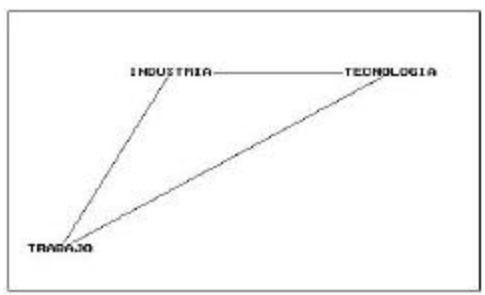
---

<sup>5</sup> El método de análisis lexicométrico utilizado es el de las palabras asociadas. El *software* utilizado es el *Leximappe*. Una exposición detallada sobre este método y su procesamiento informático, se presenta en Charum y Usgame (2004).

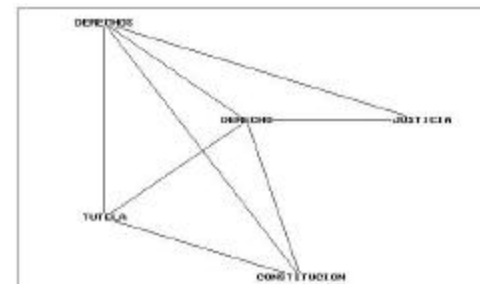
<sup>6</sup> Para este ejercicio se consideraron 150 informes finales existentes correspondientes a 208 proyectos financiados. Esta información fue sistematizada y clasificada en una consultoría realizada por Ramos (1999). En este trabajo, cada informe se representa por medio de una ficha catalográfica que contiene los campos, título de proyecto, autores, institución contratante, área temática, palabras clave, resumen, objetivos, metodología, conclusiones y resultados. Para el ejercicio se tomaron las palabras clave asignadas por el informe final de la consultoría en mención. Para los proyectos correspondientes al periodo 1997-2000 no se cuenta con información sistematizada, para después del año 2000 los proyectos han sido sistematizados en la plataforma SIGP –Sistema integral de Proyectos de la cual tampoco se tiene información.

Gráfico 2. Mapa general de las temáticas más significativas ciantitativamente y relacionalmente en el PNCSH 1991\_1997

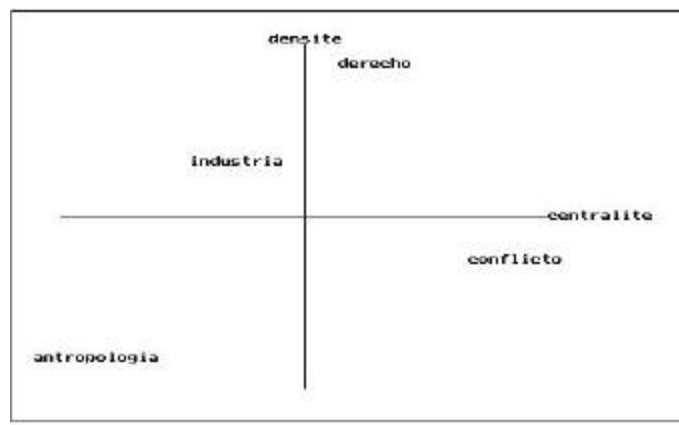
Componentes del Cluster INDUSTRIA



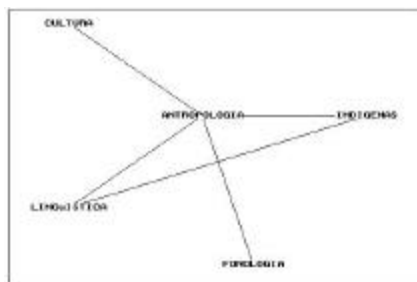
Componentes del cluster DERECHO



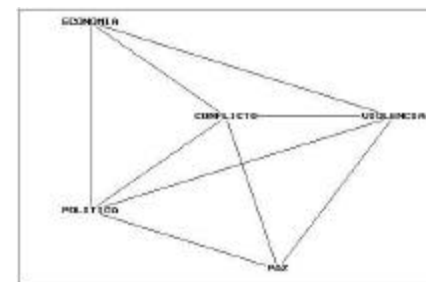
Mapa general de las temáticas desarrolladas en los proyectos financiados por el PNCSH 1991-1997



Componentes del Cluster ANTROPOLOGÍA



Componentes del cluster CONFLICTO



También existe una debilidad en cuanto a la identificación de los momentos de la circulación de los artículos que son resultado de proyectos particulares de investigación, es decir de su vinculación entre su producción y la inserción de la revista al índice Publindex, a otros índices internacionales, al Cv-lac y al Grup-lac.

Por ahora, se muestran los resultados de un primer ejercicio exploratorio para determinar la cantidad y el control de calidad sobre la publicación de artículos de investigadores asociados a grupos que trabajan en ciencias sociales en la tabla 5. Los resultados también son presentados en los gráficos 3, 4, 5, 6 y 7.

Tabla 5. Artículos producidos por investigadores de ciencias sociales registrados en el CV-Lac filtrados por las condiciones de calidad de Publindex y Homologación.

año	A1	A2	B	C	NC	NSP	ND	col-A1	Int-A1	col-A2	int-A2	col-B	int-B	col-ND	int-ND
1990	4	2	3	13	41	1	96	1	3	2	0	2	1	87	9
1991	0	9	2	12	26	7	125	0	0	7	2	1	1	105	20
1992	2	7	1	32	24	13	118	1	1	5	2	1	0	100	18
1993	3	1	2	43	36	10	163	2	1	1	0	1	1	148	15
1994	3	4	5	52	47	13	172	2	1	4	0	1	4	158	14
1995	10	7	5	51	45	14	226	4	6	5	2	5	0	192	34
1996	3	21	9	71	96	22	378	1	2	17	4	6	3	329	49
1997	8	13	10	85	102	41	394	6	2	10	3	6	4	346	48
1998	12	24	20	109	137	65	504	8	4	22	2	17	3	434	70
1999	17	26	32	118	185	81	559	8	9	24	2	19	13	480	79
2000	23	38	20	131	159	72	571	9	14	28	10	10	10	469	102
2001	15	51	39	140	257	71	633	8	7	45	6	30	9	537	96
2002	9	46	23	114	243	29	551	6	3	40	6	16	7	460	91
2003	6	8	3	7	13	0	15	4	2	6	2	3	0	14	1

Cálculos: OCYT, con base en Cv-Lac, Índice Publindex 2003-2005 y base de Homologación. Se tomaron los artículos registrados en las hojas de vida del CV-Lac de los investigadores inscritos en los grupos que trabajan en ciencias sociales registrados en Grup-Lac. Se identificaron, para cerca de 4.500 hojas de vida, alrededor de 7.700 artículos publicados en revistas con información de su ISSN registrado por los investigadores. Estas revistas se filtraron con las bases de los índices bibliográficos que se tuvieron en cuenta para los procesos de indexación nacional y de homologación de revistas extranjeras. Es importante anotar que la información de los índices bibliográficos corresponde a una vigencia particular, que en este caso es de 2003, y se usó para filtrar publicaciones anteriores a este año. Se intentó hacer, como hacen los economistas, representar en valor presente hechos pasados.

Convenciones:

A1: Revistas que según las condiciones de Publindex y de homologación, en la actualidad serían de categoría A1

A2: Revistas que según las condiciones de Publindex y de homologación, en la actualidad serían de categoría A2

B: Revistas que según las condiciones de Publindex y de homologación, en la actualidad serían de categoría B

C: Revistas que según las condiciones de Publindex serían de categoría C

NC: Revistas que se presentaron a Publindex 2002 y no clasificaron

NSP: Revistas colombianas que anteriormente se han presentado a Publindex y no se presentaron en 2002

ND: revistas de las cuales no se tiene ningún tipo de información

Col-A1: Revistas tipo A1 de Publindex

Col-A2: Revistas tipo A2 de Publindex

Col-B: Revistas tipo B de Publindex

Col-C: Revistas tipo C de Publindex

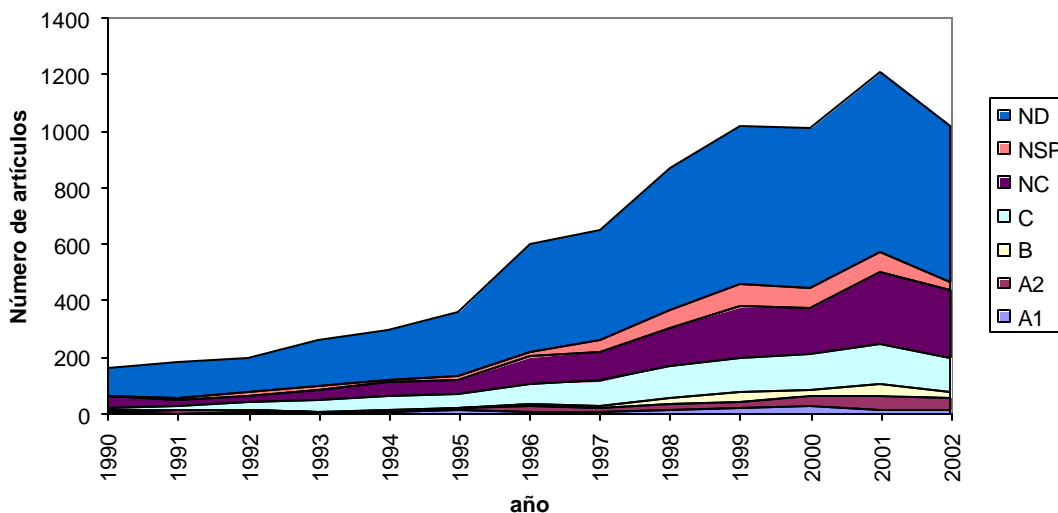
Int-A1: Revistas que según el juego de condiciones de homologación podrían ser de categoría A1

Int-A2: Revistas que según el juego de condiciones de homologación podrían ser de categoría A2

Int-B: Revistas que según el juego de condiciones de homologación podrían ser de categoría B



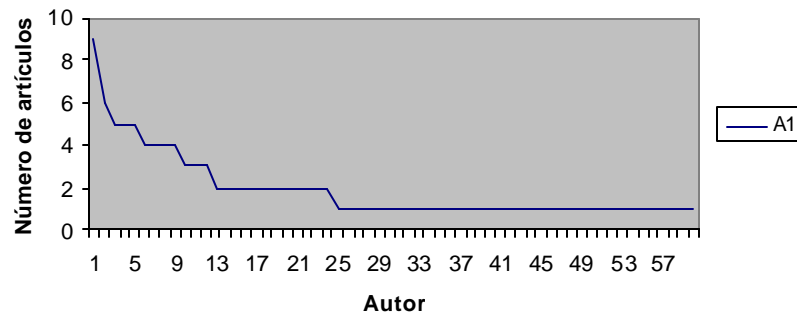
**Gráfico 3. Número de artículos en CV-Lac por año según categorías de revistas en Publindex y Homologación de abril del 2002**



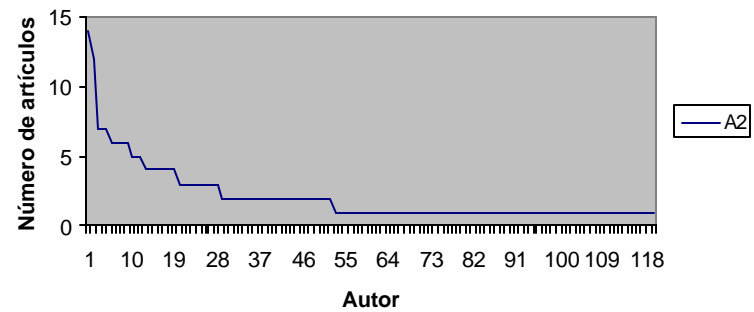
En el gráfico 3 se presenta el número de artículos por año registrados en el CV-Lac según categorías equivalentes a las establecidas en Publindex y Homologación del 2002. Las categorías A1, A2, B y C corresponden a esta equivalencia. La categoría NC corresponde a aquellas revistas que se presentaron a Publindex 2002 y no clasificaron, las NSP corresponden a revistas que NO se presentaron en el 2002, pero de las que se tenía información por anteriores convocatorias y, finalmente, las ND son revistas de las que no contamos con información acerca de su calidad. Los autores que fueron tenidos en cuenta para este ejercicio son aquellos que se declararon en Grup-Lac como investigadores en las áreas de ciencias sociales y humanas. Sólo se tuvieron en cuenta las revistas con ISSN verificado.

En los siguientes gráficos se presentan el número de artículos publicados (eje de las ordenadas) por cada autor (eje de las abscisas) en cada categoría equivalente a las de Publindex y Homologación 2002.

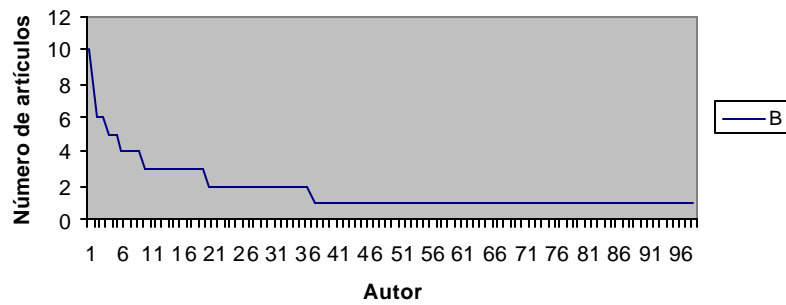
**Gráfico 4. Distribución de Artículos por autor categoría A1**



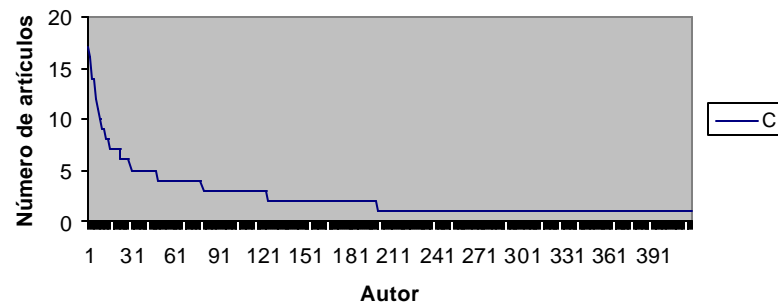
**Gráfico 5. Distribución de Artículos por autor categoría A2**



**Gráfico 6. Distribución de Artículos por autor categoría B**



**Gráfico 7. Distribución de Artículos por autor categoría C**



#### 4. La consolidación de la comunidad científica y la estructuración de la política de apoyo a la investigación. 1991-1996

Entre 1991 y 1996 el PNCSH, realizó eventos, escribió documentos de política, publicó libros sobre el Programa, consideró propuestas de investigación, estableció criterios para la evaluación de las propuestas, constituyó un grupo de evaluadores, asignó presupuesto para 328 proyectos. También se constituyeron áreas temáticas de interés estratégico para el país, se comprometieron instituciones gubernamentales para eventos y financiamiento de proyectos, vinculó a universidades, institutos y centros de investigación. Por su parte, los investigadores realizaron las investigaciones, escribieron los informes finales y escribieron artículos y libros. Puede colegirse que se estructuró una capacidad nacional, con sus mecanismos propios de coordinación y evaluación, para desarrollar investigación de calidad en ciencias sociales y humanas.

Estos resultados, que indudablemente tuvieron lugar, fueron posibles porque se logró un proceso de traducción de los intereses de la política de investigación que señalaron la forma en que las estrategias de los investigadores se desplegaron para tener éxito en la consecución de contratos para desarrollar investigación. Sin embargo, este proceso de coordinación sólo tuvo como actores a la comunidad de investigadores y a los funcionarios de Colciencias, dado que los indicadores de representación y participación del Estado y del sector privado en las sesiones del consejo son poco significativos. Con estas deficiencias no se puede dar lugar a resultados sobre la coordinación de políticas meso y macro, ya que, como declararon en varias ocasiones algunos consejeros, “Ni el DNP ni otra institución han traído las políticas a esta mesa”, situación que no cambió a lo largo de la década.

Tabla 6. Composición del Consejo del PNCSH según asistentes 1991-2002<sup>1</sup>

ASISTENTES	Indicador de Asistencia
Investigadores	4,32
COLCIENCIAS	3,22
COLCULTURA	0,58
COMUNIDAD	0,48
ICFES	0,46
ICANH	0,42
DNP	0,40
SECTOR PRIVADO	0,18

Fuente: Cálculos OcyT con base en las actas del consejo del PNCSH

<sup>1</sup> El indicador de asistencia es un promedio obtenido por la suma de los asistentes, según su procedencia institucional, a cada sesión del consejo dividido entre el número total de sesiones.

Tabla 7. Intervenciones temáticas realizadas en el Consejo del PNSCH según tipo de asistentes 1991-2002

COLCIENCIAS	212
COLCULTURA	5
COMUNIDAD	123
CONSEJO	188
DNP	4
FUNDACION SOCIAL	3
ICAN	4
ICFES	3
Total general	542

Fuente: Cálculos OcyT con base en las actas del consejo del PNCCH

¿Cómo puede interpretarse entonces la poca participación de las instituciones estatales encargadas de realizar la política económica, social, educativa, y la casi inexistente presencia del sector privado en las sesiones del Consejo?

Puede decirse por ahora que los modelos de redes socio-técnicas y de la llamada triple hélice que explican la coordinación científica entre los polos científico, tecnológico-mercado y de la política pública pueden ser poco pertinentes para este caso. Puede decirse también que el proceso de institucionalización de las ciencias sociales, en el marco del SNCyT, es de autarquía en el sentido de que las únicas instituciones que participan en la elaboración de políticas de investigación y de uso de los resultados son las instituciones académicas representadas en algunas pocas universidades.

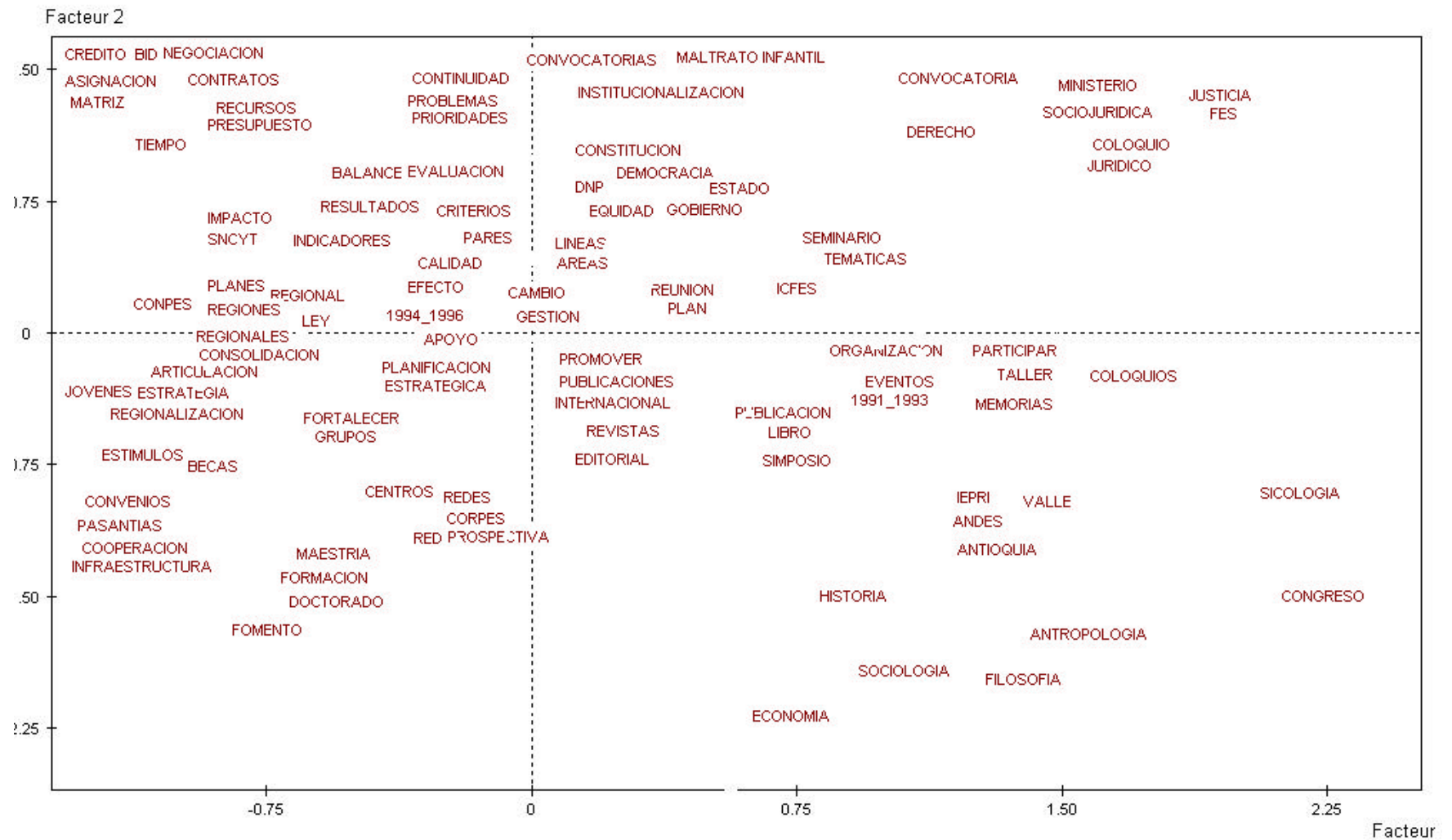
La autarquía puede corroborarse en dos sentidos: por la adscripción institucional de los asistentes a las sesiones del Consejo (tablas 6 y 7) y por el destino de la financiación de proyectos (tabla 8).

Tabla 8. Proyectos financiados por el PNCCH 1991-2002, según institución

INSTITUCIÓN	PROYECTOS	% DE PARTIC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTA	53	16%
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	52	16%
UNIVERSIDAD DEL VALLE	41	13%
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	23	7%
INSTITUTO DE ESTUDIOS POLITICOS Y RELACIONES INTERNACIONALES IEPRI	17	5%
INSTITUTO COLOMBIANO DE ANTROPOLOGÍA	14	4%
FUNDACION UNIVERSIDAD CENTRAL	12	4%
UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO	9	3%
UNIVERSIDAD DEL NORTE	8	2%

Fuente: Colciencias. Oficina de Registro de Proyectos

Gráfico 8. Mapa de las temáticas discutidas en el Consejo del PNCSH 1991-1997



Si se pregunta por el uso de los productos de la financiación, Ramos (1998) muestra, sin lugar a dudas, que la circulación de los resultados puede ubicarse en la universidades, ratificándose el carácter autárquico de las actividades del PNCSH: hubo cerca de 200 *eventos* que sirvieron de escenario para la presentación y discusión de los resultados de los proyectos, se desarrollaron cerca de 90 nuevos proyectos que tomaron como insumo los financiados hasta 1997, por lo menos 27 universidades nacionales y seis extranjeras han recibido como insumos para su labor docente, los proyectos han servido para impulsar o motivar la realización de casi un centenar de tesis de grado.

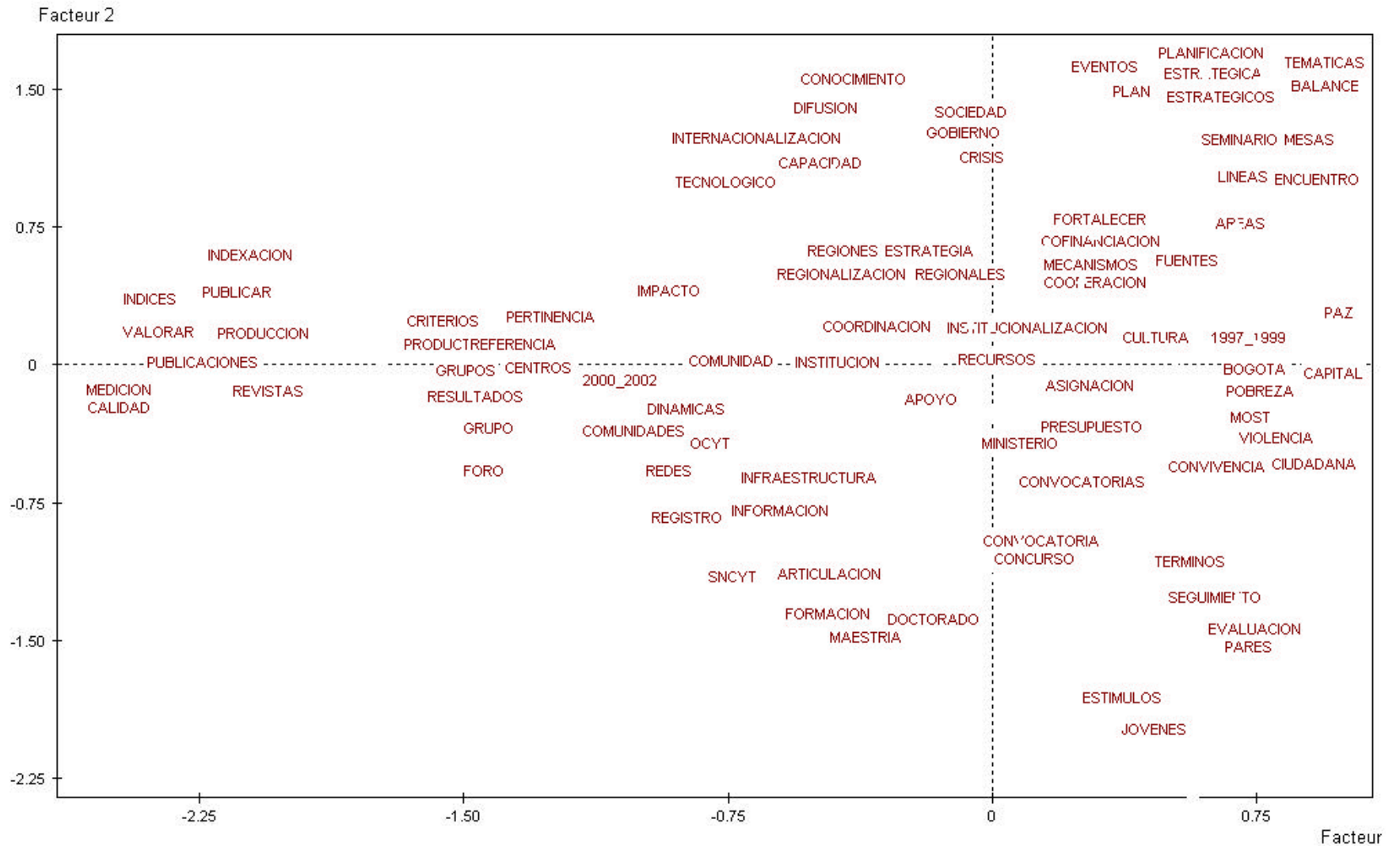
Una representación gráfica más detallada de las actividades del consejo del PNCSH para el periodo de estructuración de la política de apoyo a la investigación es presentada en el gráfico 8.

## **5. De la Planificación estratégica al control de calidad de los resultados 1997-2002**

El ejercicio de planificación estratégica adelantado en los distintos programas nacionales desde 1996 tuvo como objetivo construir un plan de trabajo con metas de corto, mediano y largo plazo con base en las experiencias de los primeros seis años, en los logros y dificultades que se presentaron. El diseño de un plan estratégico para el PNCSH aún cuenta con una dificultad mayor por las particularidades propias del programa, por la complejidad de las áreas temáticas del conocimiento contempladas, por la diversidad de instituciones y la heterogeneidad de los grupos existentes. Las actividades conducentes a la formulación de un plan de desarrollo estratégico del programa debieron tener relación con la evaluación y el seguimiento de las líneas de investigación ya constituidas, con los proyectos y actividades que habían recibido recursos. También deberían responder a las intencionalidades expresadas en la política estatal de desarrollo atendiendo a la complejidad de lo social, buscando las interrelaciones entre la investigación básica y la investigación para el desarrollo social.

Un tema fundamental sobre el cual se puso atención fue el relacionado con el direccionamiento de líneas de investigación, ya que hasta el momento el PNCSH había respondido, de manera general, a las ofertas de los investigadores y sólo en algunos casos se había utilizado la modalidad de convocatorias específicas. Después de 1997, ante las condiciones de restricciones presupuestales, el consejo considera que se debe trabajar en unas temáticas para convocatorias específicas con la posibilidad de lanzar una convocatoria general por año. Hacia 2002 se manifiestan nuevamente las dificultades que tenían las convocatorias dirigidas, dado que, dejaron por fuera buenos proyectos.

**Gráfico 9. Mapa de las temáticas discutidas en el Consejo del PNCSH 1997-2002**



Un logro significativo fue el establecimiento de relaciones de cooperación internacional donde se destaca la experiencia con el programa MOST (*management of social transformations*) de Unesco en el que Colciencias fue el organismo de enlace nacional con motivo de la tercera reunión del consejo intergubernamental que se realizó en París en 1997. La búsqueda de nuevos recursos y de la activación de la cooperación técnica con Alemania fue otro logro importante, aprovechando las actividades asociadas con Expohannover que dieron como resultado la consecución de recursos adicionales para proyectos. De igual modo se fortalecieron relaciones de cooperación con el CNRS de Francia, con los organismos multilaterales SAF, OEA, Task Force de ciencia y tecnología. Con el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, CIID de Canadá, se negoció una convocatoria conjunta en desarrollo agrario y la paz, en el contexto de los retos de sociedad post-conflicto. A nivel nacional, con algunos ministerios, el SENA, el ICBF, se adelantaron actividades de coordinación para potenciar los recursos de presupuesto nacional dedicados a la ciencia y la tecnología.

Esta apertura a relaciones de cooperación internacional y nacional, con las consecuencias en cuanto al direccionamiento de la investigación, fueron discutidas en el seminario “Colombia Ciencias sociales y sociedad balance y prospectiva”, realizado en 1999. Para este encuentro se contó también con evaluaciones sobre los avances de las principales disciplinas de ciencias sociales.

Un cambio de perspectiva se dio en el proceso de planeación estratégica al situar a los grupos de investigación como sujeto privilegiado para el financiamiento de proyectos. En efecto, las convocatorias para registrar grupos de investigación y sus resultados se convirtieron en tema de intensas discusiones por cuanto la clasificación de los grupos según la calidad de su producción implicó el uso de criterios de evaluación que fueron cuestionados en múltiples ocasiones.

Tanto el PNCSH, como todo el SNCyT han empezado a hacer visible la necesidad de evaluar los resultados y los impactos de la investigación, y es en este sentido que la estructuración de la información sobre la producción nacional de los grupos e investigadores se convierte en el espacio donde hay que ir a buscar los resultados de las acciones de la política de investigación.

Para acercarse a la al problema de la calidad de la producción de los grupos se revisaron aquellos que se encuentran en Grup-Lac en la última convocatoria del 2002. Se encuentran 350 grupos reconocidos que declaran realizar actividades de investigación en algún área de ciencias sociales y humanas, 250 grupos registrados en la convocatoria aunque no están reconocidos y 150 que se encuentran registrados en SCIENTI por anteriores convocatorias aunque no están



reconocidos ni se presentaron a la convocatoria del 2000. Con esta información se realizó un conteo del número de integrantes por grupo. En la tabla 9 se muestra la distribución de grupos por número de integrantes; como se puede observar, existe una amplia dispersión en el número de integrantes de los grupos que va desde 20 grupos con sólo un integrante hasta un grupo con 130 integrantes.

Tabla 9. Número de grupos de Ciencias Sociales según rangos de personas

Personas por grupo	Numero de grupos
1	29
Entre 2 y 5	220
Entre 6 y 10	279
Entre 11 y 15	149
Entre 16 y 20	71
Entre 21 y 25	38
Entre 26 y 30	23
Entre 31 y 35	17
Entre 36 y 40	5
Entre 41 y 45	7
Entre 46 y 50	3
Entre 51 y 100	12
Entre más de 100	1

Cálculos: OCyT con base en Grup-lac y Cv-Lac 2002

La información de grupos se correlacionó con la de las publicaciones en CV-Lac, anteriormente presentada. En la tabla 10 se presenta el contexto de la comunidad de Ciencias Sociales y Humanas según Grup\_lac y Cv\_lac y en la tabla 11 se encuentra el número de publicaciones registradas en las hojas de vida de los grupos de Ciencias Sociales, y clasificadas según las categorías de Publindex y de Homologación.

Tabla 10. Contexto de la comunidad de Ciencias Sociales y Humanas según Grup\_lac y Cv\_lac

Total de artículos en Ciencias Sociales y Humanas en CVLac:	8504
Total de artículos en Ciencias Sociales y Humanas en CVLac desde 1990:	7789
Total de artículos revisados en Ciencias Sociales y Humanas en CVLac:	7212
Número de grupos ciencias sociales y humanas	845
Grupos ciencias sociales y humanas reconocidos 2002	332
grupos no reconocidos en la convocatoria 2002	383
grupos registrados en scienti pero no estuvieron en la convocatoria 2002	130
Número de grupos ciencias sociales y humanas con publicaciones desde 1990	514

Cálculos: OCyT con base en Grup-lac y Cv-Lac 2002

Tabla 11. Número de artículos registrados en las hojas de vida de integrantes de los grupos de Ciencias Sociales vs niveles de formación

Escolaridad	Total en GrupLac con-CVLac	Con publicaciones desde 1990	Con publicaciones 1990 y en grupos reconocidos 2002	Con publicaciones 1990 grupos no reconocidos	Registrado en anteriores convocatorias
Doctorados	551	355	275	70	10
Maestrías	1784	776	570	184	22
Especilizaciones	914	214	146	58	10
Postdoctorados	76	41	34	6	1
Pregrados	1037	223	160	56	7
Perfeccionamiento	144	31	21	10	0
Total	4506	1640	1206	384	50

Cálculos: OCyT con base en Grup-lac y Cv-Lac 2002

Tabla 12. Clasificación de los según publinde y homologación, registrados en las hojas de vida de integrantes de los **grupos reconocidos** en Ciencias Sociales vs niveles de formación

Escolaridad	A1	A2	B	C	NC	NSP	ND	Total
Pregrado	1	41	3	69	68	40	302	524
Maestría	11	74	22	333	449	170	1480	2539
Especialización	3	20	7	40	100	32	271	473
Doctorado	38	70	47	213	336	112	1013	1829
Postdoctorado	6	2	5	71	60	8	123	275
Perfeccionamiento	2	6	0	3	10	0	78	99
Total	61	213	84	729	1023	362	3267	5739

Cálculos: OCyT con base en Grup-lac y Cv-Lac 2002

Tabla 13. Clasificación de los según publinde y homologación, registrados en las hojas de vida de integrantes de los **grupos no reconocidos** en Ciencias Sociales vs niveles de formación

Escolaridad	A1	A2	B	C	NC	NSP	ND	Total
Pregrado	0	0	4	32	33	12	95	176
Maestría	5	4	6	38	125	17	388	583
Especialización	8	4	5	14	21	2	101	155
Doctorado	11	5	13	34	49	5	204	321
Postdoctorado	9	0	0	3	3	2	15	32
Perfeccionamiento	1	0	0	2	2	0	12	17
Total	34	13	28	123	233	38	815	1284

Cálculos: OCyT con base en Grup-lac y Cv-Lac 2002

Tabla 14. Clasificación de los según publlindex y homologación, registrados en las hojas de vida de integrantes de los inscritos en Scienti pero que no se presentaron en 2002, de Ciencias Sociales vs niveles de formación

escolaridad	A1	A2	B	C	NC	NSP	ND	Total
Pregrado	0	0	0	2	4	0	10	16
Maestría	1	0	3	2	17	5	66	94
Especialización	0	0	0	1	0	0	13	14
Doctorado	1	1	1	20	17	1	23	64
Postdoctorado	0	1	0	0	0	0	0	1
Perfeccionamiento	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2	2	4	25	38	6	112	189

Cálculos: OCyT con base en Grup-lac y Cv-Lac 2002

## 6. Resumen de resultados y algunas conclusiones

El trabajo presenta dos alcances generales. Uno es la reconstrucción, a través de un ejercicio lexicométrico, de la política de investigación discutida en el Consejo del PNCSH desde 1991 hasta 2002. El Segundo es una primera caracterización de la situación actual de la comunidad científica nacional de ciencias sociales.

El primer alcance tuvo como interés principal, identificar los logros que la política de investigación alcanzó como resultado de las actividades desarrolladas por el Consejo del PNCSH. En este sentido, se identificaron dos grandes períodos de la política de investigación; el primero, acotado entre los años 1991 y 1996, se caracterizó por ser un periodo de estructuración de una comunidad fragmentada y concentrada institucionalmente. La estructuración de la comunidad nacional de ciencias sociales se logró por las reiteradas convocatorias para participar en significativos encuentros académicos que daban cuenta de los avances disciplinares y de las problemáticas particulares. Los recursos económicos destinados para el financiamiento de los encuentros y para los proyectos de investigación buscaron constituir capacidades generales de investigación de calidad para lo cual se fortaleció un mecanismo fuerte de evaluación por pares que sancionaban la calidad, alcances y pertinencia de las propuestas de investigación financiadas. Complementariamente se logró estructurar campos de investigación con estrecha conexión con los importantes procesos de cambio socio-económico nacional; en este sentido se destacaron los campos de investigación en violencia y en justicia. Los resultados de los proyectos y encuentros desarrollados dentro de estos dos campos de investigación lograron interpretaciones estructurales del país en tanto que ya no eran las disciplinas atomizadas las que hablaban, sino que, por el contrario, se hizo necesaria la conciencia de tener en cuenta los resultados de investigación de disciplinas no dominantes en el campo de la investigación social. En este particular, se debe

anotar como ejemplo significativo, la circulación e integración de saberes entre la economía, la ciencia política y la jurisprudencia, dado que la década de los noventa significó para Colombia grandes cambios en su estructura productiva en un marco legal derivado por un nuevo contrato social en un contexto de agudización del conflicto armado. Así, las explicaciones a las grandes problemáticas como el desempleo, la seguridad, y los derechos civiles, económicos y humanos debieron ser analizados por fuera de las disciplinas mismas. En este proceso de in-disciplinación del conocimiento y estructuración de campos problemáticos del saber, se logró identificar actores, grupos de investigación e instituciones que se hicieron visibles y se convirtieron en referentes nacionales. Este logro, el de hacer visible una capacidad nacional integrada para estudiar grandes problemas, no es atribuible solamente a los recursos financieros puestos para ello, también tiene que ver con las actividades de difusión que se generaron desde el interior del Consejo del PNCSH.

Este primer periodo logró, en síntesis, realizar un inventario de las capacidades nacionales para hacer investigación social, identificar y reconocer la calidad alcanzada por ciertos grupos e instituciones de investigación, identificar los grandes obstáculos que impedían el avance de la investigación social, y, en arreglo a los anteriores tópicos, impulsar una política coherente de fomento a la investigación social en un ambiente de recursos escasos.

El segundo periodo de la política de investigación, en el marco del PNCSH, está delimitado entre 1997 y 2002. El cambio en el discurso de la política es evidente, se demanda avanzar hacia una política estratégica de investigación. Las primeras actividades encaminadas hacia la construcción de un plan estratégico tuvieron que ver con la evaluación de las actividades financiadas hasta 1996 y su impacto. En el año de 1997 la dirección de Colciencias, solicitó a los programas nacionales esta evaluación, y para el caso del PNCSH, no se contó mas que con una mirada a los resultados inmediatos de los proyectos. Uno de los primeros resultados de este ejercicio fue el reconocimiento de una ausencia estructural de información y de métodos para tal evaluación. A pesar de este impedimento, el programa nuevamente acudió a destacados investigadores de la comunidad, no a grupos o instituciones, para realizar una evaluación del estado de avance de las disciplinas que habían sido clave para el proceso de estructuración de los primeros años. El plan estratégico, aunque tuvo un buen componente de participación de personajes de la comunidad científica nacional, plantea nuevos desafíos, entre los que se destaca buscar nexos fuertes de financiación y metodológicos con entidades internacionales. La práctica

que buscó ahora privilegiarse fue la de la investigación desarrollada por grupos de investigación hacia problemáticas en la que el PNCSH tuviera mayor ingerencia en cuanto a su señalamiento.

En los cinco años transcurridos de la política de investigación bajo el plan estratégico, puede identificarse una política general de apoyo a las estructuras creadas en el primer periodo del programa. Cuando se dice que es una política general de apoyo a la investigación tiene un referente concreto de dar apoyo financiero a actividades que se desarrollen dentro de grupos de investigación.

La evaluación de los logros de la política de investigación desarrollada por el PNCSH en este segundo periodo tiene que ver entonces con la influencia que la política ha tenido en la conformación y afianzamiento de grupos de investigación y su producción. En esta tarea, se destaca el segundo alcance de este trabajo. Las primeras evidencias en cuanto a la estructuración de los grupos de investigación y la calidad de sus resultados indican que, con la información disponible del CV-Lac y el Grup-Lac actualizada hasta diciembre de 2003, la prosperidad que muestra el crecimiento vertiginoso del número de grupos de investigadores y de publicaciones tiene su contraparte negativa cuando se ponen filtros de calidad constituidos dentro del mismo SNCyT.

De otro lado, al filtrar la producción representada en artículos de investigación, se tiene como resultado que no es factible caracterizar una gran parte de esa producción según criterios de calidad porque no corresponde a los criterios utilizados por los subsistemas bibliográficos nacionales Pubindex y de homologación de revistas extranjeras.

Estos precisamente han sido los problemas que más han centrado la atención del Consejo del PNCSH en los últimos tiempos.

La conclusión general es que ha aumentado apreciablemente el número de integrantes de la comunidad, en cuanto individuos y grupos, pero su producción no muestra índices de calidad apreciables.

Por último, una mirada a las propósitos que el PNCSH no logró alcanzar durante los dos periodos de análisis fueron los que estaban asociados a las estrategias de regionalización, internacionalización e institucionalización de la ciencia colombiana. En cuanto a los propósitos de la estrategia de regionalización, el estudio mostró cómo los índices de concentración regional e institucional se agravaron sin incluir dentro de la financiación otorgada de manera significativa otras regiones e instituciones diferentes a las ya establecidas a principios de la década de los noventa. Este resultado negativo tiene que ver con que los criterios de calidad que se aplica a las

instituciones representativas difícilmente pueden ser alcanzados por el resto de instituciones universitarias y de investigación del país. La estrategia de internacionalización, vista desde las publicaciones científicas, es precaria si se tiene en cuenta el gran número de publicaciones que no evidencian visibilidad ni circulación internacional.

Finalmente, los resultados para la pregunta por el proceso de institucionalización de la ciencia, entendido como la participación de instituciones sociales en la planeación, ejecución y uso de la ciencia nacional son del todo negativos. No se encontró evidencia de un papel importante de la investigación social en el país con los procesos de administración y planeación social y económica. Tampoco existe evidencia de demandas importantes de los gobiernos del periodo por investigación estratégica para el país. La participación de ministerios, de entidades de planeación nacional o locales, y del sector productivo en la planeación de la política de investigación social en el seno del Consejo del PNCSH es prácticamente inexistente.

## BIBLIOGRAFIA

- Bécue M., 1991, *Análisis estadístico de textos*,
- Callon M., 1991, << Redes tecno-económicas e irreversibilidad >>, *Redes, Revista de estudios sociales de la ciencia*, Buenos Aires, Universidad de Quilmes.
- Callon M., 1994, << Four Models for the Dynamics of Sciences >>, in Jasanoff S., Markle G.E., Petersen J.-C, and Pinch T. (eds), *Handbook of Sciences and Technology Studies*, London, Sage.
- Callon M., 1999, << Le réseau comme forme émergente et comme modalité de coordination: le cas des interactions stratégiques entre firmes industrielles et laboratoires académiques >>, in Callon M, Cohendet P, Curien N, Dalle J.M, Eymard-Duvernay F, Foray D, y Schhenk E., *Réseau et coordination*, Economica.
- Castro S. (ed), 2000, *La reestructuración de las ciencias sociales en América Latina*, Bogotá, CEJA.
- Charum J., Parrado S., 1997, *Entre el productor y el usuario. La utilidad de la investigación universitaria*, Bogotá, ICFES-Universidad Nacional.
- Colciencias, 1993, *Los retos de la diversidad. Bases para un plan nacional del programa nacional de ciencias sociales y humanas*, Santafé de Bogotá, Colciencias.
- Colombia. Departamento Nacional de Planeación, 1991, *La Revolución Pacífica. Plan de Desarrollo Económico y Social Cambio para Construir la Paz 1998-2002 : Bases*, Santafé de Bogotá : DNP, xv, 483 P.
- Colombia. Departamento Nacional de Planeación, 1998, *Cambio para Construir la Paz 1998-2002 : Bases*, Bogotá: DNP.
- Easterly W., 2003, *En busca del crecimiento. Andanzas y tribulaciones de los economistas del desarrollo*, Antoni Bosch.
- Echeverri L., Mesa G., 2002, *Ciencias Sociales en Colombia 1991*, COLCIENCIAS.
- Etcheberria E., 1995, *Análisis de Datos y Textos*, Madrid, RA-MA.
- Gutierrez F, Martínez G., 1993, << La comunidad de Ciencias sociales. Una visión desde Colciencias >>, *Colombia Ciencia y Tecnología*, vol. 10, 4, pp. 4-6.
- Hoyos G., 1993, << Un Año de Promoción de las Ciencias Humanas y Sociales >>, *Colombia Ciencia y Tecnología*, vol. 10, 4, pp. 17-19.
- Leysdesdorff L., 1991, << In Search of Epistemic Networks >>, *Social Studies of science*, vol. 21, pp. 75-110.
- Ramos E., 1999, *La investigación en ciencias sociales: difusión y uso de sus resultados*, Informe de consultoría, mimeo, Bogotá, Colciencias.
- Restrepo M., << Propuestas para un programa nacional de ciencias sociales y humanas >>, En Colciencias., 1993., *Los retos de la diversidad.*, pp 54-55.
- Rip A., 1986, << Between dirigism and laissez-faire: Effects of implementing the science policy priority for biotechnology in the Netherlands >>, *Research Policy*, vol. 15, pp. 253-268.
- Rip A., 2000, *Societal Challenges for R&D Evaluation*, Proceeding for the 2000 U.S.- European Workshop on Learning from Science and Technology Policy Evaluation, Bad Herrenalb, Germany. Available in: <http://www.cherry.iac.gatech.edu/e-value/bh-proceed/00-Front.pdf>

## **Quinto documento**

### **Propuesta metodológica para el análisis de redes sociales – ars en el programa ciencias sociales y humanas**

**Víctor Andrés Bucheli Guerrero. Sandra Patricia Daza Caicedo**

#### Tabla de contenido

II. ELEMENTOS CONCEPTUALES.....	4
III. PASOS POR SEGUIR.....	6
IV. UN EJEMPLO DE ANÁLISIS DE REDES CON INFORMACIÓN INCOMPLETA.....	12



# PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DE REDES SOCIALES – ARS EN EL PROGRAMA CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS

Víctor Andrés Bucheli Guerrero\* Sandra Patricia Daza Caicedo\*\*

**Resumen:** Partiendo de la definición de red formal de Callon, se propone una metodología para la aplicación de la técnica de análisis de redes sociales (ARS) indagando en el Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas con el objeto de hacer evidente la existencia de éstas. La primera parte describe los aspectos conceptuales de dicho análisis, se observan las propiedades estructurales de las relaciones y se explican mediciones tales como la densidad, centralidad por grado, por cercanía e intermediación. En la segunda parte, se hace un ejercicio práctico con dicha metodología tomando proyectos desarrollados en cooperación y observando a las entidades que se vinculan en actividades de producción de conocimiento basado en la información obtenida de TECNOS. Se concluye que este tipo de metodología es útil pues devela la características de actores y su identificación dentro del sistema de relaciones.

**Palabras clave:** Análisis de redes sociales(ARS), programa nacional de ciencias sociales y humanas, estructura de relaciones, redes socio técnicas.

## I. Introducción

Desde sus inicios el Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas ha establecido como uno de sus objetivos prioritarios la formación y consolidación de redes, es así como en el libro *Los retos de la Diversidad*, donde se sientan las primeras bases conceptuales y de acción para el Programa, dentro de los objetivos y estrategias sugeridas en su numeral seis se lee lo siguiente: “Apoyo a las redes, particularmente a aquellas que tienen vínculos internacionales. Las redes pueden cumplir a la vez varios objetivos de enorme importancia. Primero, garantizar la comunicación entre los investigadores. Segundo, permitir la circulación de material impreso y servir de enlace entre el investigador y las instancias de difusión. En tercer lugar, integrar a los investigadores más fogueados y cualificados con aquellos que comienzan o que están ubicados lejos de los centros de producción intelectual, lo cual nos acercaría a la descentralización de la investigación social en el país, aprovechando el significativo patrimonio que se ha acumulado en Bogotá, Medellín y Cali. En cuarto lugar, fortalecer la presencia internacional del país. En quinto lugar, facilitar la obtención de financiación para el programa. En sexto lugar, servir de base para investigaciones empíricas que se propongan una evaluación fina de la situación de la comunidad científica”<sup>1</sup>.

Seis años más tarde, dentro del ejercicio realizado por COLCIENCIAS y la secretaría técnica del programa para la realización de un nuevo plan estratégico 1999-2004, el tema de las redes vuelve a emerger. Se señala como uno de los problemas para el desarrollo de redes la

---

<sup>1</sup>\*Joven Investigador. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. Contacto: vbucheli@ocyt.org.co

\*\*Investigadora. Observatorio Colombiano de Ciencia y tecnología. Contacto: sdaza@ocyt.org.co

dispersión, falta de comunicación y tendencia a la investigación individual así como la existencia precaria de comunidades científicas, es así como una de las líneas de acción propuestas es: “*Creación de redes de investigadores por áreas temáticas y vinculación de los investigadores nacionales con redes y eventos internacionales*”<sup>2</sup>.

A pesar de su recurrencia en los documentos, hasta el momento no ha sido explícito el cómo analizarlas. Esto se puede explicar por varias razones, primero, la ausencia de información, segundo la imprecisión en la definición misma de red, así por ejemplo, el profesor Guillermo Hoyos consejero del programa durante muchos años al ser interrogado sobre los logros del programa a este respecto dice:

*“OCyT: Pues hay otro (tema) que hemos preguntado y que tampoco hemos encontrado muchas respuestas y es otra de las cosas que se planteaban muy a menudo en estos documentos de los noventas, era el tema de las redes, de la conformación y consolidación de redes, ¿Qué ha pasado con eso?”*

*Guillermo Hoyos: Mira, ha pasado con eso en primer lugar que el sentido de red se ha secularizado tanto que ya no es nada, pertenecer a una red es que le llenen a uno el correo electrónico de porquerías, puede haber cosas buenas pero que uno no alcanza a digerirlas, entonces, desafortunadamente el sentido de red electrónica, debilitó mucho el sentido de redes de investigadores, de redes de comunicadores, de cosas de estas.”*<sup>3</sup>

Esta ausencia de precisión en la definición de red ha dificultado la evaluación de los objetivos propuestos por el programa en este sentido, es decir, de los logros y efectos que en materia de redes se han alcanzado hasta el momento y por lo tanto la construcción de los indicadores respectivos.

Al respecto Callon (1999) nos dice que la noción de red es polisémica, para este autor dentro de sus múltiples interpretaciones hay dos que resultan particularmente útiles para las ciencias sociales. La primera de ellas se refiere a la noción de red restringida a su mínimo estricto donde el sistema estudiado es descrito como un haz de relaciones entre entidades, y donde las relaciones no son definidas a priori; “Esta definición, muy formal, conduce a considerar tan solo puntos (entidades) ligados los unos a los otros (relaciones), presenta la ventaja de abrir vías de análisis,

---

<sup>2</sup> COLCIENCIAS (1999). “Plan Estratégico 1999-2004. Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas”. Bogotá. Colombia. Pág. 96.

<sup>3</sup> Aparte de la entrevista realizada a Guillermo Hoyos, por el OCyT. 21 de enero de 2004.

frecuentemente matemáticos, que se dedican a describir la morfología de las diferentes formas de red (conexidad, densidad) así como la dinámica de su evolución”.<sup>4</sup>.

La segunda, que está referida a las modalidades de coordinación de la acción, sirve de un lado para designar los ajustes locales negociados por los agentes en contacto directo y para caracterizar las formas híbridas o intermedias de organización que superan los límites usuales de la coordinación por el mercado o la jerarquía.

En la primera definición la naturaleza de las relaciones y la identidad de los actores se deja en un segundo plano pues lo prioritario es la forma de las relaciones, Las redes formales, estableciendo una relación inteligible entre posiciones y modalidades de acción, están bien adaptadas para entender y describir estructuras emergentes y para explicar su eventual extensión (...) Las redes de coordinación permiten dar cuenta, con una gran economía de medios, de sistemas de relaciones complejas que se desarrollan entre instituciones o esferas de actividades diferentes”<sup>5</sup>.

La primera noción de red descrita por Callon será la que adoptaremos en estas páginas ya que nos permite hacer análisis matemáticos exploratorios para describir la morfología de la red que se constituye gracias a las política del programa. Hay que aclarar sin embargo, que tomar esta posición no excluye de ninguna manera la posibilidad de entender estas redes como redes-coordinación, en opinión de los autores de estas páginas, los dos son análisis complementarios y necesarios para comprender el estado de las redes dentro de los programas nacionales de ciencia y tecnología.

### 1.1 ¿Por qué un análisis de redes?

Revisando los objetivos del programa antes mencionados es evidente que no sólo le interesa a éste tener influencia sobre los grupos e investigadores considerados individualmente sino también entender los efectos *sistémicos* que se pueden generar gracias a sus intervenciones. Parafraseando a Faust (2002), el valor del enfoque de redes sociales radica en su perspectiva relacional, y en su poder analítico para especificar y medir propiedades de la estructura social al poner a prueba hipótesis estructurales.

---

<sup>4</sup> Callon Michel, 1999: “*Le réseau comme forme émergente et comme modalité de coordination: le cas des interactions stratégiques entre firmes industrielles et laboratoires académiques*”. En Callon M, Cohendet P, Curien N, Dalle J.M, Eymard-Duvernay F, Foray D, y Schhenk E., *Réseau et coordination*, Economica. Traducción Libre.

<sup>5</sup> Op Cit. Pág 13-14

## II. Elementos Conceptuales

Por **RED** acogeremos la definición propuesta por Freeman y adaptada por Faust (2002), según la cual una red social consiste en esencia de dos elementos: una población de **ACTORES** y por lo menos una **RELACIÓN** que sea medible definida para pares de actores. Los actores pueden ser entidades sociales en cualquier nivel de agregación (personas u otros organismos individuales, o colectividades, como unidades familiares, organizaciones o países). Las relaciones pueden comprender cualquier acción, actividad, transacción, obligación, sentimiento, u otro tipo de conexiones entre pares, o entre subgrupos de actores.

Para el caso que nos ocupa, los **ACTORES** del programa, serán aquellos grupos de investigación o individuos que han sido movilizados por este a través de sus políticas. Y la **RELACIÓN** que nos interesa es aquella que liga a dos actores por su participación conjunta en:

1. Un proyecto financiado por el programa.
2. Participación en un evento apoyado por el PNCSH

### 2.1. Unidades Medibles de la Red

Como se señaló arriba, una de las características del análisis de redes es que la morfología de la red es medible, esto es, que se puede estudiar el comportamiento de los actores como producto de su participación en relaciones sociales estructuradas.

Para entender las vinculaciones presentes en una red y sus estructuras, el análisis de redes sociales – ARS se ha servido de la teoría de grafos ésta tiene un vocabulario que puede ser utilizado para analizar muchas propiedades de las estructuras sociales; nos ofrece las operaciones matemáticas por las cuales esas propiedades pueden analizarse y medirse; y nos permite probar teoremas sobre los grafos y, por tanto, deducir y someter a prueba determinados enunciados (Sanz 2003, 22).

Así, un grafo  $G$  consiste en dos conjuntos de información: un conjunto de nodos,  $N = \{n_1, n_2, \dots, n_g\}$  y un conjunto de lazos,  $L = \{l_1, l_2, \dots, l_h\}$  entre pares de nodos. En un grafo hay  $g$  nodos y  $h$  lazos. Un grafo se representa como  $G(N, L)$ . Se dice que dos nodos son adyacentes si el lazo  $l_k = (n_i, n_j)$  está incluida en el conjunto de lazos  $L$ . (Wasserman, 1999.95).

## 2.2 Medidas de estructura de la red<sup>6</sup>

*Densidad:* Da una idea general del conjunto de la red. Mide la proporción de lazos existentes en relación con los posibles.

$$D = 2L / [N(N-1)]$$

Donde L es el número total de lazos y N, el número total de nodo La densidad de un grafo va desde 0, si no hay lazos (L=0) hasta 1 si se dan todos los posibles lazos (L= N(N-1)/2).

*Centralidad:* busca mira a los actores dentro de la red y la posición que ellos tienen en el sistema de relaciones. Se puede observar de diferentes maneras tales como grado(*degree centrality*), proximidad o cercanía (*closeness centrality*) e intermediación (*betweennes centrality*).

*Grado* se define como el número de otros actores a los cuales un actor está directamente unido o es adyacente. Esta medida de centralidad, la más sencilla, organiza a los actores por el número efectivo de sus relaciones directas en el conjunto de la red. Su expresión matemática según Freeman es,

$$CD(n_i) = \sum x_{ij}$$

Donde,

$X_{ij}$ = El valor del lazo existente entre el actor  $i$  y el actor  $j$ , siendo  $X_{ij} = 0$  o  $X_{ij} = 1$

Otra medida de grado es el *grado normalizado* que corresponde a la proporción de las relaciones existentes frente al total posible.

*Proximidad:* índice de la cercanía de un nodo con el resto de la red. Para ello se calcula la suma de los geodésicos (o distancia más cortas) que unen a cada vértice o nodo con el resto de la red, definidos  $d(i,j)$  como la distancia geodésica entre el nodo  $i$  y el nodo  $j$ .

La distancia total de  $i$  hacia el conjunto total de los demás actores de la red es igual a la sumatoria de todos sus geodésicos,

$$\sum_{j=1}^g d(i, n_j)$$

---

<sup>6</sup> Las definiciones que se presentan a continuación han sido tomadas de Sanz (2003); Wasserman (1999) y Lista Redes (2001).

Donde  $i \neq j$

el índice de proximidad es el inverso de la suma de las distancias de un actor  $i$  al resto de los actores,

$$C_c(n_i) = \left[ \sum_{j=1}^n d(n_i, n_j) \right]^{-1}$$

*Mediación:* cuenta las veces que un nodo aparece en los caminos más cortos entre cada par de nodos. Así se puede dar cuenta de un actor focal a través del cual los actores deben pasar para relacionarse. Esta posición lo convierte en intermediario de los actores de la red,

$$C_B(K) = \frac{2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (g_{ij}(k) / g_{ij})}{n^2 - 3n + 2}$$

Para todos los puntos no ordenados,  $i, j, k$ , donde  $i < j$ ,  $n$  es el número de nodos de la red y  $g_{ij}(k)$  es el número de geodésicas (caminos más cortos) entre  $i$  y  $j$ , que pasan por  $k$ . Por tanto si  $k$  está en el camino más corto del par  $(i, j)$ ,  $K$  tiene alta centralidad-mediación.

Podemos decir entonces que el grado mide la capacidad de un actor de comunicarse directamente con los demás actores. La proximidad o cercanía, de su capacidad de comunicación con el conjunto de la red, y la mediación como aquel actor intermediador a través del cual se comunican otros actores.

Las preguntas que se quiere resolver con el análisis morfológico de redes son las siguientes:

¿Cuáles son los actores que pueden identificarse en la red conformada por el programa?

¿Cuál es la morfología que tiene la red y la posición de los actores dentro de la misma?

### III. Pasos por seguir

#### 3.1. Estructuración de la información para el análisis

El análisis requiere de una base<sup>7</sup> de datos relacional construida de la siguiente manera:

---

<sup>7</sup> Una base es el “fundamento o apoyo principal de algo.”(RAE), y dato es el “antecedente necesario para llegar al conocimiento exacto de algo o para deducir las consecuencias legítimas de un hecho”(RAE). Y para un acercamiento más exacto buscamos las relaciones que nos permiten vincular las entidades que existen dentro del objeto (programa) que queremos analizar.

***Modelo entidad relación base de datos*****Entidades:**

Convocatorias: Llamados del Programa para la presentación de proyectos libres o en áreas específicas y la participación en eventos.

Grupos: Grupos registrados en GrupLac.

Investigadores: Los que conforman los grupos y que están registrados en CvLac.

Eventos y tipos de eventos: coloquios, simposios, congresos, encuentros, seminarios apoyados o financiados por el programa.

Proyectos: Los registrados en el SGIP y en GrupLac.

Entidades: Aquellas a las que pertenecen los grupos y aquellas que participan en los eventos.

**Relaciones de muchos a muchos:**

Vinculación investigadores a grupos, teniendo en cuenta las fechas de vinculación de los investigadores a los grupos.

Realización de proyectos adscritos a las convocatorias por grupos.

Participación de grupos en eventos. La información contenida será el tipo de participación del grupo en el evento y en el caso de ponencia, el tema.

Participación de investigadores en eventos. La información contenida será el tipo de participación del investigador en el evento y en el caso de ponencia, el tema.

Vinculación de los investigadores a instituciones.

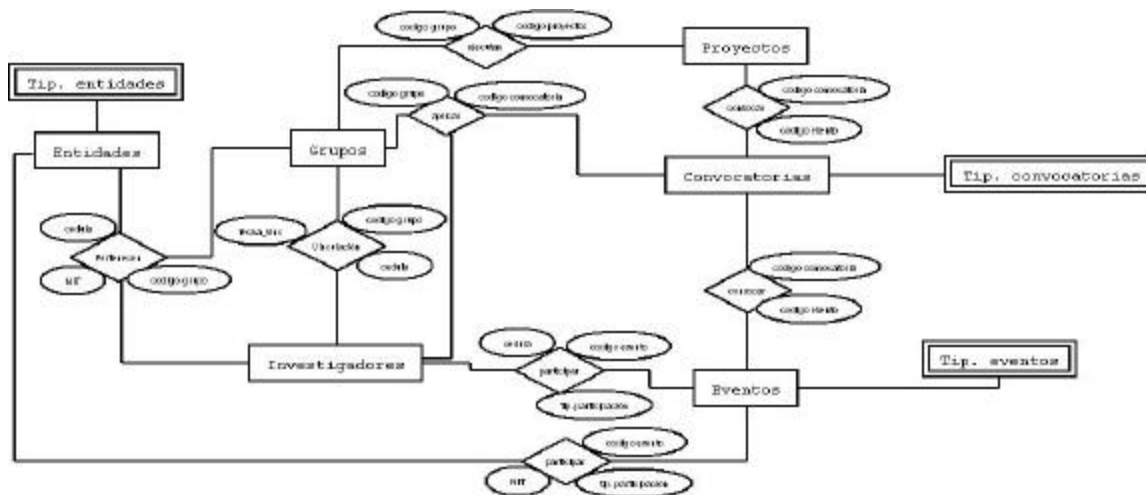
Vinculación de los grupos a las instituciones

Participación de instituciones en eventos según su tipo de participación.

**Relaciones de uno a muchos:**

- a) Convocatorias-Proyectos
- b) Entidad-Tipo de entidad.
- c) Eventos-Tipos de eventos.

Gráfico No 1. Modelo entidad relación base para análisis redes sociales en



### 3.2 Elaboración de indicadores de primera generación

Con el objeto de tener un punto de comparación y una primera idea del conjunto de la red, se construyen indicadores de número de grupos, número de proyectos, porcentajes de participación, presencia de grupos en proyectos, por convocatoria.

### 3.3 Construcción de matrices

Con el fin de analizar la estructura de la red es necesario construir matrices (datos en filas y columnas) que permitan aplicar algoritmos para analizar dicha estructura, es decir, que nos permitan tener un mapa de las relaciones entre diversos actores. Estas matrices serán de dos tipos, cuadradas y rectangulares, en las primeras los actores se distribuyen en las filas y columnas y los vínculos en las intersecciones. En las segundas, en las filas se ubican los actores, en las columnas las propiedades relacionales, y en la intersección sus vinculaciones.

*Matrices de afiliación:*

A partir de estas matrices se busca mirar relaciones en una matriz rectangular que liga los actores con los distintos proyectos o eventos.

$$N = \{n_1, n_2, \dots, n_g\}$$

$$M = \{m_1, m_2, \dots, m_h\}$$

Donde,

g es igual al número de actores,

h corresponde al número de eventos o proyectos y,



$g$ ?  $h$  y,

$X_{nm}$  la relaciones existente entre  $n$  y  $m$

Se pueden construir las siguientes matrices de afiliación:

Afiliación entre grupos y proyectos por convocatoria

Afiliación entre grupos y proyectos por ventana de tiempo

Afiliación entre entidades y eventos

Afiliación entre entidades y participación en tipo de evento

Afiliación entre entidades y tipo de participación en evento

Afiliación entre investigadores y grupos

Afiliación de investigadores a eventos por tipo de participación

Matrices de adyacencia por co-ocurrencia:

Nos dan una idea de las relaciones que existen entre distintos actores. Se construye ubicando en las filas y columnas a los investigadores; o grupos; o entidades; o convocatorias y en las intersecciones la co-ocurrencia de la participación en proyectos o eventos conjuntos.

Tamaño de la matriz  $g \times g$  ( $g$  columnas,  $g$  filas)

Donde

$X^g$  Matriz de relación entre actores.

$x_{ij} = 1$  si existe un vinculo de adyacencia

$x_{ij} = 0$  si no existe un vinculo de adyacencia

Para este tipo de matrices no dirigidas  $x_{ij} = x_{ji} = 1$  para todo  $i \neq j$

Pueden construirse cinco matrices así:

Matriz de adyacencia entre grupos por participación en proyectos conjuntos<sup>8</sup>

Matriz de adyacencia entre entidades que cooperan en eventos

---

<sup>8</sup> Para el análisis de densidad esta matriz debe ser construida para varias ventanas de tiempo.

Matriz de adyacencia entre grupos que participan en eventos

Matriz de adyacencia entre investigadores que participan en eventos

Matriz de adyacencia entre investigadores que pertenecen a grupos

### 3.4 Cálculo de las medidas de las propiedades del grafo

Hasta el momento tenemos en términos distributivos la información sobre la participación relativa de los actores (indicadores de primera generación). Utilizando las matrices de adyacencia aplicamos los algoritmos formalizados o unidades de medida descritos anteriormente: Densidad, centralidad por grado, centralidad por cercanía y centralidad por intermediación. Para revelar las estructuras organizadas -morfología de la red-, favorecidas por las políticas del programa<sup>9</sup>.

### 3.5 Interpretación de las unidades de medida

Un primer elemento por examinar es el peso del número de actores vinculados frente a un conjunto total examinado para ver qué tan significativo es el conjunto que se está analizando.

Para cada una de las matrices de adyacencia mencionadas en la sección 5.3 se realiza una medida entre el número de actores y el número total de vinculaciones. Esto nos permite ver el grado de relaciones existentes frente al conjunto total de posibilidades que tendrían los actores para vincularse (densidad). Miradas estas densidades en conjunto, obtendremos un primer indicador que visto de manera aislada no es categórico, sin embargo, comparado en ventanas de tiempo o frente a otro programa nos habla sobre qué tan conectada está la red.

Así tenemos una medida que nos habla de la red como totalidad, como siguiente paso es importante considerar esta estructura desde “adentro”, para ello utilizamos el análisis de las medidas de centralidad propuestas en la sección 2.2.

El grado nos indica cómo cada uno de los actores se comunica **directamente** con el resto, lo que está relacionado con su participación en proyectos o eventos tanto como el número de socios en cada caso. Sabremos así cuáles actores tienen mayor número de vínculos con otros para quienes se puede decir que tienen una mayor capacidad de comunicación en tanto que su conexión con los otros es directa. Es importante tener presente que esta medida no nos cuenta acerca de la estructura total de la red sino de un actor específico, es por lo tanto una medida de centralidad que indica la fortaleza comunicativa de un actor (investigador, grupo, entidad) con su entorno inmediato.

---

<sup>9</sup>Para el cálculo de estas medidas y su visualización gráfica –sociogramas o grafos- se pueden utilizar herramientas como NETMINER, UCINET, PAJECK, STRUCTURE, NEGOPY, GRADAP, MULTINET, entre otras.

El grado nos da un indicador específico o local, por su parte la centralidad por cercanía nos da una medida más “global” dado que muestra el número de pasos que requiere un actor para llegar a los otros y no a su entorno inmediato sino a la totalidad de los actores. Basándose en la búsqueda de los caminos más cortos, entre menor sea este número, mayor será su capacidad de alcanzar a otros actores, es decir, será más autónomo y por lo tanto existe una alta probabilidad de que este actor se convierta en un punto focal de la red y que su grado de afectación sobre el conjunto de la red sea alto. Si se encuentran varios actores con medidas altas de centralidad por cercanía tendríamos un indicador de que la red es altamente cohesionada.

La última medida de la centralidad –por proximidad- nos permite encontrar a los investigadores, grupos o entidades que tienen un papel como intermediadores dentro de la estructura de la red, es decir, de la dependencia que tienen otros investigadores, grupos o entidades con relación al actor analizado. Si un actor es un paso “obligado” para varios actores esto quiere decir que dicho actor posee una particularidad que le otorga una característica estructural dentro del sistema de relaciones, la cual puede entenderse como facilitación o como entorpecimiento de la red.

Es importante tener en cuenta que las diferentes medidas de la centralidad además de mostrarnos a los actores más centrales también puede ser utilizada para identificar a los actores periféricos.

El hecho de que un actor sea más central o periférico habla en últimas de su oportunidad para obtener información y para acceder al conocimiento que circula dentro de la red, como se ha insistido a lo largo de estas páginas este no es un análisis conclusivo. Es necesario indagar sobre la manera en que los investigadores, grupos y entidades estudiados integran esta información y conocimientos. La interpretación que se haga de la cercanía es también relativa ya que la posición central de un actor dentro de la red puede entenderse como limitante o ventaja; una excesiva concentración puede ser leída como un monopolio de poder en pocos actores que podría dificultar e incluso impedir la entrada y fortalecimiento de otros actores. Estas interpretaciones se hacen más evidentes cuando se comprara la misma red en diferentes periodos de tiempo.

Es así como el tipo de relaciones acá analizadas –colaboración en proyectos y eventos- pueden no ser las más importantes relaciones generadas por el programa ni las únicas que se generan entre los actores pero dadas las posibilidades que ofrece la información que recogen los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología<sup>10</sup> éstas pueden ser un indicador importante para

---

<sup>10</sup> Considerando que es necesario un esfuerzo ingente de depuración y normalización de esta información.

acercarse a la comprensión de la manera en que los investigadores, grupos y entidades participan en el marco del programa gracias a sus convocatorias.

Las participaciones movilizadas por el programa pueden ser el refuerzo de vínculos que existen de manera independiente al mismo o pueden ser la emergencia de nuevos vínculos que con el tiempo son susceptibles de fortalecerse. Visto así, el análisis propuesto sugiere nuevas preguntas de investigación para explicar con profundidad los vínculos hallados, los focos y periferias descritos, así como, realizar estudios comparativos con otros programas.

## **IV. Un Ejemplo de Análisis de Redes con Información Incompleta**

### **4.1. Recolección de Información**

Como se mencionó en la sección anterior el primer paso es la recolección de información. Para este caso se consiguieron las siguientes fuentes:

El documento *COMPENDIOS Y RESEÑAS DE PROYECTOS DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS FINANCIADOS POR COLCIENCIAS (1990-1997)*.

Este documento informa fue elaborado por la Fundación Andina para el Desarrollo Tecnológico y Social -TECNOS-. Se realizó sobre un universo de **163** informes finales de proyectos financiados para el período 1990 - 1997. Según se señala en la presentación de dicho informe, el estudio se desarrolló en dos grandes etapas. La primera se centró en la elaboración de resúmenes y reseñas de cada uno de estos 163 informes donde se recogieron los objetivos propuestos, la metodología empleada, los resultados obtenidos, y las conclusiones y recomendaciones derivadas de dichos estudios.

Los resultados de esta primera etapa se encuentran consignados en el documento de Eduardo Ramos López entregado a COLCIENCIAS *"Compendios y Reseñas de Proyectos de Ciencias Sociales y Humanas financiados por COLCIENCIAS (1990 - 1997)*. Fundación TECNOS y COLCIENCIAS. Santa Fe de Bogotá. Marzo de 1999.

La segunda etapa contempló la aplicación de encuestas a los investigadores principales de cada proyecto. De allí se desprendió información sobre la publicaciones a que dieron lugar estos proyectos, los eventos científicos en los cuales los proyectos fueron presentados, las instituciones que resultaron beneficiarias de dichos proyectos, la capacitación y formación de investigadores y los reconocimientos que recibieron los mismos.

?

### BASE DE LA OFICINA DE REGISTRO DE COLCIENCIAS.

Una consulta (15-03-2004) de esta base nos fue suministrada gentilmente por Oscar Vargas, dentro de ésta se encuentra información sobre el título del proyecto, investigador principal, entidad ejecutora, programa, montos aprobados por COLCIENCIAS, vigencia, tipo de financiación, ciudad, departamento, tipo de entidad, área de la ciencia. Para el Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas se encontraron en esta base 371 registros de proyectos dentro del periodo 1991-2003.

### INFORMES DEL PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS.

Gracias a la oficina de la Secretaría Técnica del Programa, en Colciencias nos fueron facilitados varios documentos con alguna información sobre proyectos, entre ellos una tabla de resultados de publicaciones de los proyectos con un total de 168 registros y una de algunos resultados en eventos de los años 1990; 2000; 2001 y 2002. También nos fue facilitado el documento “Plan estratégico Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas: Balance y Perspectivas. Plan de Acción 2002-2006”, que contiene algunas tablas de grupos apoyados por el programa y de proyectos cofinanciados por áreas temáticas entre 1995-2002. Así mismo, una presentación sobre el Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas realizada por Juan Plata con fecha de febrero de 2004.

#### 4.2 Estado de la información

A pesar de contar con varias fuentes, es importante resaltar que el estado de la información es aún precario, existen muchos vacíos –por ejemplo en el caso del SGIP donde muchos campos están en blanco- y diferencias entre las distintas fuentes, así por ejemplo, como se señala en la tabla a continuación no existe una correspondencia en los datos.

Tabla No 1. Estado de la información

<b>Fuente</b>	<b>Número de proyectos entre 1995-2000</b>
Tabla de resultados PNCSH	248
Presentación del PNCSH	241
Consulta Oficina de Registro	228
<b>Fuente</b>	<b>Número de proyectos entre 1995-2002</b>
Plan de acción 2002-2006	275
Consulta Oficina de Registro	259

Si se intenta comparar los datos de las distintas fuentes se encuentran problemas de codificación, así por ejemplo, para los dos últimos casos señalados en la tabla, sólo coinciden 190 registros de los más de doscientos de cada una.

### 4.3. Un ejemplo de análisis de redes

Dada la carencia de información de calidad suficiente para alimentar una base de datos relacional como la propuesta en la primera parte de este documento, en el ejemplo que se señala a continuación se utilizó sólo una fuente, las fichas de proyectos recopiladas por TECNOS por ser estas las que contienen información más detallada.

Una mirada inicial a estos proyectos nos muestra 45 entidades participantes en los 163 proyectos según como se muestra en la tabla No 2. De estas entidades, 14 son Universidades; 8 son Centros de Investigación; 8 son Fundaciones; 5 Corporaciones; 4 Institutos; 2 asociaciones y 4 otro tipo de entidades. De todas estas, 7 corresponden al 63% del total de participaciones en proyectos 5 de ellas ubicadas en Bogotá, una en Cali y la otra en Medellín, 26 entidades han participado en un solo proyecto durante el período analizado.

Tabla No 2. Entidades Participantes en los proyectos del PNCSH durante el periodo 1990-1997

ENTIDAD	No de Proy	% de Participación
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	31	19.0
CIJUS-UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	20	12.3
IEPRI- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	14	8.6
UNIVERSIDAD DEL VALLE	13	8.0
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	9	5.5
CCELA-UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	8	4.9
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	8	4.9
CEDE (CENTRO DE ESTUDIOS SOBRE DESARROLLO ECONOMICO	4	2.5
CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES SOCIALES, CEIS	4	2.5
CIDEC-UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	4	2.5
FUNDACION UNIVERSIDAD CENTRAL	4	2.5
UNIVERSIDAD DEL NORTE	4	2.5
INSTITUTO COLOMBIANO DE ANTROPOLOGIA-ICAN	3	1.8
CORPORACION REGION	2	1.2
FUNDACION UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ	2	1.2
INSTITUTO COLOMBIANO DE CULTURA - COLCULTURA	2	1.2
PONTIFICA UNIVERSIDAD JAVERIANA	2	1.2
UNIVERSIDAD CENTRAL	2	1.2
A.C.A.C. ASOCIACION COLOMBIANA PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA	1	0.6
ASOCIACION PROMUJER DE BOGOTA	1	0.6
CENTRO DE ESTUDIOS GANADEROS Y AGRICOLAS (CEGA)	1	0.6
CIDER-UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	1	0.6
CODER COLOMBIA LTDA. COMPAÑIA COLOMBIANA PARA EL DESARROLLO	1	0.6
CORPORACION AMBIENTAL MADREMONTE	1	0.6
CORPORACION CIDE	1	0.6
CORPORACION PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION Y LA DOCE	1	0.6
CORPRODIC CORPORACION PARA LA PRODUCCION Y DIVULGACION DE LA	1	0.6
CRESET	1	0.6
ESCUELA COLOMBIANA DE MEDICINA UNIVERSIDAD DEL BOSQUE	1	0.6
FEDESARROLLO - FUNDACION PARA LA EDUCACION SUPERIOR Y EL DE	1	0.6
FONDO DE EMPLEADOS DOCENTES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL FODUN	1	0.6
FUNDACION ERIGAIE	1	0.6
FUNDACION FORO NACIONAL POR COLOMBIA	1	0.6
FUNDACION INSTITUTO DE DESARROLLO AUTOGESTIONARIO INDESA	1	0.6
FUNDACION PRESENCIA	1	0.6
FUNDACION UNIVERSIDAD DEL NORTE	1	0.6
INSTITUTO SER DE INVESTIGACION	1	0.6
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA	1	0.6
UNIVERSIDAD DE LA SABANA	1	0.6
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	1	0.6
UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO	1	0.6
UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA	1	0.6
UNIVERSIDAD NACIONAL SECCIONAL MEDELLIN	1	0.6
UNIVERSIDAD NACIONAL-FAIEP	1	0.6
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TE CNOLOGICA DE COLOMBIA	1	0.6

Uno de los principales problemas que presenta este acercamiento es que no nos dice mucho acerca de la posible colaboración entre entidades pues en principio quedan registradas las entidades contratantes pero no las co-ejecutoras, podemos tener así una primera aproximación de las entidades consideradas de manera solitaria pero no de sus posibles colaboraciones.

Para realizar un primer acercamiento del análisis de redes hemos escogido de las relaciones propuestas en la primera parte de este documento los proyectos realizados en colaboración por más de una entidad. Así para este ejemplo se puede decir que dos

entidades interaccionan porque se encuentran afiliados gracias a su participación conjunta en un proyecto financiado por el Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas durante el periodo 1990-1997.

Se utiliza esta relación ya que se considera que la colaboración en la realización de proyectos de I+D puede ser un espacio para la generación, intercambio y consolidación de conocimientos entre diversos grupos y por ende una forma beneficiosa de fortalecer el programa.

Del total de 163 proyectos correspondientes al periodo 1990-1997 se encontraron 11 proyectos con co-participación de más de una entidad ejecutora; 1 proyecto con 9 entidades; 2 proyectos con 3 entidades y 8 proyectos con 2 entidades; desarrollados en total por 20 entidades. Ver Anexo No 1.

Con esta información se elaboró una matriz de adyacencia de 20x20 donde las filas y columnas se construyeron con el nombre de las entidades convocadas por el PNCSH y en las intersecciones la co-ocurrencia de la participación en proyectos conjuntos. Donde,

$X_{ij} = 1$  si existe una co-participación

$X_{ij} = 0$  si no existe una co-participación

Tabla No 3. Matriz de Adyacencia según co-ocurrencia en la participación en proyectos

	BID	CINDEC-UNA	CINEP	Fedeantioqui	ICANH	ICFES	IEPRI-UNAL	ORMSTON	UATLA	UCALDAS	UDEA	UMIAMI	UNAL	UNESCO	UNIANDES	UNICAUCA	UNIVALLE	UNORTE	UPTC	UTOLIMA
BID	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
CINDEC-UNA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CINEP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fedeantioqui	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ICANH	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0
ICFES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IEPRI-UNAL	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
ORMSTON	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
UATLA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
UCALDAS	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0
UDEA	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0
UMIAMI	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
UNAL	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0
UNESCO	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
UNIANDES	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0
UNICAUCA	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0
UNIVALLE	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
UNORTE	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0
UPTC	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0
UTOLIMA	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0

Para el cálculo de las medidas y su representación gráfica se utilizó el Software Netminer II versión 2.30.





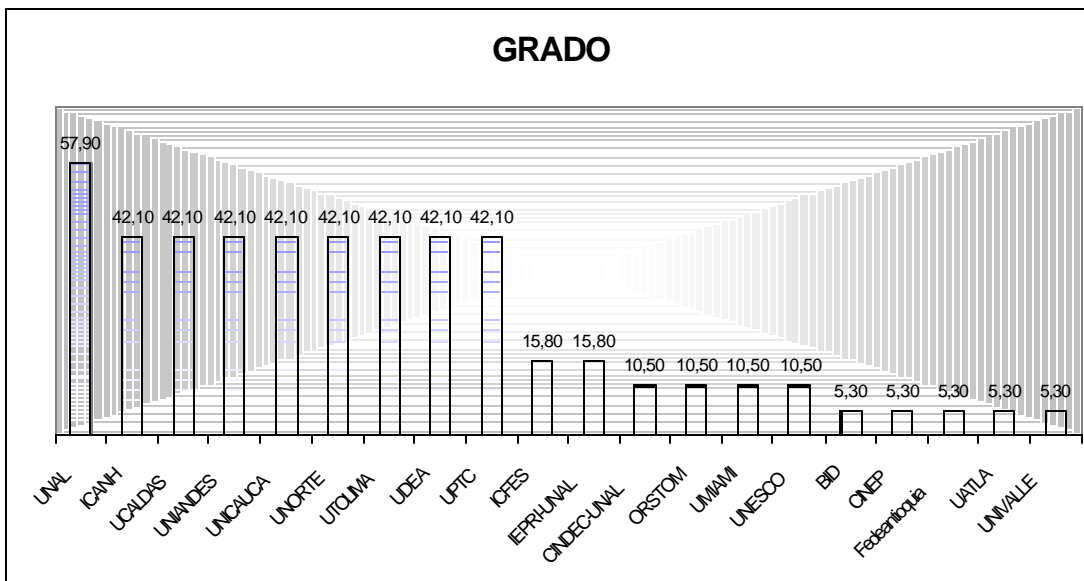


Gráfico No 3. Grado de los actores de la red del PNCSH

La Universidad Nacional es el nodo que presenta el grado más alto podemos decir entonces que esta entidad es la que tiene dentro del programa un entorno inmediato más amplio, en otras palabras, es la que tiene un mayor número de asociados inmediatos. Hay entidades que se agrupan según sus grados de centralidad comunes, estos grupos nos muestran aquellas entidades que se relacionan directamente y a aquellas las que no tienen como propiedad la de vincularse con muchas instituciones directamente.

*b. Cercanía*

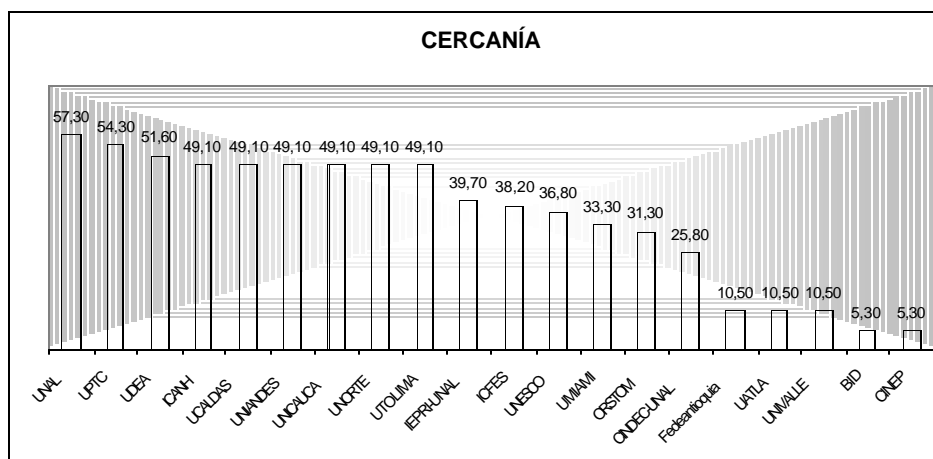


Gráfico No 4. Cercanía de los actores de la red del PNCSH

Como se señaló anteriormente el grado nos cuenta sobre un actor y su entorno inmediato, mientras que la cercanía nos indica la capacidad que tiene un actor para alcanzar el resto de la red. Así por ejemplo el CINEP, cuyo entorno inmediato es reducido, su cercanía es alta, esto quiere decir que esta entidad tiene una alta posibilidad de relacionarse con otros actores, pues el número de pasos que tiene que dar para alcanzarlos es corto. Observando el grafo No 2 vemos que sólo se relaciona directamente con el IEPRI pero a través de éste puede vincularse con el ICFES, la UPTC y la UNAL.

De otro lado, mirando al BID y a la Universidad del Valle se observa que las dos tienen bajos valores de grado y cercanía, es decir sólo se comunican entre ellos y no tienen intermediarios que les comuniquen con el resto de la red, resulta que estos son actores periféricos dentro de la misma.

*c. Mediación*

Tabla No 4. Mediación de los actores de la red del PNCSH

<i>entidad</i>	<i>mediación</i>
BID	0,00%
CINDEC-UNA	0,00%
CINEP	0,00%
Fedeantioquia	0,00%
ICANH	0,00%
ORMSTON	0,00%
UATLA	0,00%
UCALDAS	0,00%
UMIAMI	0,00%
UNESCO	0,00%
UNIANDES	0,00%
UNICAUCA	0,00%
UNIVALLE	0,00%
UNORTE	0,00%
UTOLIMA	0,00%
ICFES	2,30%
UDEA	7,60%
IEPRI-UNAL	7,90%
UPTC	10,50%
UNAL	17,80%

Hay cinco entidades que tienen grados altos de mediación siendo así intermediadoras dentro de la red y permitiendo la posible vinculación de entidades que en principio no se han relacionado. Estas entidades son cuatro universidades públicas (incluyendo al IEPRI) y una entidad gubernamental. Así por ejemplo, la UPTC sirve como intermediario de la Universidad de Caldas y el IEPRI; el ICANH y la Nacional, los Andes y el ICANH entre otros.

Si se observan las tres medidas en conjunto tenemos una aproximación del papel que juega cada actor dentro de la estructura de la red, sus capacidades de vincularse directa o indirectamente con otros presentes dentro de la red.

Los análisis no son excluyentes, en la tabla No 2 se vio cómo la Universidad Nacional es la entidad que tiene un porcentaje de participación más alto en proyectos, el análisis de redes nos muestra que sus valores de centralidad son altos y que es un fuerte intermediador dentro de la red. Por su parte, la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en el primer análisis se ve como participante en un solo proyecto, sin embargo, el análisis de redes nos muestra que esta entidad co-participa en más de un proyecto y que por lo tanto es también un intermediador importante. Este tipo de análisis es más rico en la medida en que se

tengan volúmenes altos de información estructurada, pues permite hallar características que de otro modo pasarían desapercibidas.

La tabla 2 nos muestra que dentro del conjunto total de entidades contratantes de proyectos hay varias que no son universidades ni centros o institutos de investigación pero el análisis de redes nos indica que en principio quienes trabajaron durante este periodo en conjunto fueron fundamentalmente pertenecientes al medio universitario salvo el BID, la UNESCO, el ICFES y Fedeanioquia, esta última participó en la investigación mientras la presencia del ICFES fue sólo de financiación, habría que realizar análisis posteriores para determinar el tipo de participación de las entidades restantes.

El análisis de redes permite a los investigadores de las ciencias tener *indicaciones* sobre hacia dónde dirigir su mirada. Así por ejemplo, en el análisis señalado anteriormente se encuentra que uno de los proyectos más importantes<sup>11</sup> es el que fue realizado entre el Instituto para la Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación -ORSTOM, la Universidad Nacional- departamento de matemáticas y el Instituto Colombiano para la Educación Superior ICFES, titulado *EL BRAIN DRAIN REVISITED A TRAVÉS DEL CASO COLOMBIANO. ESTUDIO DE LA RED CALDAS* .

Una pequeña indagación sobre el mismo, que ameritaría un estudio de caso profundo, nos ha mostrado cómo este proyecto fue un punto importante dentro de la construcción de una red<sup>12</sup>.

Los vínculos entre los dos investigadores principales del proyecto Jorge Charum y Jean Baptiste Meyer surgieron inicialmente en 1992 cuando se conocieron por intermedio de Rigas Arvanitis, también del ORSTOM. Así mismo, el grupo de trabajo que participó en el proyecto ya venía trabajando con anterioridad, en parte gracias al proyecto de “Programas Universitarios de Investigación” patrocinado por el CINDEC de la Universidad Nacional. Este proyecto financiado por COLCIENCIAS permitió el fortalecimiento de lazos que en el futuro desarrollaron más proyectos y que construyeron lazos nuevos como la participación de la ESAP que hizo posible la financiación de una publicación.

Mirada de esta forma, la explicación de una red debería considerar no sólo relaciones como participación en proyectos sino lazos de confianza, formas de negociación, acumulación de capitales (científicos, culturales, sociales) y el rol que juega cada actor dentro de la red o dentro de

---

<sup>11</sup> En términos de los productos resultantes: cinco participaciones en eventos nacionales, cuatro en eventos internacionales, siete artículos en revistas internacionales, tres en revistas nacionales, dos libros y siete participaciones en libros.

<sup>12</sup> La información que se señala a continuación es fruto de conversaciones informales con Jorge Charum director del proyecto en cuestión.

un subgrupo de la misma<sup>13</sup>. Es decir, pasar a la segunda definición de red de Callon donde se indaga por las modalidades de coordinación dentro de la red.

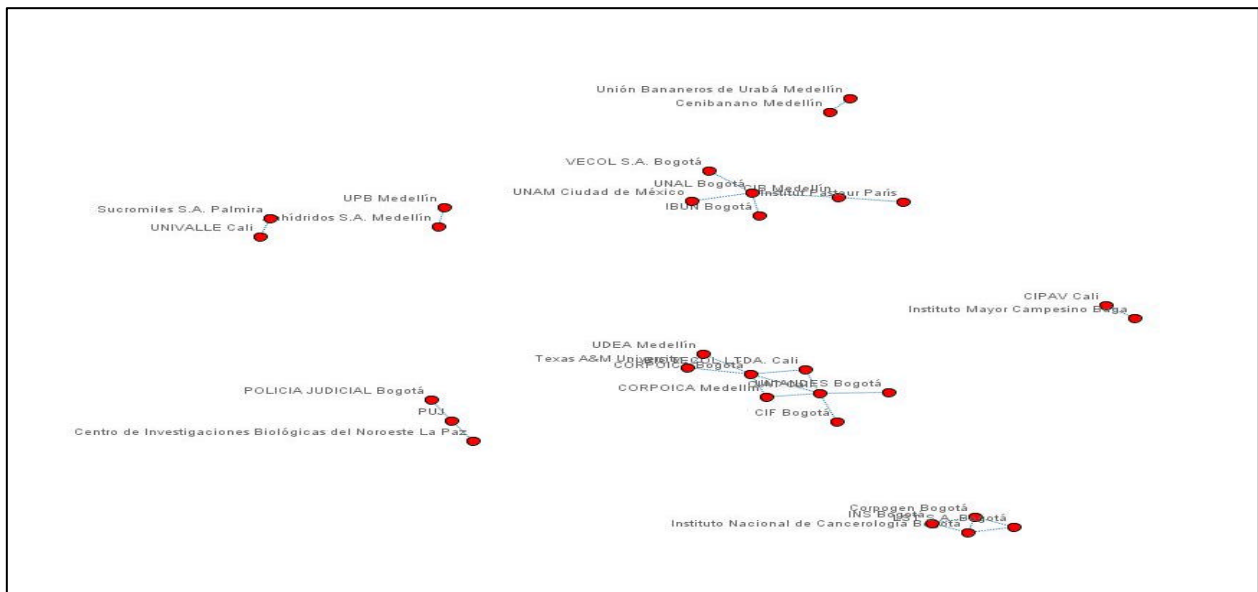
La aplicación de la metodología de análisis de redes sociales ha permitido la identificación de una red que se conformó durante el periodo 1990-1997, una red que se ve cohesionada de manera importante, y con altas posibilidades de relación. Se ha logrado también la identificación de actores que de otra forma no se ven tan importantes como es el caso de la UPTC y actores intermediadores de la red como la Universidad Nacional y el IEPRI. El ejemplo presentado es el resultado de información fragmentada, la aplicación de esta metodología de manera sistemática y con información más estructurada puede permitir la descripción de redes más numerosas y complejas desarrolladas dentro del programa, así como el análisis de relaciones de diversas características.

---

<sup>13</sup> En el proyecto en mención ICFES y ESAP participaron como financiadores, COLCIENCIAS como facilitar y ORSTOM y la Universidad Nacional como investigadores.

## APÉNDICE

Una mejor manera de comprender e interpretar la densidad de una red es haciendo comparaciones con otras redes. A continuación se muestran dos grafos. El primero de ellos correspondiente a los proyectos en cooperación del Programa Nacional de Biotecnología<sup>14</sup>, sobre una base de 120 proyectos se encontraron 20 en co-participación desarrollados por 29 entidades de los cuales hay 1 proyecto con 4 entidades; 4 proyectos con 3 entidades; 15 proyectos con 2 entidades. En este grafo hay 29 nodos y 47 enlaces tiene una densidad de 5,8 con una media de 1,6.

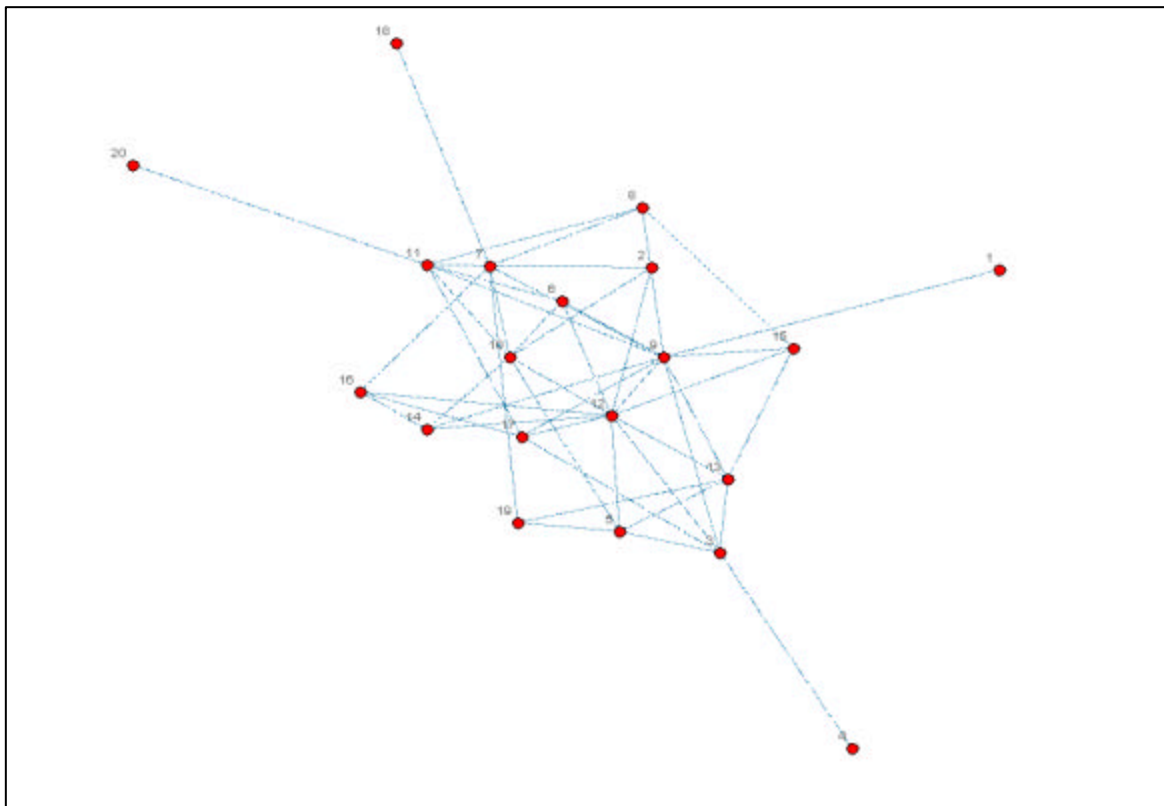


Grafo No 3. Co-ocurrencia en participación de proyectos del PNB

El segundo grafo que se utilizó para la comparación fue una red simulada con características similares a la red que se está analizando a través de un método aleatorio simple. Esta red presenta 20 actores con 48 enlaces con una densidad de 25,3 y con una media de 4,8.

<sup>14</sup> Esta información fue elaborada por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

Grafo No 4. Red Simulada



Si observamos las tres densidades de los tres grafos nos encontramos con que la densidad de la red del Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas es igual de alta a la de la red simulada, lo que nos indica que si bien este presenta menos proyectos en colaboración que el Programa Nacional de Biotecnología y menos enlaces que la red simulada las entidades que participan en la misma participan conjuntamente en un mayor número de proyectos, es decir, proporcionalmente, un proyecto del PNCSH tiene más entidades participantes y a su vez este grupo de entidades se repite con mayor frecuencia en varios proyectos, con lo que podemos decir que la Red es más densa.

## BIBLIOGRAFÍA

CALLON Michel (1999): *Le réseau comme forme émergente et comme modalité de coordination: le cas des interactions stratégiques entre firmes industrielles et laboratoires académiques*. En Callon M, Cohendet P, Curien N, Dalle J.M, Eymard-Duvernay F, Foray D, y Schhenk E., Réseau et coordination, *Económica*.

COLCIENCIAS (1993): *Los retos de la diversidad. Bases para un Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas*. Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, Colciencias. Bogotá.

COLCIENCIAS (1999): *Ciencias Sociales y Humans. Plan Estratégico 1999-2004*. Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, Colciencias. Bogotá.

LAW John (1995): El laboratorio y sus redes. En Rev Cuadernos del Seminario. Vol 1. No 2. Septiembre 1995. Trad Jorge Charum. CINDEC-Universidad Nacional de Colombia. Bogotá

MENDIETA Jorge y SCHMIDT Samuel (2002): *Análisis de redes. Aplicaciones en Ciencias Sociales*. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México. México.

PALACIO Dolly, HURTADO Rafael y GARAVITO Leonardo (2003): *Redes Socio-ambientales en tensión: El caso de la gestión ambiental de los humedales de Bogotá*. En Rev REDES- Revista hispana para el análisis de redes sociales. Vol.4, No 6, Jun./Jul. 2003.

PLATA Juan José ():*Redes de conversación y conocimiento*. En Rev Colombia Ciencia y tecnología. Vol 19, No 2 Abril-Junio de 2001. Colciencias. Bogotá.

SANZ Menéndez Luis (2001): *Indicadores relacionales y redes sociales en el estudio de los efectos de las políticas de ciencia y tecnología*. Unidad de Políticas Comparadas, SPRITTE. Unión Europea Documento 01-09. Noviembre de 2001.

SANZ Menéndez Luis (2003): *Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes*. Unidad de Políticas Comparadas, SPRITTE. Unión Europea//Asociación para el avance de la ciencia y la tecnología en España Documento 03-07. Julio de 2003.

WASSERMAN Stanley y FAUST Katherine (1994): *Social Network Analysis*. Cambridge University Press. Estados Unidos.

[www.redes-sociales.net](http://www.redes-sociales.net)

## **Sexto documento**

### **Análisis de la información presente en la base CAB de autores vinculados a instituciones colombianas, 1995 a 2002**

Jorge Charum. Diana Usgame

#### Tabla de contenido

PRESENTACIÓN.....	1
I. LA ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	2
II. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	26



# ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PRESENTE EN LA BASE CAB DE AUTORES VINCULADOS A INSTITUCIONES COLOMBIANAS, 1995 A 2002

Jorge Charum. Diana Usgame

**Resumen:** La utilización de la bibliometría para hacer el análisis de la dinámica de la producción científica y tecnológica se apoya en el tratamiento de las diferentes informaciones contenidas en las publicaciones científicas, sobretodo en los artículos, las patentes y los informes de investigación. La información recogida en la base bibliográfica CAB, que cubre el campo de investigación de la biotecnología, de uso y aplicación de sus técnicas y sus procedimientos por parte otras disciplinas, ha sido estructurada, por una parte, para hacer emerger los temas nacionales de investigación y, por otra parte, para establecer los contextos cognitivos en que se ubican las temáticas propias de la biotecnología y se presentan sus evoluciones. La información de los documentos integrados a la base CAB desde 1995 a abril de 2003, que tienen autores vinculados a organizaciones e instituciones nacionales, ha sido analizada utilizando el método de las palabras asociadas. La comparación entre las propuestas y las orientaciones del programa de biotecnología y los resultados ubicados permite tener evidencias sobre los logros obtenidos. Es posible la generalización del método general utilizado para el estudio de otros programas nacionales de investigación.

## Presentación

En la primera parte de este documento se presenta, de manera detallada, la forma de estructurar la información a partir de la aplicación del método *Leximappe*<sup>TM</sup> o de las palabras asociadas a los documentos presentes en la base CAB, que tienen autores o coautores asociados a instituciones colombianas. Los documentos pueden ser de varios tipos que van desde artículos de revistas científicas hasta los que aparecen en cartillas y *brochures* publicados para atender a usuarios de diferentes niveles formación.

El método utilizado permite la construcción de mapas cognitivos para cada uno de los periodos escogidos. A cada documento se le han asignado una serie de descriptores que se constituyen en una representación de su contenido. Se asume que cuando aparecen dos descriptores asignados a un documento, se puede interpretar como la existencia de *una relación de primer nivel* entre las temáticas que están designadas por estos descriptores y que, además, esta relación tiene un sentido para el autor. Así, el conjunto de los descriptores de un documento puede ser interpretado desde el punto de vista cognitivo. En un segundo nivel, se tiene una *relación entre documentos* de un mismo periodo cuando se les han asignado los mismos descriptores. Se tiene así, documentos que tienen una, dos o más descriptores que comparten entre sí. El método de las palabras asociadas permite establecer la red de relaciones entre un conjunto de documentos o *corpus* en donde la relación valuada se da entre los descriptores y su valor se calcula según un coeficiente de asociación que permite establecer la cercanía estructural entre temáticas, según que haya una mayor relación de segundo nivel entre documentos, es decir, según que haya más documentos en los que aparezcan simultáneamente las temáticas.

El interés de la aplicación del método de las palabras asociadas, en primer lugar, está en que, con base en la información presente en una base de datos bibliográficas, se puede constituir *corpus* documentales formados por representaciones de los documentos, cada una de ellas formada por el conjunto de descriptores asignados y, a partir de ellos, establecer inicialmente las redes de relaciones de segundo nivel entre los descriptores y, posteriormente, hacer las agregaciones entre los descriptores que están más fuertemente asociados, es decir, entre los descriptores que están “más cerca” según que sea más alto el valor de su coeficiente de asociación. Es posible, para los especialistas en los campos cubiertos por la base CAB, hacer interpretaciones de estas agregaciones. En el texto, más adelante, se ha presentado en detalle el método para construir explícitamente estas agregaciones.

En segundo lugar, cambiando el ángulo de análisis, se considera como un resultado intermedio la estructuración de la información y se procede a hacer consultas construyendo la pregunta con base en descriptores o temáticas de los que se quiere conocer a) su presencia en la información estructurada; b) el entorno de su presencia en la información estructurada; c) la circulación de la temática en el tiempo considerando los diferentes entornos en que está presente. La primera parte de este documento pone el énfasis en el primer interés, es decir en la estructuración de la información con base en el método de las palabras asociadas. La segunda parte señala cómo es posible construir las preguntas a la información estructurada según los intereses propios al programa de biotecnología.

## **I. La estructuración de la información**

Las bases bibliográficas son servicios centralizados que recogen la información sobre documentos publicados en diferentes áreas del conocimiento, realizan su análisis bibliográfico -hacen su indexación documental- e integran los resultados de los análisis bajo la forma de fichas bibliográficas que permiten su precisa identificación y la recuperación en diferentes niveles de precisión que van desde el título, pasa por las fichas bibliográficas con una mayor o menor especificación y puede llegar al texto completo. La información mínima que contiene una ficha bibliográfica es a) el título del documento, b) los nombres de sus autores, c) la fecha de publicación que corresponde en general a la de la publicación en donde apareció el documento, d) el nombre de la publicación. Si se trata de una publicación seriada, entonces se provee además el número del volumen, del fascículo número y de las páginas inicial y final.

Las bases bibliográficas, que pueden ser especializadas o generalistas según recojan documentos en uno, en varios o en todos los campos del conocimiento, por lo general van más allá

de la recolección de la información mínima, introduciendo además otros datos que ayudan a precisar las características, ya sea de los productores ya sea de los contenidos agregando, por ejemplo, las afiliaciones institucionales de los autores, la calificación de los tipos de documentos o asignando descriptores que permiten tener una representación de sus contenidos.

La base bibliográfica CAB<sup>1</sup> es una base que recoge la información de revistas y de documentos en el área de las ciencias de la salud, la biología y las ciencias agropecuarias, los bosques y suelos. Es la base bibliográfica en la que hay mayor representación de la producción latinoamericana, 6,5% de la totalidad de las publicaciones en 11.000 revistas y documentos, lo que señala la importancia regional que tienen estos temas y el nivel de cubrimiento que alcanza en ella (Ricyt 01)).

La escogencia de esta base bibliográfica para hacer un estudio de la producción asociada a autores y coautores en las publicaciones nacionales e internacionales recogidas allí se basa en que a) se trata de la base que cubre más ampliamente la producción latinoamericana en los campos en los que la biotecnología aparece como saber básico o aplicado; b) las fichas bibliográficas precisan para cada documento el nombre de sus autores y las instituciones de afiliación; c) la asignación controlada de descriptores con base en un tesoro especializado por parte de documentalistas permite tener representaciones del contenido de cada documento.

---

<sup>1</sup> Producida por CABI Publishing, indexa la literatura publicada en el campo de las ciencias agrícolas y ciencias de la vida, cubre cerca de 7.000 revistas y 2,500 libros, así como también reportes técnicos, tesis publicadas, reportes anuales, simposios, libros de texto (*textbooks*) y documentos presentados en eventos. La selección de la literatura es realizada por un equipo de expertos en las disciplinas de interés definidas por Cab, que seleccionan la literatura publicada de 125 países en cerca de 50 idiomas.

Cab hace la selección de la literatura de las siguientes disciplinas:

Agricultural and environmental economics

Agricultural engineering

Animal production

Biodeterioration and biodegradation

Biotechnology

Crop protection

Dairy science and technology

Forestry, forest products and agroforestry

Human nutrition

Leisure, recreation and tourism

Natural resources and environmental sciences

Plant breeding, crop production and horticulture

Soil science, land/water management and fertilizer technology

Rural development

Veterinary medicine

El nivel de cubrimiento en las disciplinas ha sido considerado de la siguiente manera: Crop production 30%, veterinary sciences and human health 24%, animal sciences 13%, crop protection 13%, y miscellaneous 20%. Cab ha constituido para la indexación de la información el tesoro Cab, desarrollado por un equipo conformado por especialistas de CAB y de la biblioteca nacional de agricultura, *National agricultural library* del departamento de agricultura de los Estados Unidos. El tesoro contiene 59.000 términos actualmente y es usado para indexar la literatura de las bases Cab abstracts, Cab health y Agrícola.

### **La información básica.**

Se hizo una extracción de la información bibliográfica de todos los documentos que presentan autores o coautores vinculados a instituciones, organizaciones, grupos de investigación con sede en Colombia desde 1995 hasta abril 2003.

#### *Características de la información extraída de la base CAB*

Las fichas bibliográficas tienen los siguientes datos

i) Título del documento (no hay clasificación por tipos de documentos. Tampoco hay clasificación de las fuentes primarias<sup>2</sup> lo que no permite establecer los niveles de control bibliográfico de los documentos),

ii) Autores. Lista de todos los coautores

iii) Instituciones de afiliación de cada uno de los coautores

iii) Fuente primaria de los documentos: nombre de fuente, si se trata de publicación seriada, entonces, vol, n°, págs inicial y final

iv) Descriptores. Estos descriptores son asignados por documentalistas de manera controlada a partir de un tesoro del que se conoce la estructura y se provee la definición de cada uno de sus términos, lo que permite la interpretación de una serie de descriptores asignados a un documento

1. *Constitución del corpus documental básico.* El *corpus documental* se constituye a partir del conjunto de las fichas bibliográficas de todos los documentos seleccionados y está formado por los registros ordenados, numerados según el código numérico atribuido en el interior de la base y la sucesión de los descriptores asignados a cada documento. Un ejemplo de un registro es el siguiente:

716:immunodiagnosis/human-diseases/ELISA/blood/Chagas'-disease/diagnostic-techniques/immunofluorescence.

2. *Construcción de los archivos.* Los archivos básicos para realizar los análisis se forman tomando lapsos de tiempo definidos de interés introduciendo así segmentaciones en el *corpus*.

---

<sup>2</sup> Las fuentes bibliográficas primarias son las publicaciones en los formatos papel o electrónico, como las revistas o los libros, en donde aparecen los documentos publicados en su versión final y original por primera vez, en tanto que las fuentes bibliográficas secundarias son las informaciones de las fuentes primarias integradas en bases bibliográficas, con diferentes niveles de profundidad que pueden llegar a los textos completos, que por lo regular agregan nuevos metadatos con el fin de aportar más elementos que orientan ya sea su acceso y disponibilidad, ya sea su análisis bibliométrico

La información disponible en la base bibliográfica se organizó en seis archivos: DE57.txt que cubre los años 1995 a 1997, DE98.txt, DE99.txt, DE00.txt, DE01.txt que corresponden respectivamente a los años 1998, 1999, 2000 y 2001 y DE23.txt con la información del año 2002 y los meses de 2003. Las decisiones para hacer agrupaciones en los extremos se deben a que para los años 1995, 1996 y 1997 hay pocos documentos en la base y a que en el momento de la consulta sólo se habían aún integrado los documentos hasta el mes de abril de 2003. Es posible, con base en estos archivos hacer otras agrupaciones, para períodos más amplios.

3. *El método de análisis.* El método de las palabras asociadas<sup>3</sup> permite generar agrupaciones temáticas, que son agrupaciones de descriptores que son utilizados para describir los documentos. Dos descriptores están asociados en un primer nivel si se utilizan para describir un mismo documento, o en un segundo nivel en un conjunto de documentos si se encuentra que esta asociación de primer nivel se realiza en muchos documentos de ese conjunto. Se define un coeficiente de asociación entre las temáticas expresadas en los descriptores por

$$E_{ij} = (c_{ij})^2 / c_i \cdot c_j$$

donde  $c_{ij}$  es el número de veces que se encuentran asociados los descriptores  $i$  y  $j$  y  $c_i$  y  $c_j$  son, respectivamente el número de veces que aparecen el descriptor  $i$  y el descriptor  $j$  en el conjunto de documentos. El método de las palabras asociadas, que aquí corresponde a la asociación entre descriptores, permite establecer los subconjuntos o agregados de descriptores que se encuentran más fuertemente vinculados entre sí, es decir, con mayor coeficiente de asociación, y que corresponden entonces a centros de interés de los investigadores. Si estos agregados tienen muchos descriptores es difícil su interpretación por lo que se fija un número máximo, por ejemplo, diez y también un número mínimo, por ejemplo tres. Estos parámetros definen a su vez un umbral de saturación que es el valor del primer vínculo rechazado luego de alcanzar el número máximo de elementos de un agregado, luego de lo cual se procede a formar otro agregado hasta cuando se forma otro y así sucesivamente. El análisis de los agregados y de sus vínculos externos, dados por los coeficientes de asociación, permiten establecer cuales nuevos agregados son en realidad prolongaciones de otros que ya se habían formados y cuales son independientes, en el sentido de no tener vínculos con otros agregados. Así es posible establecer subredes entre descriptores o temáticas formadas por los agregados asociados dentro de la red general definida por todas las asociaciones entre todos los descriptores. Se puede

---

<sup>3</sup> Para una presentación del método véase (Callon Michel, Courtial Jean-Pierre, and Turner Bill 01)

también considerar que los agregados aislados o independientes también forman una subred temática relativamente autónoma.

Por otra parte, se define la *centralidad* de un agregado por la suma de los vínculos externos entre temáticas presentes en él y otras presentes en otros agregados, y la *densidad* de un agregado, por el valor medio de sus vínculos internos. A mayor valor de centralidad de un agregado hay más importancia acordada por la relación entre las temáticas de los descriptores presentes en él y los que están presentes en otros agregados; a mayor valor de densidad de un agregado, más desarrollado aparece el tema representado por el conjunto de descriptores que lo forman. Se puede entonces interpretar que en el primer caso los investigadores que trabajan en el tema general determinado por el conjunto de sus temáticas y de sus asociaciones encuentran también de interés la relación entre éstas y las que se desarrollan en los otros agregados asociados y que, en el segundo caso, el tema general del agregado ha sido abordado y desarrollado por investigadores que lo han llevado a una relativa madurez. La ubicación de cada agregado en un plano de dos dimensiones cuyos ejes son dados por los valores de densidad y de centralidad y donde el origen es el valor medio de todos los valores de densidad y de centralidad permite entonces obtener una imagen de la morfología y de la estructura de la red cognitiva formada por los vínculos entre todos los descriptores.

El método de las palabras asociadas, consiste en identificar los agregados formados por las temáticas más fuertemente asociadas. Para su aplicación y la generación de resultados se utilizó el programa *Leximappe*<sup>TM</sup>, con los siguientes parámetros

Número máximo de descriptores en un agregado igual a diez

Número mínimo de descriptores en un agregado igual a tres

Frecuencia mínima de un descriptor igual a tres

Frecuencia mínima de asociación de descriptores igual a tres.

Aquí no se pretende hacer el estudio exhaustivo de todo el *corpus*, sólo se señala cómo la utilización del método permitiría hacer la evaluación de la producción nacional de documentos que circulan en una base bibliográfica especializada y, en particular, la producción que está asociada a la biotecnología. De todas formas los resultados de la aplicación del método permiten hacer preguntas particulares sobre temas específicos, sobre sus contenidos, sobre sus relaciones internas y externas en una generación, es decir en momento específico, o sobre sus evoluciones, es decir sobre las transformaciones sucesivas que van teniendo a lo largo del tiempo.

Así, con el fin de establecer relaciones entre agregados a través del tiempo se formaron archivos por periodos sucesivos. En la siguiente tabla se muestran sus características: los nombres con que se identificaron, el número de documentos y los años a los que corresponden, el número de descriptores utilizados por los documentos para cada período y el número de los efectivamente utilizados luego de la aplicación de los parámetros utilizados. La drástica disminución permite tener una apreciación del grado de dispersión temática presente en el conjunto de los documentos.

<b>Tabla 1. Características de los archivos de base</b>			
<b>Archivo</b>	<b>Número de documentos</b>	<b>Número total de descriptores</b>	<b>Número de descriptores utilizados luego de la aplicación de los parámetros</b>
De57	101 = 3[1995]+7[1996]+91[1997]	499	62
De98	321	1363	322
De99	374	1395	314
De00	308	1326	242
De01	348	1519	267
De23	259 = 252[2002]+7[2003]	1185	194

#### 4. *Presentación de los resultados del método de las palabras asociadas.*

La aplicación del método de las palabras asociadas para cada uno de los años del período da lugar a una serie de informes. La distribución de los agregados según los valores de densidad y centralidad para una generación se presenta en una gráfica, el llamado Diagrama estratégico, en la que se muestran los nombres atribuidos por el programa a cada uno de los agregados. En la Gráfica 1, se muestra el diagrama correspondiente al archivo De99.

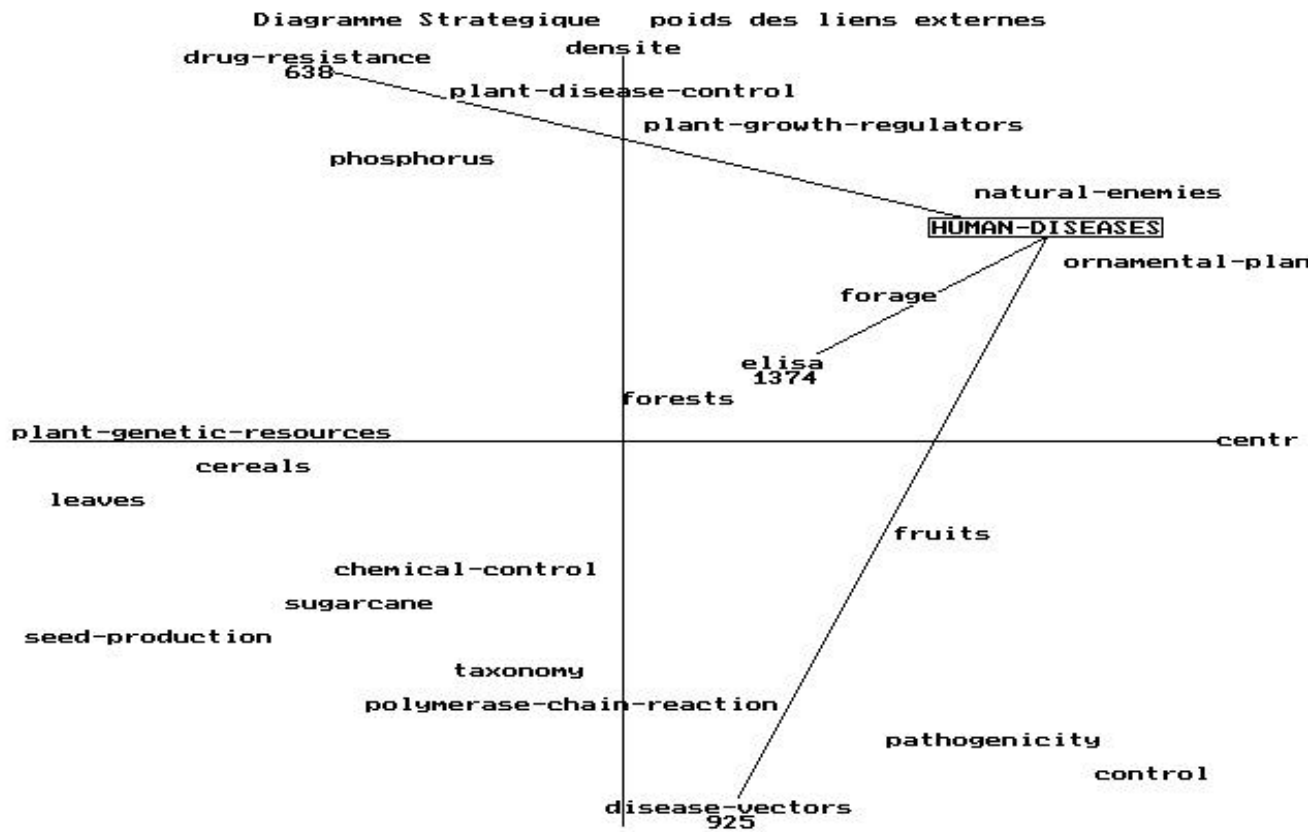
El interés está en establecer las relaciones entre a) las temáticas o descriptores en el interior de un agregado o tema general, b) las relaciones en el interior de la misma red determinada por todos los vínculos entre los descriptores o temáticas en una misma generación, c) las relaciones

entre temas en diferentes generaciones. Se entiende por generación la red derivada de la información de un mismo período en la base bibliográfica. Así, los archivos  $De_t$  se refieren al período  $t$  y da lugar a la red de la generación  $i$ . Se tiene, entonces, que la red de la primera generación es la generada por todos las temáticas presentes en los documentos del periodo 1995-1997, la segunda generación las del periodo 1998, y así sucesivamente.

Por otra parte, las relaciones internas entre las temáticas de cada uno de los agregados y los valores de los coeficientes de asociación correspondiente también pueden ser generadas y mostradas gráficamente. En la Gráfica 2 se presenta el caso del tema HUMAN-DISEASES, generado a partir de los documentos integrados en la base CAB en 1999, que tienen como coautores a miembros de instituciones o entidades en Colombia.

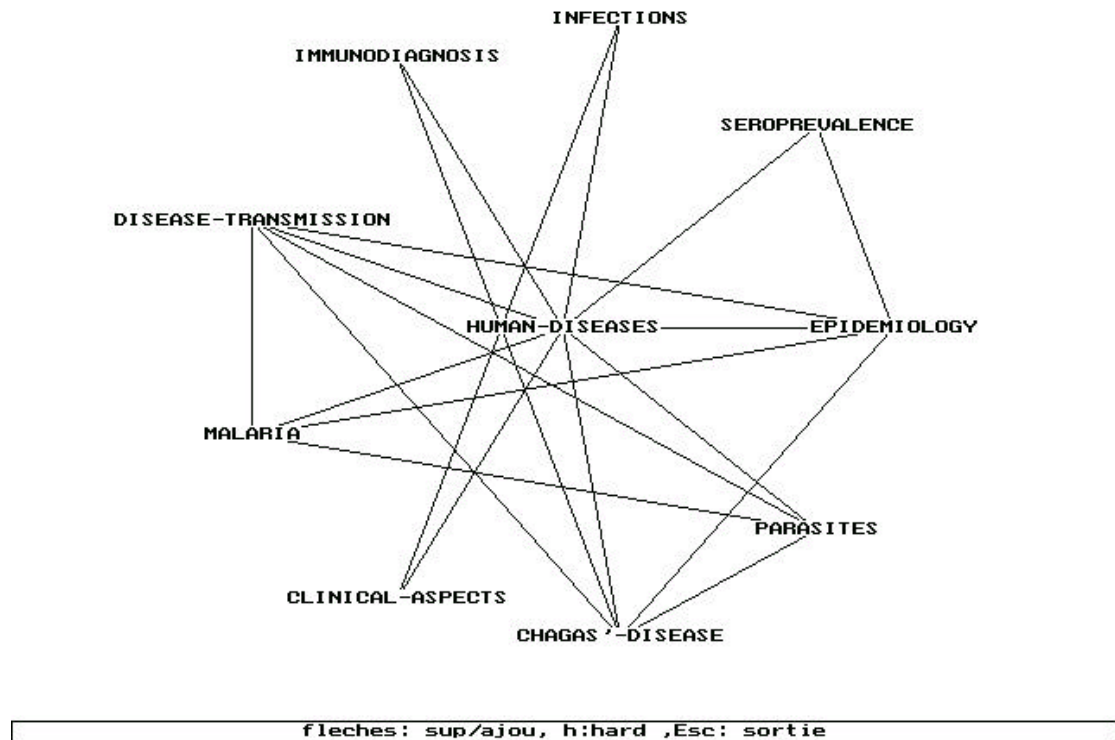
La estructura global de la red de relaciones entre temas, que se muestra gráficamente en los diagramas estratégicos, y la estructura interna de cada uno de los temas, así como las relaciones que se dan entre diferentes temas también puede establecer de manera textual. Como un ejemplo se presenta la estructura interna del tema *HUMAN-DISEASES*. En el Anexo 1 se han agrupado las presentaciones textuales de las Estructuras de la redes de temas derivados de cada uno de los *corpus* analizados.





Gráfica 1. Diagrama estratégico generado a partir de los documentos presentes de coautores que hacen parte de instituciones y entidades en Colombia en la base bibliográfica CAB, integrados en 1999. Cálculos OCyT, 2004

liens internes superieurs a 0 de la composante HUMAN-DISEASES



Gráfica 2. Relaciones internas del tema HUMAN-DISEASES generado a partir de los documentos integrados en la base CAB en 1999, que tienen como coautores a miembros de instituciones o entidades en Colombia. Cálculo OCyT, 2004

La identificación de las redes temáticas, de los agregados o temas que tienen entre sí valores altos de asociación para un mismo período permite ubicar las temáticas que son prolongaciones unas de otras. Por ejemplo, el tema *Human diseases* tiene fuertes relaciones externas con los temas *Elisa*, *Disease vector* y, con valores más bajos con *Drug resistance*. La inspección del contenido de cada uno de estos temas permite la interpretación de los resultados que están en la base de las publicaciones en que se han vinculado los tópicos que han sido señalados por medio de los descriptores. La Gráfica 2, muestra las relaciones entre los descriptores o temáticas que hacen parte del tema *Human-diseases*. El valor de estos vínculos se presenta inmediatamente después.

#### *Estructura interna del tema HUMAN-DISEASES*

El número a la izquierda es el código de identificación del descriptor o temática, el número entre paréntesis a la derecha es su frecuencia dentro del *corpus* formado por los documentos dentro del período, en este caso para el año 1999.

6 HUMAN-DISEASES ( 33)

23 EPIDEMIOLOGY ( 15)

12 PARASITES ( 22)

42 CHAGAS'-DISEASE ( 10)

62 CLINICAL-ASPECTS ( 8)

118 MALARIA ( 6)

26 DISEASE-TRANSMISSION ( 14)

55 IMMUNODIAGNOSIS ( 9)

57 INFECTIONS ( 9)

159 SEROPREVALENCE ( 5)

Número de descriptores o temáticas: 10

Número de vínculos internos entre las temáticas: 20

A continuación se presentan los valores de los coeficientes de asociación entre los descriptores o temáticas que tienen el código de identificación que está a la izquierda. Así, se tiene, por ejemplo, que los descriptores Epidemiology (23) y Disease-transmission (26) están vinculados y el valor del coeficiente de esa vinculación es igual a 0,305, el que se ha multiplicado por 1000 (los coeficientes de asociación varían entre 0 y 1).

23 26 ( 305) 6 23 ( 244) 57 62 ( 222) 23 159 ( 213)

6 12 ( 198) 6 42 ( 194) 6 62 ( 186) 6 118 ( 182)

42 55 ( 178) 6 26 ( 175) 6 55 ( 165) 6 57 ( 165)

12 42 ( 164) 6 159 ( 152) 12 118 ( 121) 12 26 ( 117)

26 42 ( 114) 23 42 ( 107) 26 118 ( 107) 23 118 ( 100)

En la Gráfica 1 se muestra también el valor de la suma de las asociaciones entre los temas *Human-diseases*, *Elisa*, *Disease-vector* y *Drug-resistance* con los valores de asociación externos. A continuación se presentan las relaciones particulares entre las temáticas que tienen un mayor valor de asociación del tema *Human-diseases*, con los temas *Elisa* ( ${}^2C_{18}$ ), *Disease-vector* ( ${}^2C_{15}$ ) y *Drug-resistance* ( ${}^2C_7$ ).

55 IMMUNODIAGNOSI -----> 190 IMMUNOFLUORESC  ${}^3C_{18}^*$  ( 445)

55 IMMUNODIAGNOSI -----> 83 ELISA  ${}^3C_{18}$  ( 254)

42 CHAGAS'-DISEAS -----> 190 IMMUNOFLUORESC  ${}^3C_{18}$  ( 225)

55 IMMUNODIAGNOSI -----> 132 ANTIGENS  ${}^3C_{18}$  ( 200)

26 DISEASE-TRANSM -----> 27 DISEASE-VECTOR  ${}^3C_{15}$  ( 510)

42 CHAGAS'-DISEAS -----> 27 DISEASE-VECTOR  ${}^3C_{15}$  ( 179)

12 PARASITES -----> 106 ANTIMALARIALS  ${}^3C_7$  ( 189)

12 PARASITES ----> 76 ANTIPROTOZOAL  ${}^3C_7$  ( 162)

12 PARASITES ----> 136 CHLOROQUINE  ${}^3C_7$  ( 145)

12 PARASITES ----> 63 DRUG-RESISTANC  ${}^3C_7$  ( 142)

Índice de densidad: 34

Índice de centralidad: 53

\* La notación  ${}^iC_j$  se utiliza para señalar que el tema general o agregado pertenece a la tercera generación,  $i = 3$ , (para 1999) y que corresponde, en esa generación, al tema  $j$ , igual a 18, 15 y 7 en este caso.

Una primera interpretación debe tener en cuenta tanto las relaciones internas como las relaciones externas. Es posible que existan temas aislados, que tendrían valores de centralidad muy cercanos a cero, lo que indicaría que se realizan trabajos en las temáticas interiores señalados por los descriptores pero que están cerrados sobre sí mismos sin que ellos tengan relaciones significativas con otras temáticas exteriores (valores bajos de los coeficientes de asociación).

Un segundo tipo de análisis considera diferentes *corpus* en el tiempo. En este caso se tiene que hay temas generales que se prolongan en el tiempo, pasando de una generación a otra, transformándose sin embargo, ya sea por el abandono de algunas temáticas o por la integración de otras. Para una apreciación de las evoluciones de un tema en las distintas generaciones se ha definido el coeficiente de permanencia entre dos sucesivas generaciones así:

$$\text{Coeficiente de permanencia } F_{hk} = 2f_{hk} / (f_h + f_k)$$

donde  $f_{hk}$  es el número de temáticas comunes en un tema general en dos generaciones sucesivas,  $f_h$  es el número de temáticas del tema general en la generación antecedente y  $f_k$  es el número de temáticas del tema general en la generación posterior. De manera análoga se puede definir el coeficiente de transformación  $T_{hk}$  así:

$$\text{Coeficiente de transformación } T_{hk} = 1 - F_{hk}$$

Se han identificado tres temas generales de las que es posible mostrar esas evoluciones a lo largo del tiempo en que se ha realizado el análisis: *HUMAN-DISEASES*, *PLANT-DISEASE* y *BIOLOGICAL-CONTROL*. Aquí se ha seleccionado el caso de *HUMAN-DISEASES* del que se muestran en la Tabla 2, las temáticas que lo forman en cada generación, distinguiendo con caracteres en cursiva las que se conservan cuando se pasa de una generación a la siguiente. También se obtiene una representación de su evolución estructural por la evolución de los coeficientes estructurales de densidad y centralidad, tal como se que se presentan en la Gráfica 3. En la Gráfica 4 se muestra la evolución del coeficiente de permanencia. Se ha realizado la misma presentación para los temas *PLANT DISEASES* y *AGRICULTURAL*

ENTOMOLOGY. El primero tiene el interés de mostrar que la evolución de un tema puede concretarse en más de un tema, tal como se muestra en la Tabla 3, donde se señala cómo se fragmenta el tema en el año 2001 en dos, uno de ellos evolucionando en la generación siguiente por la integración de temáticas de biotecnología, el otro conservando la orientación general del tema que tuvo desde sus inicios en 1995-1997. El segundo permite también ampliar la noción de generación a periodos más amplios de los que se consideraron inicialmente. En efecto, tal como se encuentra a partir de los datos consignados en la Tabla 4 para el tema AGRICULTURAL ENTOMOLOGY, no hay presencia del tema en los *corpus* documentales de los años 2000 y 2002-2003, lo que lleva a la necesidad de explorar la posibilidad de constituir *corpus* que agrupen periodos más amplios para seguir la evolución del tema. Es posible, también, explorar la posibilidad de que haya un agotamiento del tema general.

Habiendo obtenido los agregados de los temas generales y conocido sus contenidos temáticos es posible ahora establecer quienes son los autores que han contribuido a la conformación de cada uno de ellos, y las instituciones en que han realizado los trabajos que han dado lugar a los documentos integrados en la base.

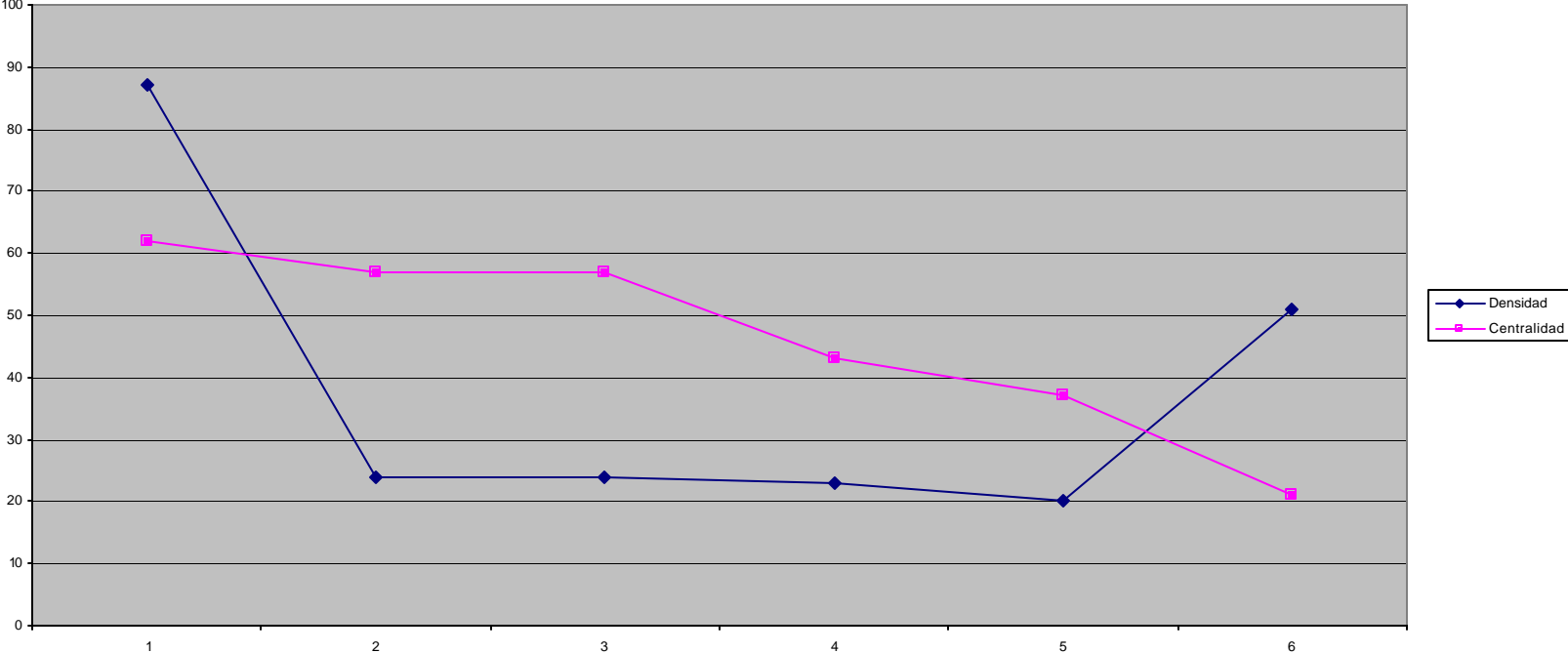
Tabla 2. Evolución en el tiempo del tema HUMAN-DISEASES.

	G <sub>1</sub> 1995-1997	G <sub>2</sub> 1998	G <sub>3</sub> 1999	G <sub>4</sub> 2000	G <sub>5</sub> 2001	G <sub>6</sub> 2002-2003
	Human-disease	<b>HUMAN-DISEASES?</b>	<i>Human-diseases</i>	<i>Human-diseases</i>	<i>Human-diseases</i>	<b>HUMAN-DISEASE</b>
	Epidemiology	<b>EPIDEMIOLOGY</b>	<b>EPIDEMIOLOGY</b>	Diagnosis	Malaria	<b>MALARIA</b>
	Parasites	<b>PARASITES</b>	<b>PARASITES</b>	<i>Case-reports</i>	Clinical-aspects	Immunization
	Clinical-aspects	<i>Clinical-aspects</i>	Chagas's disease	<i>Clinical-aspects</i>	<b>DRUG-THERAPY</b>	Disease-models
		Infections	<b>INFECTIONS</b>	<b>INFECTIONS</b>	<b>EPIDEMIOLOGY</b>	Vaccine-development
		Malaria	<b>CLINICAL-ASPECTS</b>	Drug-therapy	<i>Case-reports</i>	Chloroquine
		Drug-therapy	<b>MALARIA</b>	Dwelling	Children	Vaccination
		Cutaneous-leishmaniasis	<i>Disease-transmission</i>	Immunization	<b>DIAGNOSIS</b>	Laboratory-animals
		Case-reports	Immunodiagnosis	<b>EPIDEMIOLOGY</b>	Cytokines	Immune-response
		Disease-transmission	Seroprevalence	Reviews	Paracoccidioidomycosis	Antigens
(Dens. , Cent) <sup>β</sup>	(87, 62)	(24, 57)	(24, 57)	(23, 43)	(20, 37)	(51, 21)

Índice de permanencia <sup>?</sup> $F_{hk}$		0.5	0.7	0.4	0.6	0.2
$\{iC_j\}^d$	${}_1C_4$	${}_2C_2$	${}_3C_1$	${}_4C_2$	${}_5C_3$	${}_6C_2$

*Convenciones:* <sup>a</sup> Se señalan las temáticas que se repiten en dos generaciones sucesivas en letra cursiva; <sup>b</sup> los valores de los coeficientes de densidad y de centralidad han sido multiplicados por 100; <sup>?</sup>: se ha definido el coeficiente de permanencia (respectivamente el coeficiente de transformación) por la fórmula  $F_{hk} = 2f_{hk} / (f_h + f_k)$  ( $T_{hk} = (1 - 2f_{hk} / (f_h + f_k))$ ) donde  $f_{hk}$  es el número de temáticas comunes en un tema general en dos generaciones sucesivas,  $f_h$  es el número de temáticas del tema general en la generación antecedente y  $f_k$  es el número de temáticas del tema general en la generación posterior;<sup>d</sup> : la notación  ${}_iC_j$  se utiliza para señalar que el tema general se considera en la generación  $i$  y que corresponde, en esa generación, al tema  $j$ . Así, por ejemplo  ${}_1C_4$  corresponde al tema HUMAN-DISEASES, durante la primera generación y allí es el tema número cuatro.

Gráfica 3. Evolución de los coeficientes estructurales del tema HUMAN-DISEASES





**Gráfica 4. HUMAN DISEASES**  
**Variación del Índice de permanencia**

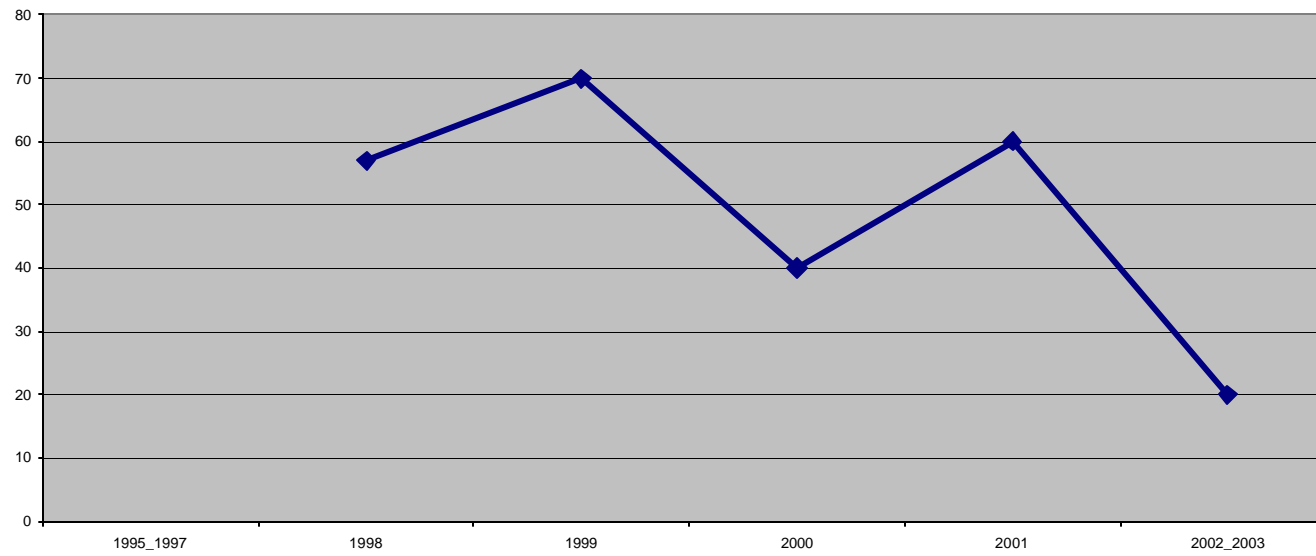


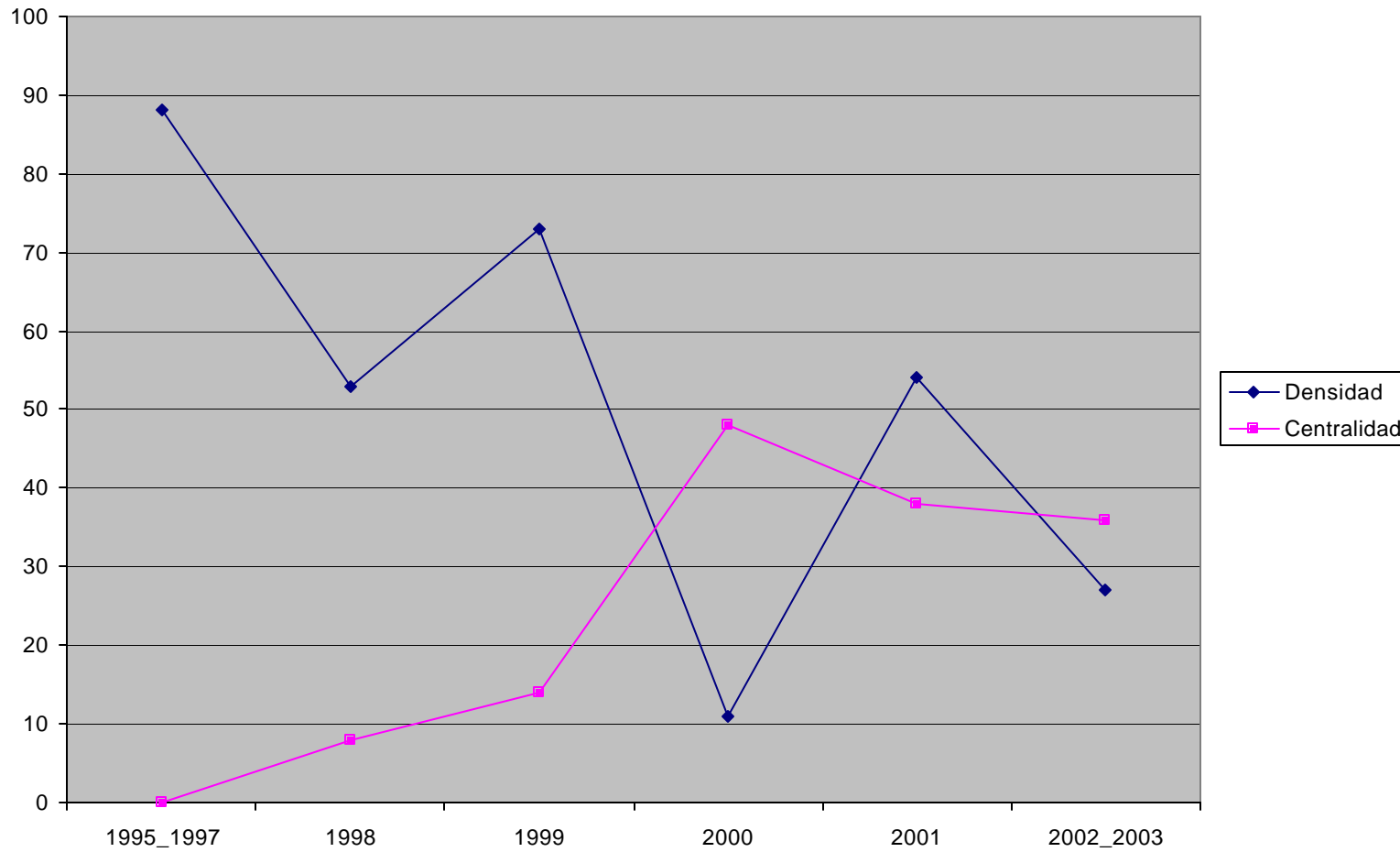
Tabla 3. Evolución del tema PLANT-DISEASES

	<b>G<sub>1</sub> 1995-1997</b>	<b>G<sub>2</sub> 1998</b>	<b>G<sub>3</sub> 1999</b>	<b>G<sub>4</sub> 2000</b>	<b>G<sub>5</sub> 2001</b>	<b>G<sub>6</sub> 2002-200</b>
<b>Identificación <sub>i</sub>C<sub>j</sub></b>	<b><sub>1</sub>C<sub>3</sub></b>	<b><sub>2</sub>C<sub>5</sub></b>	<b><sub>3</sub>C<sub>2</sub></b>	<b><sub>4</sub>C<sub>5</sub></b>	<b><sub>5</sub>C<sub>1</sub></b>	<b><sub>6</sub>C<sub>3</sub></b>
Plant-Diseases	Plant-Pathogenic-Fungi	Plant-Diseases	<i>Plant-Disease-Control</i>	<i>Plant-Diseases</i>	<i>Plant-Disease-Control</i>	Genetic-Markers
Plant-Diseases	Plant-Pathogens	<i>Plant-Pathogens</i>	<i>Plant-Pathogenic-Fungi</i>		Fungal-Antagonists	Microsatellites
Plant-Diseases	Plant-Diseases	<i>Plant-Pathogenic-Fungi</i>	Antagonism	<i>Plant-Pathogenic-Fungi</i>	Cultural-Control	Linkage-Groups
Plant-Diseases	Plant-Pathology	<i>Plant-Pathology</i>	Antagonists		Biological-Control	Genetic-Diversity
Plant-Diseases	Fodder-Plants	Plant-Disease-Control	Biological-Control	<i>Plant-Disease-Control</i>	Tomatoes	Loci
Plant-Diseases	Grasses	Plant-Pathogenic-Bacteria	<i>Plant-Diseases</i>		Antagonism	Genetic-Polymorphism
Plant-Diseases	Disease-Resistance	<i>Disease-Resistance</i>	Chrysanthemums	Passion-Fruits	Fungal-Diseases	Genotypes
Plant-Diseases		Resistance	<i>Plant-Pathogens</i>		<i>Chemical-Control</i>	Genes

Plant-Diseases		Avocados	Biological-Control-Agents	Cultivars	<i>Plant-Diseases</i>	Disease-Resistance
Plant-Diseases		Crop-Damage	Inoculation	Chemical-Control	Biological-Control-Agents	<i>Plant-Diseases</i>
				Pathogenicity		
				Germplasm		
				Plant-Pests		
(Dens. , cent)	(88, 0)	(53, 8)	(73, 14)	(11, 48)	(54, 38)	(27, 36)
Índice de permanencia		0.6	0.3	0.3	0.3	0.1
(Ricyt 01)					<sub>5</sub> C <sub>4</sub>	<sub>6</sub> C <sub>5</sub>
Plant-Diseases'					Plant-Pathogens	<b>Plant-Pathogens</b>
Plant-Diseases'					<i>Plant-Pathogenic-Fungi</i>	<i>Plant-Pathogenic-Fungi</i>
Plant-Diseases'					Disease-Resistance	Fungal-Diseases
Plant-Diseases'					Plant-Pathogenic-Bacteria	<i>Plant-Pathogenic-Bacteria</i>
Plant-Diseases'					Fungicides	Methodology

Plant-Diseases'					Ítems	
Plant-Diseases'					Seeds	
Plant-Diseases'					<i>Cultivars</i>	
Plant-Diseases'					Fruits	
Plant-Diseases'					Leaves	
<b>(Dens. , cent)</b>					<b>(15, 49)</b>	<b>(27, 26)</b>
<b>Índice de permanencia</b>					<b>0.2</b>	<b>0.4</b>

**Gráfica 5. Evolución de los coeficientes estructurales del tema PLANT DISEASES**



**Gráfica 6. PLANT DISEASES**  
**Variación del índice de permanencia**

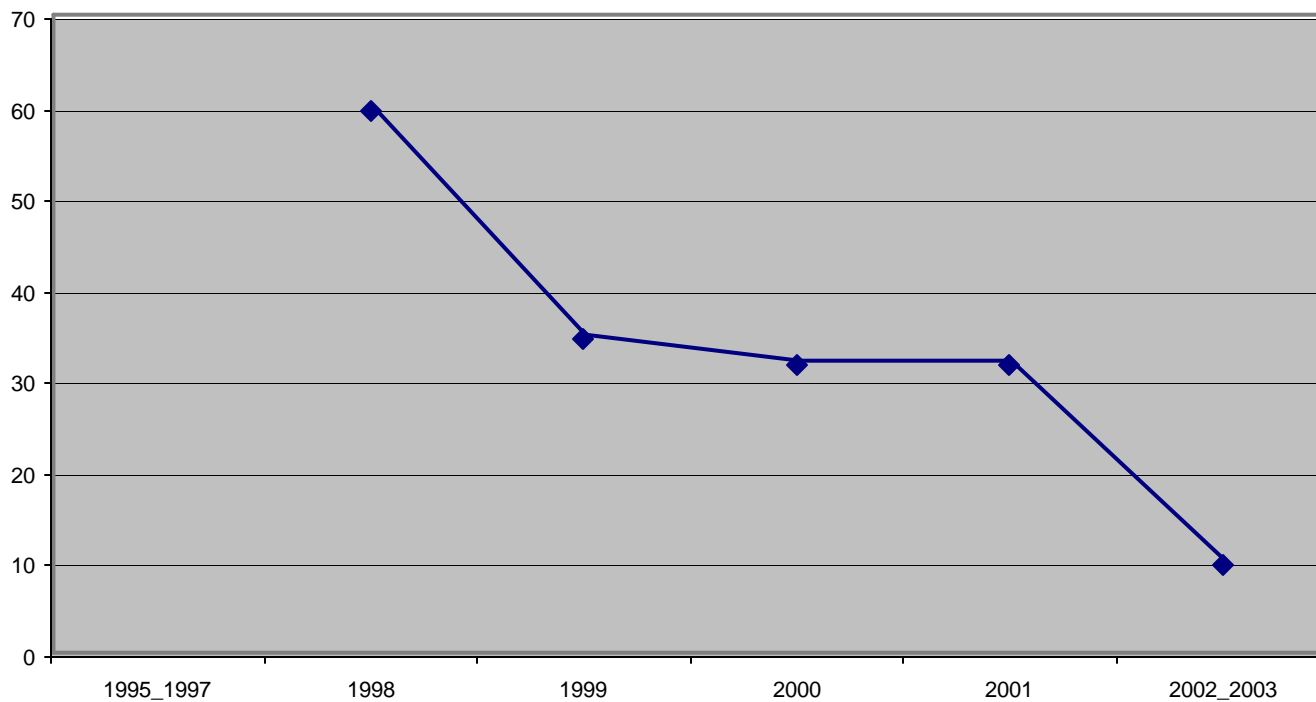


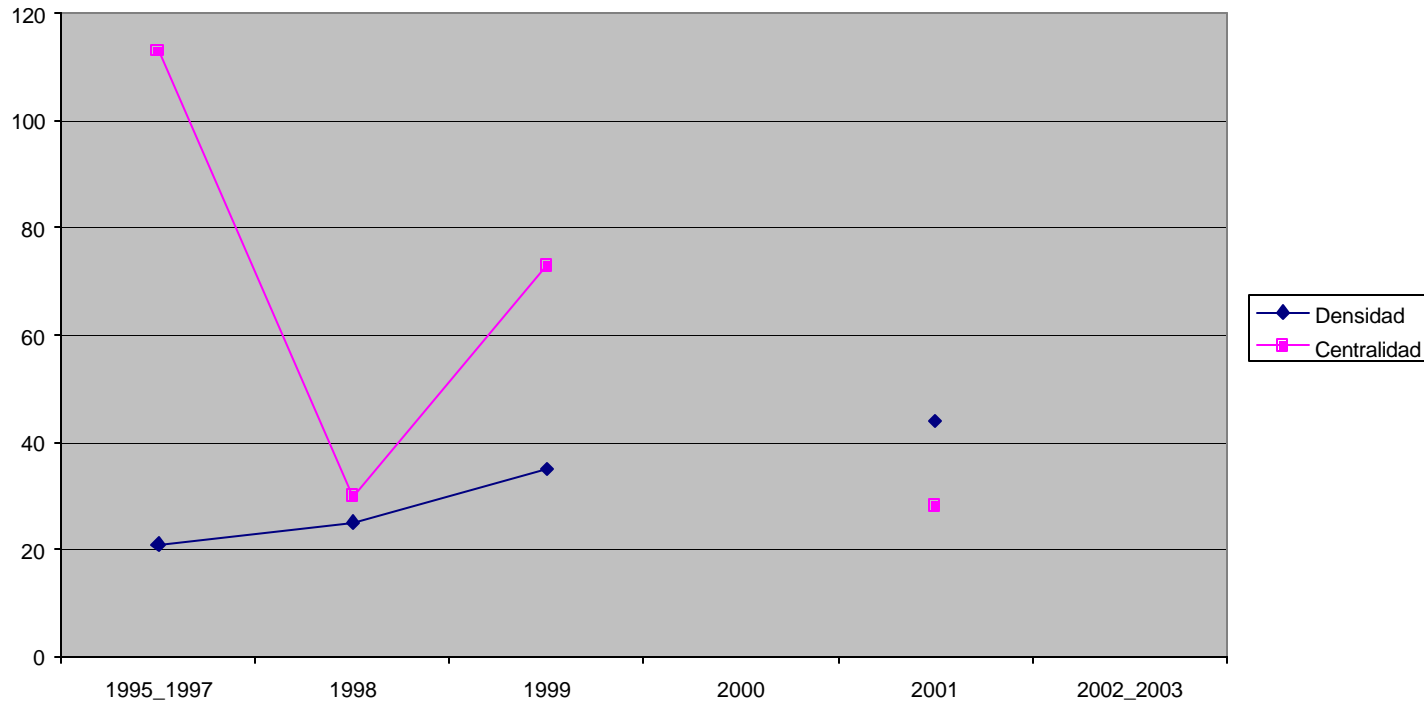
Tabla 4. Evolución del tema AGRICULTURAL ENTOMOLOGY en el tiempo

	<b>G<sub>1</sub> 1995-1997</b>	<b>G<sub>2</sub> 1998</b>	<b>G<sub>3</sub> 1999</b>	<b>G<sub>4</sub> 2000</b>	<b>G<sub>5</sub> 2001</b>	<b>G<sub>6</sub> 2002-2003</b>
Agricultural-Entomology	Agricultural-Entomology	<i>Agricultural-Entomology</i>	<i>Natural-Enemies</i>		Entomogenous-Fungi	
Agricultural-Entomology	Plant-Pests	Pest-Control	Parasitoids		<i>Entomopathogens</i>	
Agricultural-Entomology	Conidia	Control	<i>Agricultural-Entomology</i>		Conidia	
Agricultural-Entomology	Mortality	Natural-Enemies	Beneficial-Insects		<i>Predators</i>	
Agricultural-Entomology	Formulations	Biology	<i>Hosts</i>		<i>Plant-Pests</i>	
Agricultural-Entomology	Geographical-Distribution	Evaluation	Longevity		Mortality	

Entomology	Distribution					
Agricultural-Entomology	Pathogenicity	Integrated-Pest-Management	Predators		Insect-Pests	
Agricultural-Entomology	Toxicity	Damage	Entomopathogens		Pathogenicity	
Agricultural-Entomology	Control	Hosts	Insect-Control		Enzymes	
Agricultural-Entomology		Stimulant-Plants	Plant-Pests		<i>Natural-Enemies</i>	
Agricultural-Entomology						
(Dens. , Cent.)	(21, 113)	(25, 30)	(35, 73)		(44, 28)	
<b>Índice de permanencia</b>		<b>0.2</b>	<b>0.3</b>		<b>0.2</b>	
{C <sub>ij</sub> }	<sub>1</sub> C <sub>2</sub>	<sub>2</sub> C <sub>4</sub>	<sub>3</sub> C <sub>3</sub>		<sub>5</sub> C <sub>2</sub>	



Gráfica 7. Evolución de los coeficientes estructurales del tema AGRICULTURAL ENTOMOLOGY



## II. Análisis de los resultados

En la primera parte de este documento se ha mostrado la forma de obtener los resultados estructurados a partir de una base de datos bibliográficos. Esta parte está orientada a establecer las relaciones entre la información elaborada, es decir, la información estructurada que se ha obtenido luego de la aplicación del método, las dinámicas de la investigación en el campo de la biotecnología y las orientaciones que ha tenido el programa nacional de investigación en biotecnología.

Inicialmente es necesario establecer la noción de biotecnología que se considera, con el fin de que sea posible la identificación de las temáticas que son propias de ella. Se considera que se trata de biotecnología de la segunda generación, caracterizada por la integración de la biología molecular y sus técnicas para inducir transformaciones genotípicas en los seres vivos. La identificación de las temáticas asociadas con la biotecnología, en la acepción que se adoptó, se ha hecho con base en las listas de las temáticas, y de sus frecuencias, que hacen parte de cada uno de los archivos utilizados en cada generación, tomando en cuenta sólo aquellas que han sido utilizadas en la aplicación del método de análisis, es decir, del método de las palabras asociadas<sup>1</sup>.

En segundo lugar, se ha hecho la “unión” de todos los textos que dan cuenta de la Estructura de la red de temas derivados de los *corpus* de las diferentes generaciones con el fin de construir un hipertexto (Edwards Paul 04) que permita la navegación a través de los vínculos definidos y presentes en la estructura derivada de la aplicación del método a los conjuntos de los textos de cada generación. El problema del análisis de los resultados y de sus relaciones con el programa nacional de investigación en biotecnología pasa ahora por la identificación de cada uno de los elementos y de cada uno de los tipos de vínculos que se dan entre ellos y de los contextos en que se presentan.

### *Identificación e interpretación de los vínculos hipertextuales*

#### *Vínculos entre temáticas.*

a) Inicialmente se tienen los vínculos entre las temáticas, en el interior de un tema o entre dos temas diferentes, pertenecientes a una red de temas de la misma generación. Es posible ahora responder por el contexto de uso de una temática específica -la que son de interés aquí son las que pertenecen a la biotecnología- estableciendo su presencia y las relaciones que

---

<sup>1</sup> Para la aplicación del método se definieron como parámetros, la frecuencia mínima, el número máximo y mínimo de las temáticas que pueden hacer parte de un tema. Recordamos que las temáticas corresponden a los descriptores asignados para cada documento en la base CAB, que un tema está formado por la agregación de las temáticas que se encuentran más asociadas durante una generación, donde el valor de la asociación está dada por su coeficiente de asociación. La frecuencia mínima adoptada, para el ejercicio realizado, fue tres en números absolutos y tres el número mínimo de veces que un descriptor o temática debe estar asociado a otro descriptor en los documentos; los número máximo y mínimo de temáticas que pueden formar un tema son diez y tres respectivamente.

mantiene con las otras temáticas en un tema. Así, por ejemplo, se tiene que la temática PLANT-DISEASES pertenece a cada uno de los conjuntos (ver Tabla 3 y Anexo 1)

${}_1C_3, {}_2C_5, {}_3C_2, {}_4C_5, {}_5C_1$  y  ${}_6C_3$

lo que de manera simbólica se puede escribir

$t_{he i}C_j$

y que se puede interpretar así: la temática  $t_h$  pertenece al j-avo tema de la i-ava generación.

Es posible así interpretar las relaciones que tiene con otras temáticas en cada generación. Ahora bien, sólo en los años 2002/2003 en el tema  ${}_6C_3$  comienzan a aparecer temáticas que muestran la vinculación de la temática PLANT-DISEASES con técnicas y procedimientos propios de la biotecnología. Si se considera que una de las orientaciones del programa, según se desprende de las actas, fue apoyar la aplicación de la biotecnología a la agricultura sólo se tienen evidencias significativas de esa asociación al final del período analizado. En segundo lugar, se tienen los vínculos entre temáticas que pertenecen, dentro de la misma generación a dos temas. Tomemos como ejemplo la temática MALARIA que pertenece a  ${}_2C_2$ . Se encuentran asociaciones con ANTIGENS y IMMUNE-RESPONSE que hace parte del tema  ${}_2C_6$ . Se puede seguir la temática MALARIA a través de las diferentes generaciones.

- b) Vínculos de las temáticas y temas con los autores de los documentos en las ellas aparecen. Se trata de la navegación hacia las referencias de las fuentes primarias.
- c) Vínculos de las temáticas y temas con las entidades e instituciones en las que laboran los autores de los documentos en que aparecen las temáticas que hacen parte de temas identificados.
- d) Relaciones diacrónicas de los temas y sus vínculos con los autores y con las instituciones. Se trata de la identificación de las fidelidades de los investigadores y los grupos de investigación con temáticas y con temas a través del tiempo.

### Referencias bibliográficas

1. Callon Michel, Courtial Jean-Pierre, and Turner Bill. 2001. "*Gestion de la recherche. Nouveaux problèmes, nouvelles méthodes.*" in *La méthode leximappe: un outil pour l'analyse stratégique du développement scientifique et technique* editado por Vinck Dominique. Bruselas: De Boeck-Wesmel.
2. Edwards Paul. 2004. "Hyper text and hypertension: poststructuralist critical theory, social studies of science and software." *Social Studies of Science* 24229-78.
3. Ricyt. 2001. *El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos/interamericanos*. 1 ed. editado por Ricyt. .

Anexo 1

**Estructura de la red de temas derivados del corpus DE57**

Conjunto  $C_1$  de temas ubicados a partir de los documentos integrados en la base CAB durante los años 1995 a 1997

$C_1 = \{C_i : i= 1, 2, \dots, 5\}$

Número máximo de temáticas (descriptores) por tema : 10

Número mínimo de temáticas (descriptores) por tema : 3

Tema  ${}_1C_1$  *BIOLOGICAL-CONTROL*

2 BIOLOGICAL-CONTROL ( 16)  
 10 BIOLOGICAL-CONTROL-AGENTS ( 11)  
 13 INSECT-CONTROL ( 10)  
 4 ENTOMOPATHOGENS ( 14)  
 5 PATHOGENS ( 13)  
 18 INSECTICIDES ( 6)  
 19 PEST-CONTROL ( 6)  
 16 MICROBIAL-PESTICIDES ( 7)  
 3 INSECT-PESTS ( 16)  
 21 ENTOMOGENOUS-FUNGI ( 5)

Número de temáticas : 10

Número de vínculos internos: 20

4 5 ( 929) 13 19 ( 600) 2 10 ( 568) 10 18 ( 546)  
 2 13 ( 506) 3 13 ( 506) 10 16 ( 468) 2 4 ( 446)  
 2 5 ( 389) 16 18 ( 381) 2 18 ( 375) 2 19 ( 375)  
 3 19 ( 375) 4 16 ( 367) 4 13 ( 350) 5 10 ( 343)  
 2 16 ( 321) 4 10 ( 318) 2 3 ( 316) 2 21 ( 313)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

3 INSECT-PESTS ----> 9 PLANT-PESTS  ${}_1C_2$  ( 813)  
 16 MICROBIAL-PEST ----> 31 FUNGAL-INSECTI  ${}_1C_0$  ( 572)  
 16 MICROBIAL-PEST ----> 36 NATURAL-ENEMIE  ${}_1C_0$  ( 572)  
 13 INSECT-CONTROL ----> 9 PLANT-PESTS  ${}_1C_2$  ( 492)  
 5 PATHOGENS ----> 1 AGRICULTURAL-E  ${}_1C_2$  ( 481)  
 19 PEST-CONTROL ----> 9 PLANT-PESTS  ${}_1C_2$  ( 462)  
 21 ENTOMOGENOUS-F ----> 27 CHEMICAL-CONTR  ${}_1C_0$  ( 450)  
 4 ENTOMOPATHOGEN ----> 1 AGRICULTURAL-E  ${}_1C_2$  ( 446)  
 16 MICROBIAL-PEST ----> 59 SPORES  ${}_1C_0$  ( 429)  
 19 PEST-CONTROL ----> 12 CONTROL  ${}_1C_2$  ( 417)  
 13 INSECT-CONTROL ----> 30 FORMULATIONS  ${}_1C_2$  ( 400)  
 18 INSECTICIDES ----> 27 CHEMICAL-CONTR  ${}_1C_0$  ( 375)  
 19 PEST-CONTROL ----> 30 FORMULATIONS  ${}_1C_2$  ( 375)

Densidad: 87

Centralidad: 62

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_1C_2$  3886

Tema  ${}_1C_2$  *AGRICULTURAL-ENTOMOLOGY*

1 AGRICULTURAL-ENTOMOLOGY ( 16)  
 9 PLANT-PESTS ( 13)  
 44 CONIDIA ( 3)  
 53 MORTALITY ( 3)  
 30 FORMULATIONS ( 4)  
 33 GEOGRAPHICAL-DISTRIBUTION ( 4)  
 37 PATHOGENICITY ( 4)  
 26 TOXICITY ( 5)  
 12 CONTROL ( 10)

Número de temáticas: 9

Número de vínculos internos: 11

1 9 ( 308) 12 30 ( 225) 9 12 ( 192) 1 44 ( 188)  
 1 53 ( 188) 9 30 ( 173) 1 30 ( 141) 1 33 ( 141)  
 1 37 ( 141) 1 26 ( 113) 1 12 ( 100)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

9 PLANT-PESTS ----> 3 INSECT-PESTS  ${}_1C_1$  ( 813)  
 26 TOXICITY ----> 42 BACTERIAL-INSE  ${}_1C_0$  ( 600)  
 9 PLANT-PESTS ----> 13 INSECT-CONTROL  ${}_1C_1$  ( 492)

1 AGRICULTURAL-E → 5 PATHOGENS  $_1C_1$  ( 481)  
 9 PLANT-PESTS → 19 PEST-CONTROL  $_1C_1$  ( 462)  
 26 TOXICITY → 32 GENES  $_1C_0$  ( 450)  
 1 AGRICULTURAL-E → 4 ENTOMOPATHOGEN  $_1C_1$  ( 446)  
 12 CONTROL → 19 PEST-CONTROL  $_1C_1$  ( 417)  
 30 FORMULATIONS → 13 INSECT-CONTROL  $_1C_1$  ( 400)  
 30 FORMULATIONS → 19 PEST-CONTROL  $_1C_1$  ( 375)  
 9 PLANT-PESTS → 2 BIOLOGICAL-CON  $_1C_1$  ( 308)  
 9 PLANT-PESTS → 27 CHEMICAL-CONTR  $_1C_0$  ( 308)  
 9 PLANT-PESTS → 28 COFFEE  $_1C_0$  ( 308)  
 12 CONTROL → 2 BIOLOGICAL-CON  $_1C_1$  ( 306)  
 1 AGRICULTURAL-E → 2 BIOLOGICAL-CON  $_1C_1$  ( 250)  
 1 AGRICULTURAL-E → 3 INSECT-PESTS  $_1C_1$  ( 250)  
 30 FORMULATIONS → 2 BIOLOGICAL-CON  $_1C_1$  ( 250)  
 12 CONTROL → 13 INSECT-CONTROL  $_1C_1$  ( 250)  
 9 PLANT-PESTS → 21 ENTOMOGENOUS-F  $_1C_1$  ( 246)  
 53 MORTALITY → 5 PATHOGENS  $_1C_1$  ( 231)

Links below first threshold:

Densidad: 21  
 Centralidad: 113

Suma de los vínculos externos:  
 Con  $_1C_1$  9051  
 Con  $_1C_5$  450

Tema  $_1C_3$  *PLANT-PATHOGENIC-FUNGI*

11 PLANT-PATHOGENIC-FUNGI ( 11)  
 7 PLANT-PATHOGENS ( 13)  
 6 PLANT-DISEASES ( 13)  
 8 PLANT-PATHOLOGY ( 13)  
 22 FODDER-PLANTS ( 5)  
 49 GRASSES ( 3)  
 20 DISEASE-RESISTANCE ( 5)

Número de temáticas: 7  
 Número de vínculos internos: 17

11 7 ( 846) 22 49 ( 600) 6 7 ( 592) 6 8 ( 592)  
 7 8 ( 592) 11 6 ( 448) 11 8 ( 448) 11 22 ( 291)  
 11 49 ( 273) 7 22 ( 246) 8 22 ( 246) 7 49 ( 231)  
 8 49 ( 231) 11 20 ( 164) 6 20 ( 138) 6 22 ( 138)  
 7 20 ( 138)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 Ninguno

Densidad: 88  
 Centralidad: 0

Suma de los vínculos externos:

Tema  $_1C_4$  *HUMAN-DISEASES*

15 HUMAN-DISEASES ( 8)  
 24 PARASITES ( 5)  
 43 CLINICAL-ASPECTS ( 3)  
 17 EPIDEMIOLOGY ( 6)

Número de temáticas: 4  
 Número de vínculos internos: 4

17 43 ( 500) 15 24 ( 400) 15 43 ( 375) 15 17 ( 188)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

Ninguno

Links below first threshold:  
Ninguno

Densidad: 36  
Centralidad: 0

Suma de los vínculos externos:

\*\*\*\*\*

Tema  $_1C_5$  DOMESTIC-ANIMALS 5

29 DOMESTIC-ANIMALS ( 4)  
35 LIVESTOCK ( 4)  
45 ECTOPARASITES ( 3)

Número de temáticas: 3  
Número de vínculos internos: 3

29 35 (1000) 29 45 ( 750) 35 45 ( 750)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

29 DOMESTIC-ANIMA  $\rightarrow$  12 CONTROL  $_1C_2$  ( 225)  
35 LIVESTOCK  $\rightarrow$  12 CONTROL  $_1C_2$  ( 225)

Densidad: 83  
Centralidad: 4

Suma de los vínculos externos:  
Con  $_1C_2$  450

**Estructura de la red de temas derivados del corpus DE98**

Conjunto  $C_2$  de temas ubicados a partir de los documentos integrados en la base CAB durante el año 1998  
 $C_2 = \{_2C_i \mid i = 1, 2, \dots, 16\}$

Número máximo de temáticas (descriptores) por tema : 10  
Número mínimo de temáticas (descriptores) por tema : 3

TEMA  $_2C_7$  BIOLOGICAL-CONTROL

14 BIOLOGICAL-CONTROL ( 15)  
18 BIOLOGICAL-CONTROL-AGENTS ( 12)  
109 INSECT-CONTROL ( 5)  
8 INSECT-PESTS ( 24)  
114 PARASITIDS ( 5)  
282 PREDATION ( 3)  
11 PLANT-PESTS ( 17)  
139 BENEFICIAL-INSECTS ( 4)  
179 PARASITISM ( 4)  
187 PREDATORS ( 4)

Número de temáticas: 10  
Número de vínculos internos: 20

187 282 ( 750) 14 18 ( 672) 8 11 ( 627) 114 179 ( 450)  
14 109 ( 333) 18 109 ( 267) 11 18 ( 240) 14 8 ( 225)  
8 18 ( 222) 14 114 ( 213) 8 109 ( 208) 14 282 ( 200)  
14 11 ( 192) 18 139 ( 188) 18 179 ( 188) 14 139 ( 150)  
14 179 ( 150) 14 187 ( 150) 18 114 ( 150) 8 114 ( 133)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
114 PARASITIDS  $\rightarrow$  174 NATURAL-ENEMIE  $_2C_4$  ( 450)  
8 INSECT-PESTS  $\rightarrow$  9 AGRICULTURAL-E  $_2C_4$  ( 219)  
14 BIOLOGICAL-CON  $\rightarrow$  19 COFFEE  $_2C_0$  ( 139)  
8 INSECT-PESTS  $\rightarrow$  27 PEST-CONTROL  $_2C_4$  ( 136)

Densidad: 57  
 Centralidad: 9

Suma de los vínculos externos:  
 Con  ${}_2C_4$  80

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_2C_2$  *HUMAN-DISEASES*

- 7 HUMAN-DISEASES ( 27)
- 4 PARASITES ( 33)
- 57 CLINICAL-ASPECTS ( 7)
- 25 EPIDEMIOLOGY ( 11)
- 41 INFECTIONS ( 9)
- 66 MALARIA ( 7)
- 105 DRUG-THERAPY ( 5)
- 48 CUTANEOUS-LEISHMANIASIS ( 8)
- 211 CASE-REPORTS ( 3)
- 227 DISEASE-TRANSMISSION ( 3)

Número de temáticas: 10  
 Número de vínculos internos: 17

- 7 4 ( 324) 48 105 ( 225) 7 57 ( 190) 4 48 ( 186)
- 7 25 ( 165) 4 66 ( 156) 7 41 ( 148) 7 66 ( 132)
- 7 105 ( 119) 25 57 ( 117) 7 48 ( 116) 7 211 ( 111)
- 7 227 ( 111) 4 25 ( 99) 25 41 ( 91) 4 57 ( 69)
- 4 105 ( 55)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

- 41 INFECTIONS ----> 93 PARACOCCIDIOID  ${}_2C_0$  ( 667)
- 25 EPIDEMIOLOGY ----> 79 DISEASE-PREVAL  ${}_2C_0$  ( 379)
- 105 DRUG-THERAPY ----> 100 ANTIPROTOZOAL-  ${}_2C_0$  ( 360)
- 57 CLINICAL-ASPEC ----> 181 PATHOLOGY  ${}_2C_0$  ( 322)
- 48 CUTANEOUS-LEIS ----> 100 ANTIPROTOZOAL-  ${}_2C_0$  ( 225)
- 41 INFECTIONS ----> 78 DIAGNOSIS  ${}_2C_0$  ( 167)
- 4 PARASITES ----> 100 ANTIPROTOZOAL-  ${}_2C_0$  ( 152)
- 66 MALARIA ----> 38 ANTIGENS  ${}_2C_6$  ( 143)
- 66 MALARIA ----> 40 IMMUNE-RESPONS  ${}_2C_6$  ( 143)
- 4 PARASITES ----> 79 DISEASE-PREVAL  ${}_2C_0$  ( 126)
- 4 PARASITES ----> 38 ANTIGENS  ${}_2C_6$  ( 121)
- 4 PARASITES ----> 136 ANTIBODIES  ${}_2C_6$  ( 121)
- 4 PARASITES ----> 181 PATHOLOGY  ${}_2C_0$  ( 121)
- 7 HUMAN-DISEASES ----> 241 HELMINTHS  ${}_2C_0$  ( 111)
- 7 HUMAN-DISEASES ----> 244 IMMUNOCOMPROMI  ${}_2C_0$  ( 111)
- 7 HUMAN-DISEASES ----> 255 LESIONS  ${}_2C_0$  ( 111)
- 7 HUMAN-DISEASES ----> 268 OPPORTUNISTIC-  ${}_2C_0$  ( 111)
- 7 HUMAN-DISEASES ----> 314 VECTOR -BORNE-D  ${}_2C_0$  ( 111)
- 7 HUMAN-DISEASES ----> 40 IMMUNE-RESPONS  ${}_2C_6$  ( 103)
- 7 HUMAN-DISEASES ----> 79 DISEASEPREVAL  ${}_2C_0$  ( 99)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

Densidad: 24  
 Centralidad: 57

Suma de los vínculos externos:  
 Con 6 872  
 Con 10 61

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_2C_3$  *SOIL*

- 3 SOIL ( 37)
- 59 EROSION ( 7)
- 95 SOIL-ORGANIC-MATTER ( 6)
- 173 MOUNTAIN-AREAS ( 4)
- 23 ANALYSIS ( 11)
- 101 AVAILABILITY ( 5)



123 SOIL-FERTILITY ( 5)  
 242 HORIZONS ( 3)  
 271 PARTICLE-SIZE ( 3)  
 298 SLOPE ( 3)

Número de temáticas: 10  
 Número de vínculos internos: 10

59 298 ( 429) 3 59 ( 139) 3 95 ( 113) 3 173 ( 108)  
 3 23 ( 88) 3 123 ( 86) 3 101 ( 86) 3 271 ( 81)  
 3 298 ( 81) 3 242 ( 81)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

95 SOIL-ORGANIC-M ----> 43 ORGANIC-MATTER <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 463)  
 59 EROSION ----> 292 RUNOFF <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 429)  
 23 ANALYSIS ----> 75 CAPACITY <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 243)  
 23 ANALYSIS ----> 69 POTASSIUM <sub>2</sub>C<sub>8</sub> ( 208)  
 23 ANALYSIS ----> 36 TREATMENT <sub>2</sub>C<sub>7</sub> ( 146)  
 23 ANALYSIS ----> 43 ORGANIC-MATTER <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 91)  
 3 SOIL ----> 318 VOLCANIC-ASHS <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 81)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

3 SOIL ----> 43 ORGANIC-MATTER <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 75)  
 3 SOIL ----> 77 COMPOSITION <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 72)  
 3 SOIL ----> 71 ROOTS <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 62)  
 3 SOIL ----> 168 INDEXES <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 61)  
 3 SOIL ----> 171 MINERALS <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 61)  
 3 SOIL ----> 194 SAND <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 61)  
 3 SOIL ----> 196 SOIL-FAUNA <sub>2</sub>C<sub>13</sub> ( 61)  
 3 SOIL ----> 197 SOIL-PH <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 61)  
 3 SOIL ----> 102 BIOMASS <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 49)  
 3 SOIL ----> 103 CHARACTERISTIC <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 49)  
 3 SOIL ----> 130 TREES <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 49)  
 3 SOIL ----> 44 PASTURES <sub>2</sub>C<sub>9</sub> ( 48)  
 3 SOIL ----> 32 FORESTS <sub>2</sub>C<sub>9</sub> ( 43)

Densidad: 12  
 Centralidad: 27

Suma de los vínculos externos:

Con 4 15  
 Con 5 22  
 Con 7 159  
 Con 8 292  
 Con 9 91  
 To CC 11 29  
 To CC 12 16  
 To CC 13 61  
 To CC 14 24

TEMA <sub>2</sub>C<sub>4</sub>AGRICULTURAL-ENTOMOLOGY

9 AGRICULTURAL-ENTOMOLOGY ( 23)  
 27 PEST-CONTROL ( 11)  
 20 CONTROL ( 12)  
 174 NATURAL-ENEMIES ( 4)  
 47 BIOLOGY ( 8)  
 12 EVALUATION ( 16)  
 249 INTEGRATED-PEST-MANAGEMENT ( 3)  
 152 DAMAGE ( 4)  
 166 HOSTS <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 4)  
 125 STIMULANT-PLANTS ( 5)

Número de temáticas: 10  
 Número de vínculos internos: 12

20 27 ( 758) 9 27 ( 395) 9 20 ( 362) 9 174 ( 174)  
 9 47 ( 136) 9 12 ( 133) 9 249 ( 130) 12 20 ( 130)  
 9 152 ( 98) 9 166 ( 98) 12 27 ( 91) 9 125 ( 78)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

174 NATURAL-ENEMIE ----> 114 PARASITOIDS <sub>2</sub>C<sub>1</sub> ( 450)  
 125 STIMULANT-PLAN ----> 19 COFFEE <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 417)  
 9 AGRICULTURAL-E ----> 8 INSECT-PESTS <sub>2</sub>C<sub>1</sub> ( 219)  
 47 BIOLOGY ----> 58 DEVELOPMENT <sub>2</sub>C<sub>16</sub> ( 161)  
 47 BIOLOGY ----> 65 LIFE-CYCLE <sub>2</sub>C<sub>16</sub> ( 161)  
 47 BIOLOGY ----> 67 MORTALITY <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 161)

27 PEST-CONTROL ----> 8 INSECT-PESTS <sub>2</sub>C<sub>1</sub> ( 136)  
 9 AGRICULTURAL-E ----> 11 PLANT-PESTS <sub>2</sub>C<sub>1</sub> ( 125)  
 27 PEST-CONTROL ----> 14 BIOLOGICAL-CON <sub>2</sub>C<sub>1</sub> ( 97)  
 174 NATURAL-ENEMIE ----> 8 INSECT-PESTS <sub>2</sub>C<sub>1</sub> ( 94)  
 12 EVALUATION ----> 82 GENOTYPES <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 94)  
 12 EVALUATION ----> 26 METHODOLOGY <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 91)  
 20 CONTROL ----> 14 BIOLOGICAL-CON <sub>2</sub>C<sub>1</sub> ( 89)  
 20 CONTROL ----> 8 INSECT-PESTS <sub>2</sub>C<sub>1</sub> ( 87)  
 27 PEST-CONTROL ----> 11 PLANT-PESTS <sub>2</sub>C<sub>1</sub> ( 86)  
 9 AGRICULTURAL-E ----> 114 PARASITIDS <sub>2</sub>C<sub>1</sub> ( 78)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

9 AGRICULTURAL-E ----> 14 BIOLOGICAL-CON <sub>2</sub>C<sub>1</sub> ( 72)  
 12 EVALUATION ----> 14 BIOLOGICAL-CON <sub>2</sub>C<sub>1</sub> ( 67)  
 9 AGRICULTURAL-E ----> 94 PATHOGENS <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 65)  
 9 AGRICULTURAL-E ----> 67 MORTALITY <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 56)

Densidad: 25

Centralidad: 30

Suma de los vínculos externos:

Con 1 1691  
 Con 3 15  
 To CC 10 26  
 To CC 16 322

\*\*\*\*\*

TEMA <sub>2</sub>C<sub>5</sub>PLANT-DISEASES

2 PLANT-DISEASES ( 39)  
 1 PLANT-PATHOGENS ( 46)  
 5 PLANT-PATHOGENIC-FUNGI ( 31)  
 6 PLANT-PATHOLOGY ( 28)  
 46 PLANT-DISEASECONTROL ( 9)  
 116 PLANT-PATHOGENIC-BACTERIA ( 5)  
 49 DISEASE-RESISTANCE ( 8)  
 70 RESISTANCE ( 7)  
 207 AVOCADOS ( 3)  
 217 CROP-DAMAGE ( 3)

Número de temáticas: 10

Número de vínculos internos: 20

2 1 ( 805) 1 5 ( 674) 5 6 ( 664) 1 6 ( 566)  
 2 5 ( 517) 2 6 ( 404) 2 46 ( 231) 1 46 ( 196)  
 1 49 ( 133) 2 116 ( 128) 2 49 ( 115) 5 70 ( 115)  
 6 116 ( 114) 1 116 ( 109) 5 116 ( 103) 5 49 ( 101)  
 5 207 ( 97) 2 70 ( 92) 2 217 ( 77) 2 207 ( 77)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

70 RESISTANCE ----> 201 VARIETAL-SUSCE <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 322)  
 46 PLANT-DISEASE ----> 104 CHEMICAL-CONTR <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 200)  
 46 PLANT-DISEASE ----> 115 PLANT-EXTRACTS <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 200)  
 49 DISEASE-RESIST ----> 24 CULTIVARS <sub>2</sub>C<sub>7</sub> ( 102)

Densidad: 53

Centralidad: 8

Suma de los vínculos externos:

Con <sub>2</sub>C<sub>7</sub> 102

\*\*\*\*\*

TEMA <sub>2</sub>C<sub>6</sub>PLANT-DISEASES

40 PLANT-DISEASES ( 9)  
 151 CYTOKINES ( 4)  
 250 INTERFERON ( 3)  
 38 ANTIGENS ( 9)  
 136 ANTIBODIES ( 4)  
 167 IMMUNIZATION ( 4)

86 LABORATORY-ANIMALS ( 6)  
60 EXPERIMENTAL-INFECTIONS ( 7)

Número de temáticas: 8  
Número de vínculos internos: 11

40 151 ( 445) 60 86 ( 381) 40 250 ( 333) 38 250 ( 333)  
40 38 ( 309) 40 136 ( 250) 40 167 ( 250) 38 136 ( 250)  
40 86 ( 167) 38 86 ( 167) 40 60 ( 143)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
38 ANTIGENS ----> 66 MALARIA  $_2C_2$  ( 143)  
40 IMMUNE-RESPONS ----> 66 MALARIA  $_2C_2$  ( 143)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
38 ANTIGENS ----> 4 PARASITES  $_2C_2$  ( 121)  
136 ANTIBODIES ----> 4 PARASITES  $_2C_2$  ( 121)  
40 IMMUNE-RESPONS ----> 7 HUMAN-DISEASES  $_2C_2$  ( 103)  
86 LABORATORY-ANI ----> 4 PARASITES  $_2C_2$  ( 81)  
60 EXPERIMENTAL-I ----> 4 PARASITES  $_2C_2$  ( 69)  
40 IMMUNE-RESPONS ----> 4 PARASITES  $_2C_2$  ( 54)  
38 ANTIGENS ----> 7 HUMAN-DISEASES  $_2C_2$  ( 37)

Densidad: 37  
Centralidad: 8

Suma de los vínculos externos:  
Con  $_2C_2$  872

\*\*\*\*\*

TEMA  $_2C_7$  SUGARCANE

10 SUGARCANE ( 19)  
97 SUGAR-CROPS ( 6)  
127 SUCROSE ( 5)  
63 HARVESTING ( 7)  
131 VARIETY-TRIALS ( 5)  
24 CULTIVARS ( 11)  
36 TREATMENT ( 10)

Número de temáticas: 7  
Número de vínculos internos: 7

10 97 ( 316) 10 127 ( 168) 24 131 ( 164) 10 63 ( 120)  
10 131 ( 95) 10 24 ( 77) 10 36 ( 47)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
24 CULTIVARS ----> 202 VARIETIES  $_2C_0$  ( 205)  
36 TREATMENT ----> 23 ANALYSIS  $_2C_3$  ( 146)  
36 TREATMENT ----> 69 POTASSIUM  $_2C_8$  ( 129)  
24 CULTIVARS ----> 49 DISEASE-RESIST  $_2C_3$  ( 102)  
36 TREATMENT ----> 43 ORGANIC-MATTER  $_2C_0$  ( 100)  
24 CULTIVARS ----> 15 CASSAVA  $_2C_{12}$  ( 97)  
36 TREATMENT ----> 22 YIELDS  $_2C_{15}$  ( 75)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
24 CULTIVARS ----> 1 PLANT-PATHOGEN  $_2C_5$  ( 18)  
10 SUGARCANE ----> 3 SOIL  $_2C_3$  ( 13)  
10 SUGARCANE ----> 1 PLANT-PATHOGEN  $_2C_5$  ( 10)

Densidad: 14  
Centralidad: 8

Suma de los vínculos externos:  
Con  $_2C_3$  159  
Con  $_2C_5$  130  
Con  $_2C_8$  129  
Con  $_2C_{12}$  97  
Con  $_2C_{15}$  75

\*\*\*\*\*

TEMA  $_2C_8$ PHOSPHORUS

35 PHOSPHORUS ( 10)  
 88 MAGNESIUM ( 6)  
 91 NITROGEN ( 6)  
 69 POTASSIUM ( 7)  
 143 CALCIUM ( 4)  
 176 NUTRIENT -UPTAKE ( 4)

Número de temáticas: 6  
 Número de vínculos internos: 11

69 91 ( 381) 88 143 ( 375) 91 143 ( 375) 69 143 ( 322)  
 35 88 ( 267) 35 91 ( 267) 88 91 ( 250) 35 69 ( 229)  
 35 176 ( 225) 35 143 ( 225) 69 88 ( 214)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 Ninguna

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 69 POTASSIUM ----> 23 ANALYSIS  $_2C_3$  ( 208)  
 69 POTASSIUM ----> 36 TREATMENT  $_2C_7$  ( 129)  
 35 PHOSPHORUS ----> 3 SOIL  $_2C_3$  ( 43)  
 88 MAGNESIUM ----> 3 SOIL  $_2C_3$  ( 41)

Densidad: 52  
 Centralidad: 4

Suma de los vínculos externos:  
 Con  $_2C_3$  292  
 Con  $_2C_7$  129

\*\*\*\*\*

TEMA  $_2C_9$ LAND-USE

87 LAND-USE ( 6)  
 221 DEFORESTATION ( 3)  
 297 SHIFTING-CULTIVATION ( 3)  
 44 PASTURES ( 9)  
 56 TROPICAL-FORESTS ( 8)  
 32 FORESTS ( 10)

Número de temáticas: 6  
 Número de vínculos internos: 6

87 221 ( 500) 87 297 ( 500) 87 44 ( 296) 87 56 ( 188)  
 32 44 ( 178) 87 32 ( 150)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 44 PASTURES ----> 196 SOIL-FAUNA  $_2C_{13}$  ( 250)  
 56 TROPICAL-FORES ----> 96 SPECIES-DIVERS  $_2C_{13}$  ( 188)  
 44 PASTURES ----> 74 BIODIVERSITY  $_2C_{13}$  ( 167)  
 32 FORESTS ----> 74 BIODIVERSITY  $_2C_{13}$  ( 150)  
 32 FORESTS ----> 96 SPECIES-DIVERS  $_2C_{13}$  ( 150)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 44 PASTURES ----> 3 SOIL  $_2C_3$  ( 48)  
 32 FORESTS ----> 3 SOIL  $_2C_3$  ( 43)

Densidad: 30  
 Centralidad: 9

Suma de los vínculos externos:  
 Con 3 91  
 To CC 13 905

\*\*\*\*\*

TEMA  $_2C_{10}$  *PLANT-GENETIC-RESOURCES*

21 PLANT-GENETIC-RESOURCES ( 12)  
 189 RANDOM-AMPLIFIED-POLYMORPHIC -DNA ( 4)  
 320 WILD-RELATIVES ( 3)  
 51 ISOENZYMES ( 8)  
 33 GENETIC-VARIATION ( 10)  
 16 FRUIT-CROPS ( 15)

Número de temáticas: 6  
 Número de vínculos internos: 6

21 189 ( 333) 21 320 ( 250) 33 51 ( 200) 21 51 ( 167)  
 21 33 ( 75) 21 16 ( 50)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

51 ISOENZYMES → 322 ZYMODEMES  $_2C_0$  ( 375)  
 33 GENETIC-VARIAT → 288 RECOMBINATION  $_2C_0$  ( 300)  
 33 GENETIC-VARIAT → 118 POLYMORPHISM  $_2C_0$  ( 180)  
 16 FRUIT-CROPS → 6 PLANT-PATHOLOG  $_2C_5$  ( 86)  
 16 FRUIT-CROPS → 5 PLANT-PATHOGEN  $_2C_5$  ( 77)  
 16 FRUIT-CROPS → 13 FRUITS  $_2C_0$  ( 67)  
 16 FRUIT-CROPS → 2 PLANT-DISEASES  $_2C_5$  ( 62)  
 51 ISOENZYMES → 4 PARASITES  $_2C_2$  ( 61)  
 16 FRUIT-CROPS → 1 PLANT-PATHOGEN  $_2C_5$  ( 52)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

16 FRUIT-CROPS → 9 AGRICULTURAL-E  $_2C_4$  ( 26)

Densidad: 17  
 Centralidad: 12

Suma de los vínculos externos:  
 Con  $_2C_2$  61  
 Con  $_2C_4$  26  
 Con  $_2C_5$  277

\*\*\*\*\*

TEMA  $_2C_{11}$  SEEDS

17 SEEDS ( 15)  
 122 SEED-GERMINATION ( 5)  
 296 SEED-TREATMENT ( 3)  
 55 SEEDLINGS ( 8)  
 83 GERMINATION ( 6)

Número de temáticas: 5  
 Número de vínculos internos: 5

122 296 ( 600) 17 122 ( 213) 17 296 ( 200) 17 55 ( 133)  
 17 83 ( 100)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

55 SEEDLINGS → 184 PLANT -HEIGHT  $_2C_0$  ( 281)  
 55 SEEDLINGS → 28 RICE  $_2C_0$  ( 102)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

17 SEEDS → 3 SOIL  $_2C_3$  ( 29)

Densidad: 24  
 Centralidad: 4

Suma de los vínculos externos:  
 Con  $_2C_3$  29

\*\*\*\*\*

TEMA  $_2C_{12}$  CASSAVA

15 CASSAVA ( 15)  
 141 BIOTECHNOLOGY ( 4)  
 84 IN-VITRO-CULTURE ( 6)

54 ROOT -CROPS ( 8)

Número de temáticas: 4

Número de vínculos internos: 3

15 141 ( 150) 15 84 ( 100) 15 54 ( 75)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

84 IN-VITRO-CULTU —> 199 TISSUE-CULTURE <sub>2C<sub>0</sub></sub> ( 375)

15 CASSAVA —> 24 CULTIVARS <sub>2C<sub>7</sub></sub> ( 97)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

54 ROOT -CROPS —> 6 PLANT -PATHOLOG <sub>2C<sub>5</sub></sub> ( 40)

54 ROOT -CROPS —> 5 PLANT -PATHOGEN <sub>2C<sub>5</sub></sub> ( 36)

54 ROOT -CROPS —> 1 PLANT -PATHOGEN <sub>2C<sub>5</sub></sub> ( 25)

15 CASSAVA —> 3 SOIL <sub>2C<sub>3</sub></sub> ( 16)

15 CASSAVA —> 2 PLANT-DISEASES <sub>2C<sub>5</sub></sub> ( 15)

15 CASSAVA —> 1 PLANT-PATHOGEN <sub>2C<sub>5</sub></sub> ( 13)

Densidad: 8

Centralidad: 6

Suma de los vínculos externos:

Con <sub>2C<sub>3</sub></sub> 16

Con <sub>2C<sub>5</sub></sub> 129

Con <sub>2C<sub>7</sub></sub> 97

\*\*\*\*\*

TEMA <sub>2C<sub>13</sub></sub> BIODIVERSITY

74 BIODIVERSITY ( 6)

196 SOIL-FAUNA ( 4)

96 SPECIES -DIVERSITY ( 6)

Número de temáticas: 3

Número de vínculos internos: 2

74 196 ( 375) 74 96 ( 250)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

196 SOIL-FAUNA —> 44 PASTURES <sub>2C<sub>9</sub></sub> ( 250)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

196 SOIL-FAUNA —> 29 TAXONOMY <sub>2C<sub>0</sub></sub> ( 205)

96 SPECIES -DIVERS —> 56 TROPICAL-FORES <sub>2C<sub>9</sub></sub> ( 188)

74 BIODIVERSITY —> 44 PASTURES <sub>2C<sub>9</sub></sub> ( 167)

74 BIODIVERSITY —> 32 FORESTS <sub>2C<sub>9</sub></sub> ( 150)

96 SPECIES -DIVERS —> 32 FORESTS <sub>2C<sub>9</sub></sub> ( 150)

196 SOIL-FAUNA —> 3 SOIL <sub>2C<sub>3</sub></sub> ( 61)

Densidad: 20

Centralidad: 11

Suma de los vínculos externos:

Con <sub>2C<sub>3</sub></sub> 61

Con <sub>2C<sub>9</sub></sub> 905

\*\*\*\*\*

TEMA <sub>2C<sub>14</sub></sub> COWS

148 COWS ( 4)

253 LACTATION-DURATION ( 3)

37 TROPICS ( 10)

Número de temáticas: 3

Número de vínculos internos: 2

148 253 ( 750) 148 37 ( 225)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

Ninguna

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
37 TROPICS ----> 3 SOIL <sub>2</sub>C<sub>3</sub> ( 24)

Densidad: 32  
Centralidad: 0

Suma de los vínculos externos:  
Con 3 24

\*\*\*\*\*

TEMA <sub>2</sub>C<sub>15</sub> NITROGEN-FERTILIZERS

175 NITROGEN-FERTILIZERS ( 4)  
280 POTASSIUM-FERTILIZERS ( 3)  
22 YIELDS ( 12)

Número de temáticas: 3  
Número de vínculos internos: 2

175 280 ( 750) 175 22 ( 188)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
Ninguna

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
22 YIELDS ----> 62 GRAIN-LEGUMES <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 107)  
22 YIELDS ----> 36 TREATMENT <sub>2</sub>C<sub>7</sub> ( 75)

Densidad: 31  
Centralidad: 1

Suma de los vínculos externos:  
Con <sub>2</sub>C<sub>7</sub> 75

\*\*\*\*\*

TEMA <sub>2</sub>C<sub>16</sub> LIFECYCLE

65 LIFECYCLE ( 7)  
159 FECUNDITY ( 4)  
58 DEVELOPMENT ( 7)

Número de temáticas: 3  
Número de vínculos internos: 2

65 159 ( 322) 65 58 ( 184)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
Ninguna

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
58 DEVELOPMENT ----> 47 BIOLOGY <sub>2</sub>C<sub>4</sub> ( 161)  
65 LIFECYCLE ----> 47 BIOLOGY <sub>2</sub>C<sub>4</sub> ( 161)  
58 DEVELOPMENT ----> 34 GROWTH <sub>2</sub>C<sub>0</sub> ( 129)  
65 LIFECYCLE ----> 11 PLANT-PESTS <sub>2</sub>C<sub>1</sub> ( 76)  
65 LIFECYCLE ----> 8 INSECT-PESTS <sub>2</sub>C<sub>1</sub> ( 54)

Densidad: 16  
Centralidad: 5

Suma de los vínculos externos:  
Con <sub>2</sub>C<sub>1</sub> 130  
Con <sub>2</sub>C<sub>4</sub> 322

\*\*\*\*\*

TEMA 17 MAIZE

42 MAIZE ( 9)  
 158 FALLOW ( 4)  
 76 CEREALS ( 6)

Número de temáticas: 3  
 Número de vínculos internos: 2

42 158 ( 250) 42 76 ( 167)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 Ninguna

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 76 CEREALS ----> 28 RICE  $_2C_0$  ( 136)

Densidad: 13  
 Centralidad: 1

Suma de los vínculos externos:

\*\*\*\*\*

TEMA 18 YIELD-COMPONENTS

73 YIELD-COMPONENTS ( 7)  
 137 ARTIFICIAL-SELECTION ( 4)  
 30 VEGETABLES ( 11)

Número de temáticas: 3  
 Número de vínculos internos: 2

73 137 ( 322) 73 30 ( 117)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 Ninguna

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 30 VEGETABLES ----> 13 FRUITS  $_2C_0$  ( 51)

Densidad: 14  
 Centralidad: 0

Suma de los vínculos externos:

**Estructura de la red de temas derivados del corpus DE99**

Conjunto  $C_3$  de temas ubicados a partir de los documentos integrados en la base CAB durante el año 1999

$C_3 = \{C_i : i= 1, 2, \dots, 23\}$

Número máximo de temáticas (descriptores) por tema : 10  
 Número mínimo de temáticas (descriptores) por tema : 3

Tema  $_3C_1$  HUMAN-DISEASES

6 HUMAN-DISEASES ( 33)  
 23 EPIDEMIOLOGY ( 15)  
 12 PARASITES ( 22)  
 42 CHAGAS'-DISEASE ( 10)  
 61 CLINICAL-ASPECTS ( 8)  
 66 INFECTIONS ( 8)  
 118 MALARIA ( 6)  
 26 DISEASE-TRANSMISSION ( 14)  
 55 IMMUNODIAGNOSIS ( 9)  
 159 SEROPREVALENCE ( 5)

Número de temáticas: 10  
 Número de vínculos internos: 20

23 26 ( 305) 61 66 ( 250) 6 23 ( 244) 23 159 ( 213)  
 6 12 ( 198) 6 42 ( 194) 6 66 ( 186) 6 61 ( 186)



6 118 ( 182) 42 55 ( 178) 6 26 ( 175) 6 55 ( 165)  
 12 42 ( 164) 6 159 ( 152) 12 118 ( 121) 12 26 ( 117)  
 26 42 ( 114) 23 42 ( 107) 26 118 ( 107) 23 118 ( 100)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 26 DISEASE-TRANSM ----> 27 DISEASE-VECTOR CC 15 ( 510)  
 55 IMMUNODIAGNOSI ----> 190 IMMUNOFLUORESC CC 18 ( 445)  
 61 CLINICAL-ASPEC ----> 193 INTERACTIONS CC 0 ( 281)  
 23 EPIDEMIOLOGY ----> 178 DISEASE-PREVAL CC 0 ( 267)  
 55 IMMUNODIAGNOSI ----> 83 ELISA CC 18 ( 254)  
 42 CHAGAS'-DISEAS ----> 190 IMMUNOFLUORESC CC 18 ( 225)  
 26 DISEASE-TRANSM ----> 233 CONTROL-PROGRA CC 0 ( 214)  
 26 DISEASE-TRANSM ----> 266 KNOWLEDGE CC 0 ( 214)  
 23 EPIDEMIOLOGY ----> 261 INTERVIEWS CC 0 ( 200)  
 23 EPIDEMIOLOGY ----> 266 KNOWLEDGE CC 0 ( 200)  
 23 EPIDEMIOLOGY ----> 295 RISK-FACTORS CC 0 ( 200)  
 55 IMMUNODIAGNOSI ----> 132 ANTIGENS CC 18 ( 200)  
 12 PARASITES ----> 106 ANTIMALARIALS CC 7 ( 189)  
 61 CLINICAL-ASPEC ----> 105 ANTIBODIES CC 0 ( 188)  
 42 CHAGAS'-DISEAS ----> 27 DISEASE-VECTOR CC 15 ( 179)  
 55 IMMUNODIAGNOSI ----> 105 ANTIBODIES CC 0 ( 167)  
 12 PARASITES ----> 76 ANTIPROTOZOAL- CC 7 ( 162)  
 12 PARASITES ----> 136 CHLOROQUINE CC 7 ( 145)  
 12 PARASITES ----> 147 HOST-PARASITE- CC 0 ( 145)  
 12 PARASITES ----> 63 DRUG-RESISTANC CC 7 ( 142)

Densidad: 34  
 Centralidad: 53

Suma de los vínculos externos:  
 Con  ${}_3C_7$  638  
 Con  ${}_3C_{15}$  925  
 Con  ${}_3C_{18}$  1374

#### Tema ${}_3C_2$ PLANT-DISEASECONTROL

14 PLANT-DISEASECONTROL ( 21)  
 3 PLANT -PATHOGENIC-FUNGI ( 44)  
 50 ANTAGONISM ( 9)  
 51 ANTAGONISTS ( 9)  
 11 BIOLOGICAL -CONTROL ( 24)  
 2 PLANT -DISEASES ( 67)  
 108 CHRYSANTHEMUMS ( 6)  
 1 PLANT -PATHOGENS ( 70)  
 9 BIOLOGICAL -CONTROL -AGENTS ( 25)  
 148 INOCULATION ( 5)

Número de temáticas: 10  
 Número de vínculos internos: 20

50 51 (1000) 1 2 ( 901) 9 11 ( 602) 1 3 ( 600)  
 2 3 ( 543) 50 148 ( 356) 51 148 ( 356) 11 50 ( 296)  
 11 51 ( 296) 14 3 ( 277) 14 51 ( 259) 14 50 ( 259)  
 14 11 ( 240) 14 2 ( 230) 9 50 ( 218) 9 51 ( 218)  
 14 108 ( 198) 14 1 ( 197) 14 9 ( 190) 14 148 ( 152)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 1 PLANT -PATHOGEN ----> 5 PLANT -PATHOLOG CC 4 ( 441)  
 2 PLANT -DISEASES ----> 5 PLANT -PATHOLOG CC 4 ( 411)  
 3 PLANT -PATHOGEN ----> 30 FUNGAL -DISEASE CC 0 ( 318)  
 3 PLANT -PATHOGEN ----> 5 PLANT -PATHOLOG CC 4 ( 262)

Densidad: 73  
 Centralidad: 14

Suma de los vínculos externos:  
 Con  ${}_3C_4$  1114

#### TEMA ${}_3C_3$ NATURAL-ENEMIES

17 NATURAL-ENEMIES ( 20)  
 70 PARASITOIDS ( 8)

4 AGRICULTURAL-ENTOMOLOGY ( 42)

78 BENEFICIAL-INSECTS ( 7)

87 HOSTS ( 7)

268 LONGEVITY ( 3)

289 PREDATORS ( 3)

84 ENTOMOPATHOGENS ( 7)

89 INSECT-CONTROL ( 7)

13 PLANT-PESTS ( 22)

Número de temáticas: 10

Número de vínculos internos: 20

17 70 ( 306) 70 78 ( 286) 70 87 ( 286) 17 4 ( 268)

17 78 ( 257) 17 87 ( 257) 4 70 ( 191) 84 87 ( 184)

4 84 ( 167) 4 87 ( 167) 13 89 ( 162) 17 289 ( 150)

17 268 ( 150) 4 78 ( 122) 17 84 ( 114) 17 89 ( 114)

17 13 ( 111) 4 13 ( 108) 13 78 ( 58) 4 89 ( 54)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

13 PLANT-PESTS —> 19 INSECT-PESTS CC 9 ( 612)

268 LONGEVITY —> 151 LIFEHISTORY CC 0 ( 600)

84 ENTOMOPATHOGEN —> 121 PATHOGENS CC 21 ( 595)

84 ENTOMOPATHOGEN —> 113 ENTOMOGENOUS-F CC 9 ( 381)

84 ENTOMOPATHOGEN —> 95 PATHOGENICITY CC 21 ( 327)

89 INSECT-CONTROL —> 31 PEST-CONTROL CC 9 ( 255)

89 INSECT-CONTROL —> 11 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 214)

87 HOSTS —> 121 PATHOGENS CC 21 ( 214)

78 BENEFICIAL-INS —> 37 VEGETABLES CC 6 ( 190)

89 INSECT-CONTROL —> 19 INSECT-PESTS CC 9 ( 188)

89 INSECT-CONTROL —> 16 CONTROL CC 9 ( 179)

4 AGRICULTURAL-E —> 16 CONTROL CC 9 ( 171)

17 NATURAL-ENEMIE —> 9 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 162)

4 AGRICULTURAL-E —> 121 PATHOGENS CC 21 ( 143)

89 INSECT-CONTROL —> 9 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 143)

268 LONGEVITY —> 9 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 120)

4 AGRICULTURAL-E —> 31 PEST-CONTROL CC 9 ( 109)

84 ENTOMOPATHOGEN —> 34 COFFEE CC 0 ( 107)

87 HOSTS —> 34 COFFEE CC 0 ( 107)

4 AGRICULTURAL-E —> 19 INSECT-PESTS CC 9 ( 102)

Densidad: 35

Centralidad: 73

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_3C_2$  1066

Con  ${}_3C_6$  622

Con  ${}_3C_9$  2793

Con  ${}_3C_{21}$  1577

TEMA  ${}_3C_4$  ORNAMENTAL-PLANTS

8 ORNAMENTAL-PLANTS ( 29)

5 PLANT-PATHOLOGY ( 42)

35 FLOWERS ( 12)

22 CARNATIONS ( 16)

153 ORNAMENTAL-HERBACEOUS-PLANTS ( 5)

62 CUT-FLOWERS ( 8)

56 IN-VITRO-CULTURE ( 9)

102 VARIETIES ( 7)

140 CULTURE-MEDIA ( 5)

152 MICROPROPAGATION ( 5)

Número de temáticas: 10

Número de vínculos internos: 18

56 140 ( 356) 8 5 ( 237) 8 35 ( 233) 62 153 ( 225)

8 22 ( 216) 56 152 ( 200) 8 153 ( 172) 8 62 ( 155)

35 153 ( 150) 22 102 ( 143) 8 56 ( 138) 8 102 ( 123)

5 102 ( 122) 8 140 ( 110) 8 152 ( 110) 5 22 ( 95)

35 56 ( 83) 5 35 ( 18)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

140 CULTURE-MEDIA ----> 169 BENZYLADENINE CC 16 ( 800)  
 140 CULTURE-MEDIA ----> 154 PLANT-GROWTH-R CC 16 ( 640)  
 140 CULTURE-MEDIA ----> 191 IN-VITRO-REGEN CC 0 ( 450)  
 5 PLANT -PATHOLOG ----> 1 PLANT -PATHOGEN CC 2 ( 441)  
 5 PLANT -PATHOLOG ----> 2 PLANT -DISEASES CC 2 ( 411)  
 5 PLANT -PATHOLOG ----> 3 PLANT -PATHOGEN CC 2 ( 262)  
 56 IN-VITRO-CULTU ----> 169 BENZYLADENINE CC 16 ( 250)  
 56 IN-VITRO-CULTU ----> 191 IN-VITRO-REGEN CC 0 ( 250)  
 22 CARNATIONS ----> 101 VARIETAL-REACT CC 0 ( 223)  
 22 CARNATIONS ----> 3 PLANT -PATHOGEN CC 2 ( 205)  
 22 CARNATIONS ----> 148 INOCULATION CC 2 ( 200)  
 56 IN-VITRO-CULTU ----> 154 PLANT-GROWTHR CC 16 ( 200)  
 22 CARNATIONS ----> 226 CALLUS CC 0 ( 188)  
 102 VARIETIES ----> 32 DISEASE-RESIST CC 9 ( 176)  
 22 CARNATIONS ----> 2 PLANT -DISEASES CC 2 ( 158)  
 22 CARNATIONS ----> 1 PLANT -PATHOGEN CC 2 ( 151)  
 22 CARNATIONS ----> 14 PLANT -DISEASE- CC 2 ( 146)  
 8 ORNAMENTAL-PLA ----> 108 CHRYSANTHEMUMS CC 2 ( 144)  
 5 PLANT -PATHOLOG ----> 14 PLANT -DISEASE- CC 2 ( 137)  
 8 ORNAMENTAL-PLA ----> 14 PLANT -DISEASE- CC 2 ( 133)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

Densidad: 28  
 Centralidad: 93

Suma de los vínculos externos:

Con<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 4118  
 Con<sub>3</sub>C<sub>6</sub> 94  
 Con<sub>3</sub>C<sub>7</sub> 32  
 Con<sub>3</sub>C<sub>8</sub> 326  
 Con<sub>3</sub>C<sub>9</sub> 449  
 Con<sub>3</sub>C<sub>10</sub> 73  
 Con<sub>3</sub>C<sub>13</sub> 201  
 Con<sub>3</sub>C<sub>14</sub> 188  
 Con<sub>3</sub>C<sub>16</sub> 2078  
 Con<sub>3</sub>C<sub>20</sub> 105

TEMA<sub>3</sub>C<sub>3</sub>FORAGE

28 FORAGE ( 14)  
 10 TROPICS ( 25)  
 114 FODDER-LEGUMES ( 6)  
 86 GRAZING ( 7)  
 170 BIOMASS ( 4)  
 200 NUTRITIVE-VALUE ( 4)  
 135 BIOMASS-PRODUCTION ( 5)  
 115 FODDER-PLANTS ( 6)  
 125 PLANT-NUTRITION ( 6)  
 91 LEGUMES ( 7)

Número de temáticas: 10

Número de vínculos internos: 17

91 114 ( 381) 10 114 ( 240) 28 10 ( 231) 28 114 ( 191)  
 28 86 ( 163) 28 170 ( 161) 28 200 ( 161) 28 135 ( 129)  
 28 115 ( 107) 28 125 ( 107) 10 115 ( 107) 10 125 ( 107)  
 28 91 ( 92) 10 91 ( 91) 10 170 ( 90) 10 200 ( 90)  
 10 86 ( 51)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

125 PLANT-NUTRITIO ----> 279 NUTRIENT -UPTAK CC 0 ( 500)  
 115 FODDER-PLANTS ----> 199 MULTIPURPOSE-T CC 0 ( 375)  
 125 PLANT-NUTRITIO ----> 71 PHOSPHORUS CC 12 ( 333)  
 170 BIOMASS ----> 45 PASTURES CC 11 ( 225)  
 10 TROPICS ----> 181 ECOSYSTEMS CC 0 ( 160)  
 86 GRAZING ----> 45 PASTURES CC 11 ( 129)  
 91 LEGUMES ----> 47 SEED-PRODUCTIO CC 22 ( 129)  
 10 TROPICS ----> 270 MILK-YIELD CC 0 ( 120)  
 10 TROPICS ----> 279 NUTRIENT-UPTAK CC 0 ( 120)  
 10 TROPICS ----> 185 FEEDING CC 0 ( 90)  
 10 TROPICS ----> 199 MULTIPURPOSE-T CC 0 ( 90)  
 10 TROPICS ----> 138 COWS CC 0 ( 72)  
 28 FORAGE ----> 45 PASTURES CC 11 ( 64)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

10 TROPICS ----> 65 GERMPPLASM CC 23 ( 45)  
 10 TROPICS ----> 71 PHOSPHORUS CC 12 ( 45)  
 10 TROPICS ----> 72 PLANT-BREEDING CC 0 ( 45)  
 10 TROPICS ----> 54 GROWTH CC 0 ( 40)  
 10 TROPICS ----> 45 PASTURES CC 11 ( 36)  
 10 TROPICS ----> 47 SEED-PRODUCTIO CC 22 ( 36)  
 10 TROPICS ----> 38 FORESTS CC 11 ( 33)

Densidad: 24

Centralidad: 27

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_3C_{11}$  487  
 Con  ${}_3C_{12}$  378  
 Con  ${}_3C_{22}$  165  
 Con  ${}_3C_{23}$  45

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_3C_6$ FRUITS

7 FRUITS ( 31)  
 29 FRUIT-CROPS ( 14)  
 75 TOMATOES ( 8)  
 126 QUALITY ( 6)  
 77 BANANAS ( 7)  
 103 YIELD-COMPONENTS ( 7)  
 202 PARASITISM ( 4)  
 130 TAMARILLOS ( 6)  
 37 VEGETABLES ( 12)  
 58 TEMPERATURE ( 9)

Número de temáticas: 10

Número de vínculos internos: 14

7 29 ( 452) 103 126 ( 214) 37 75 ( 167) 29 202 ( 161)  
 29 130 ( 107) 7 75 ( 101) 29 77 ( 92) 7 126 ( 86)  
 7 103 ( 74) 7 77 ( 74) 7 202 ( 73) 7 130 ( 48)  
 7 37 ( 43) 7 58 ( 32)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

126 QUALITY ----> 254 GROWTHPERIOD CC 0 ( 500)  
 126 QUALITY ----> 255 HABIT CC 0 ( 500)  
 37 VEGETABLES ----> 78 BENEFICIAL-INS CC 3 ( 190)  
 202 PARASITISM ----> 19 INSECT-PESTS CC 9 ( 119)  
 202 PARASITISM ----> 13 PLANT-PESTS CC 3 ( 102)  
 29 FRUIT-CROPS ----> 70 PARASITOIDS CC 3 ( 80)  
 37 VEGETABLES ----> 46 ROOT-CROPS CC 9 ( 75)  
 37 VEGETABLES ----> 19 INSECT-PESTS CC 9 ( 70)  
 37 VEGETABLES ----> 17 NATURAL-ENEMIE CC 3 ( 67)  
 7 FRUITS ----> 70 PARASITOIDS CC 3 ( 65)  
 37 VEGETABLES ----> 13 PLANT-PESTS CC 3 ( 61)  
 29 FRUIT-CROPS ----> 19 INSECT-PESTS CC 9 ( 60)  
 75 TOMATOES ----> 19 INSECT-PESTS CC 9 ( 59)  
 29 FRUIT-CROPS ----> 17 NATURAL-ENEMIE CC 3 ( 57)  
 202 PARASITISM ----> 4 AGRICULTURAL-E CC 3 ( 54)  
 29 FRUIT-CROPS ----> 13 PLANT-PESTS CC 3 ( 52)  
 75 TOMATOES ----> 13 PLANT-PESTS CC 3 ( 51)  
 37 VEGETABLES ----> 4 AGRICULTURAL-E CC 3 ( 50)  
 29 FRUIT-CROPS ----> 4 AGRICULTURAL-E CC 3 ( 43)  
 29 FRUIT-CROPS ----> 5 PLANT-PATHOLOG CC 4 ( 43)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

Densidad: 17

Centralidad: 27

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_3C_2$  184  
 Con  ${}_3C_3$  973

Con  ${}_3C_4$  94  
 Con  ${}_3C_9$  425  
 Con  ${}_3C_{22}$  30

TEMA  ${}_3C_7$  DRUG-RESISTANCE

63 DRUG-RESISTANCE ( 8)  
 76 ANTIPROTOZOAL-AGENTS ( 7)  
 106 ANTIMALARIALS ( 6)  
 136 CHLOROQUINE ( 5)  
 291 PYRIMETHAMINE ( 3)  
 309 SULFADOXINE ( 3)  
 64 GENES ( 8)  
 49 TECHNIQUES ( 10)  
 36 MOLECULAR-GENETICS ( 12)

Número de temáticas: 9

Número de vínculos internos: 20

291 309 (1000) 63 76 ( 875) 76 106 ( 857) 63 106 ( 750)  
 106 136 ( 533) 106 291 ( 500) 106 309 ( 500) 76 136 ( 457)  
 76 291 ( 429) 76 309 ( 429) 63 136 ( 400) 63 291 ( 375)  
 63 309 ( 375) 64 106 ( 333) 64 76 ( 286) 63 64 ( 250)  
 64 136 ( 225) 36 64 ( 167) 63 49 ( 113) 63 36 ( 94)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

49 TECHNIQUES —> 110 DETECTION CC 10 ( 417)  
 106 ANTIMALARIALS —> 12 PARASITES CC 1 ( 189)

Densidad: 99

Centralidad: 6

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_3C_1$  189  
 Con  ${}_3C_{10}$  417

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_3C_8$  SUGARCANE

20 SUGARCANE ( 19)  
 171 BURNING ( 4)  
 175 CROP-PRODUCTION ( 4)  
 228 CLIMATIC -FACTORS ( 3)  
 109 CROP-MANAGEMENT ( 6)  
 117 HARVESTING ( 6)  
 18 CULTIVARS ( 19)  
 160 SUGAR -INDUSTRY ( 5)  
 57 SUCROSE ( 9)

Número de temáticas: 9

Número de vínculos internos: 9

57 171 ( 250) 20 175 ( 211) 20 171 ( 211) 20 228 ( 158)  
 20 117 ( 140) 20 109 ( 140) 20 18 ( 136) 20 160 ( 95)  
 20 57 ( 53)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

18 CULTIVARS —> 217 VARIETY-TRIALS CC 0 ( 119)  
 57 SUCROSE —> 56 IN-VITRO-CULTU CC 4 ( 111)  
 18 CULTIVARS —> 102 VARIETIES CC 4 ( 68)  
 18 CULTIVARS —> 32 DISEASE-RESIST CC 9 ( 65)  
 18 CULTIVARS —> 14 PLANT-DISEASE CC 2 ( 63)  
 18 CULTIVARS —> 22 CARNATIONS CC 4 ( 53)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

18 CULTIVARS —> 2 PLANT-DISEASES CC 2 ( 38)  
 18 CULTIVARS —> 1 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 37)  
 57 SUCROSE —> 8 ORNAMENTAL-PLA CC 4 ( 34)  
 18 CULTIVARS —> 5 PLANT-PATHOLOG CC 4 ( 31)  
 18 CULTIVARS —> 8 ORNAMENTAL-PLA CC 4 ( 29)

18 CULTIVARS ----> 11 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 20)  
 18 CULTIVARS ----> 3 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 19)  
 18 CULTIVARS ----> 9 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 19)

Densidad: 15  
 Centralidad: 7

Suma de los vínculos externos:  
 Con  ${}_3C_2$  196  
 Con  ${}_3C_4$  326  
 Con  ${}_3C_9$  65

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_3C_9$  CONTROL

16 CONTROL ( 20)  
 31 PEST-CONTROL ( 14)  
 24 EVALUATION ( 15)  
 46 ROOT -CROPS ( 10)  
 113 ENTOMOGENOUS -FUNGI ( 6)  
 19 INSECT-PESTS ( 19)  
 32 DISEASE-RESISTANCE ( 13)

Número de temáticas: 7  
 Número de vínculos internos: 8

16 31 ( 229) 24 113 ( 100) 19 31 ( 94) 16 24 ( 83)  
 16 46 ( 80) 16 113 ( 75) 16 19 ( 66) 16 32 ( 35)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 19 INSECT-PESTS ----> 13 PLANT-PESTS CC 3 ( 612)  
 46 ROOT -CROPS ----> 33 CASSAVA CC 0 ( 408)  
 113 ENTOMOGENOUS -F ----> 84 ENTOMOPATHOGEN CC 3 ( 381)  
 32 DISEASE-RESIST ----> 101 VARIETAL-REACT CC 0 ( 275)  
 31 PEST-CONTROL ----> 89 INSECT-CONTROL CC 3 ( 255)  
 113 ENTOMOGENOUS -F ----> 121 PATHOGENS CC 21 ( 250)  
 113 ENTOMOGENOUS -F ----> 95 PATHOGENICITY CC 21 ( 214)  
 32 DISEASE-RESIST ----> 48 SUSCEPTIBILITY CC 0 ( 192)  
 19 INSECT-PESTS ----> 89 INSECT-CONTROL CC 3 ( 188)  
 113 ENTOMOGENOUS -F ----> 69 MORTALITY CC 21 ( 188)  
 16 CONTROL ----> 89 INSECT-CONTROL CC 3 ( 179)  
 32 DISEASE-RESIST ----> 102 VARIETIES CC 4 ( 176)  
 113 ENTOMOGENOUS -F ----> 11 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 174)  
 16 CONTROL ----> 4 AGRICULTURAL-E CC 3 ( 171)  
 24 EVALUATION ----> 95 PATHOGENICITY CC 21 ( 152)  
 32 DISEASE-RESIST ----> 3 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 142)  
 32 DISEASE-RESIST ----> 2 PLANT-DISEASES CC 2 ( 139)  
 32 DISEASE-RESIST ----> 1 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 133)  
 24 EVALUATION ----> 69 MORTALITY CC 21 ( 133)  
 31 PEST-CONTROL ----> 133 ARTHROPOD-PEST CC 0 ( 129)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

Densidad: 10  
 Centralidad: 73

Suma de los vínculos externos:  
 Con  ${}_3C_2$  1416  
 Con  ${}_3C_3$  2823  
 Con  ${}_3C_4$  449  
 Con  ${}_3C_6$  425  
 Con  ${}_3C_8$  65  
 Con  ${}_3C_{13}$  46  
 Con  ${}_3C_{21}$  937  
 Con  ${}_3C_{23}$  75

TEMA  ${}_3C_{10}$  POLYMERASECHAIN-REACTION

39 POLYMERASECHAIN-REACTION ( 11)  
 240 DNA-AMPLIFICATION ( 3)

81 DNA ( 7)  
 110 DETECTION ( 6)  
 112 DIAGNOSTIC-TECHNIQUES ( 6)  
 52 DIAGNOSIS ( 9)

Número de temáticas: 6  
 Número de vínculos internos: 5

39 240 ( 273) 39 81 ( 208) 39 110 ( 136) 39 112 ( 136)  
 39 52 ( 91)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 110 DETECTION ----> 49 TECHNIQUES CC 7 ( 417)  
 52 DIAGNOSIS ----> 105 ANTIBODIES CC 0 ( 167)  
 39 POLYMERASE-CHA ----> 36 MOLECULAR-GENE CC 7 ( 121)  
 81 DNA ----> 36 MOLECULAR-GENE CC 7 ( 107)  
 39 POLYMERASE-CHA ----> 64 GENES CC 7 ( 102)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 39 POLYMERASE-CHA ----> 49 TECHNIQUES CC 7 ( 82)  
 81 DNA ----> 5 PLANT-PATHOLOG CC 4 ( 54)  
 52 DIAGNOSIS ----> 6 HUMAN-DISEASES CC 1 ( 54)  
 81 DNA ----> 1 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 51)  
 52 DIAGNOSIS ----> 12 PARASITES CC 1 ( 45)  
 81 DNA ----> 2 PLANT-DISEASES CC 2 ( 34)  
 39 POLYMERASE-CHA ----> 5 PLANT-PATHOLOG CC 4 ( 19)  
 39 POLYMERASE-CHA ----> 1 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 12)  
 39 POLYMERASE-CHA ----> 2 PLANT-DISEASES CC 2 ( 12)

Densidad: 14  
 Centralidad: 12

Suma de los vínculos externos:  
 Con  ${}_3C_1$  99  
 Con  ${}_3C_2$  109  
 Con  ${}_3C_4$  73  
 Con  ${}_3C_7$  829

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_3C_{11}$  FORESTS

38 FORESTS ( 11)  
 179 DIVERSITY ( 4)  
 145 HABITATS ( 5)  
 161 TROPICAL-FORESTS ( 5)  
 82 ECOLOGY ( 7)  
 45 PASTURES ( 10)

Número de temáticas: 6  
 Número de vínculos internos: 6

38 179 ( 364) 82 145 ( 257) 38 161 ( 164) 38 145 ( 164)  
 38 82 ( 117) 38 45 ( 82)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 145 HABITATS ----> 144 FOREST-TREES CC 0 ( 360)  
 45 PASTURES ----> 164 ACID-SOILS CC 0 ( 225)  
 45 PASTURES ----> 170 BIOMASS CC 5 ( 225)  
 45 PASTURES ----> 196 MANURES CC 0 ( 225)  
 45 PASTURES ----> 40 SOIL CC 0 ( 146)  
 45 PASTURES ----> 86 GRAZING CC 5 ( 129)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 45 PASTURES ----> 28 FORAGE CC 5 ( 64)  
 45 PASTURES ----> 10 TROPICS CC 5 ( 36)  
 38 FORESTS ----> 10 TROPICS CC 5 ( 33)  
 82 ECOLOGY ----> 4 AGRICULTURAL-E CC 3 ( 31)  
 38 FORESTS ----> 4 AGRICULTURAL-E CC 3 ( 19)

Densidad: 19  
 Centralidad: 14

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_3C_3$  50  
 Con  ${}_3C_5$  487

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_3C_{12}$  PHOSPHORUS

71 PHOSPHORUS ( 8)  
 272 MINERAL-NUTRITION ( 3)  
 93 NITROGEN ( 7)  
 94 NUTRIENTS ( 7)

98 POTASSIUM ( 7)

Número de temáticas: 5

Número de vínculos internos: 6

71 272 ( 375) 93 94 ( 327) 93 98 ( 327) 71 93 ( 286)  
 71 94 ( 286) 71 98 ( 161)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

71 PHOSPHORUS ----> 125 PLANT-NUTRITIO CC 5 ( 333)  
 98 POTASSIUM ----> 195 MAGNESIUM CC 0 ( 322)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

71 PHOSPHORUS ----> 10 TROPICS CC 5 ( 45)

Densidad: 35

Centralidad: 7

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_3C_5$  378

TEMA  ${}_3C_{13}$  TAXONOMY

15 TAXONOMY ( 21)  
 96 PLANT-MORPHOLOGY ( 7)  
 265 KEYS ( 3)  
 277 NOMENCLATURE ( 3)  
 25 PLANT-PATHOGENIC-BACTERIA ( 15)

Número de temáticas: 5

Número de vínculos internos: 5

25 277 ( 200) 15 96 ( 170) 15 277 ( 143) 15 265 ( 143)  
 15 25 ( 79)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

25 PLANT-PATHOGEN ----> 1 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 214)  
 25 PLANT-PATHOGEN ----> 2 PLANT-DISEASES CC 2 ( 195)  
 25 PLANT-PATHOGEN ----> 5 PLANT-PATHOLOG CC 4 ( 102)  
 25 PLANT-PATHOGEN ----> 33 CASSAVA CC 0 ( 89)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

277 NOMENCLATURE ----> 5 PLANT-PATHOLOG CC 4 ( 71)  
 25 PLANT-PATHOGEN ----> 32 DISEASE-RESIST CC 9 ( 46)  
 15 TAXONOMY ----> 1 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 44)  
 277 NOMENCLATURE ----> 1 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 43)  
 15 TAXONOMY ----> 5 PLANT-PATHOLOG CC 4 ( 28)  
 15 TAXONOMY ----> 2 PLANT-DISEASES CC 2 ( 18)  
 25 PLANT-PATHOGEN ----> 3 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 14)  
 15 TAXONOMY ----> 3 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 10)

Densidad: 14

Centralidad: 8

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_3C_2$  538  
 Con  ${}_3C_4$  201  
 Con  ${}_3C_9$  46



TEMA  ${}_3C_{14}$  CHEMICAL-CONTROL

43 CHEMICAL-CONTROL ( 10)  
 188 FUNGICIDES ( 4)  
 192 INSECTICIDES ( 4)  
 124 PLANT-EXTRACTS ( 6)

Número de temáticas: 4

Número de vínculos internos: 3

43 188 ( 225) 43 192 ( 225) 43 124 ( 150)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

43 CHEMICAL-CONTR ----> 14 PLANT-DISEASE- CC 2 ( 119)  
 188 FUNGICIDES ----> 14 PLANT -DISEASE- CC 2 ( 107)  
 188 FUNGICIDES ----> 5 PLANT -PATHOLOG CC 4 ( 95)  
 188 FUNGICIDES ----> 3 PLANT -PATHOGEN CC 2 ( 91)  
 43 CHEMICAL-CONTR ----> 3 PLANT -PATHOGEN CC 2 ( 57)  
 43 CHEMICAL-CONTR ----> 8 ORNAMENTAL-PLA CC 4 ( 55)  
 43 CHEMICAL-CONTR ----> 5 PLANT -PATHOLOG CC 4 ( 38)  
 43 CHEMICAL-CONTR ----> 11 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 38)  
 43 CHEMICAL-CONTR ----> 9 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 36)  
 188 FUNGICIDES ----> 2 PLANT -DISEASES CC 2 ( 34)  
 188 FUNGICIDES ----> 1 PLANT -PATHOGEN CC 2 ( 32)  
 43 CHEMICAL-CONTR ----> 2 PLANT -DISEASES CC 2 ( 24)  
 43 CHEMICAL-CONTR ----> 1 PLANT -PATHOGEN CC 2 ( 23)

Densidad: 15

Centralidad: 7

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_3C_2$  561

Con  ${}_3C_4$  188

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_3C_{15}$  DISEASE-VECTORS

27 DISEASE-VECTORS ( 14)  
 149 LEISHMANIASIS ( 5)  
 74 REVIEWS ( 8)  
 41 SURVEYS ( 11)

Número de temáticas: 4

Número de vínculos internos: 3

27 149 ( 129) 27 74 ( 80) 27 41 ( 58)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

27 DISEASE-VECTOR ----> 26 DISEASE-TRANSM CC 1 ( 510)  
 27 DISEASE-VECTOR ----> 42 CHAGAS'-DISEAS CC 1 ( 179)  
 41 SURVEYS ----> 131 VIRAL-DISEASES CC 0 ( 136)  
 27 DISEASE-VECTOR ----> 23 EPIDEMIOLOGY CC 1 ( 119)  
 27 DISEASE-VECTOR ----> 12 PARASITES CC 1 ( 117)  
 149 LEISHMANIASIS ----> 6 HUMAN-DISEASES CC 1 ( 97)  
 27 DISEASE-VECTOR ----> 6 HUMAN-DISEASES CC 1 ( 78)  
 74 REVIEWS ----> 23 EPIDEMIOLOGY CC 1 ( 75)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

74 REVIEWS ----> 12 PARASITES CC 1 ( 51)  
 41 SURVEYS ----> 2 PLANT-DISEASES CC 2 ( 34)  
 41 SURVEYS ----> 1 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 32)  
 27 DISEASE-VECTOR ----> 2 PLANT -DISEASES CC 2 ( 10)  
 27 DISEASE-VECTOR ----> 1 PLANT -PATHOGEN CC 2 ( 9)

Densidad: 6

Centralidad: 14

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_3C_1$  1226

Con  ${}_3C_2$  85

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_3C_{16}$  PLANT-GROWTHREGULATORS

154 PLANT-GROWTH-REGULATORS ( 5)  
 169 BENZYLADENINE ( 4)  
 274 NAA ( 3)

Número de temáticas: 3  
 Número de vínculos internos: 2

154 169 ( 800) 154 274 ( 600)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 169 BENZYLADENINE ----> 140 CULTURE-MEDIA CC 4 ( 800)  
 154 PLANT-GROWTH-R ----> 140 CULTURE-MEDIA CC 4 ( 640)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 169 BENZYLADENINE ----> 56 IN-VITRO-CULTU CC 4 ( 250)  
 154 PLANT-GROWTH-R ----> 56 IN-VITRO-CULTU CC 4 ( 200)  
 154 PLANT-GROWTH-R ----> 8 ORNAMENTAL-PLA CC 4 ( 110)  
 169 BENZYLADENINE ----> 8 ORNAMENTAL-PLA CC 4 ( 78)

Densidad: 46  
 Centralidad: 20

Suma de los vínculos externos:  
 Con  ${}_3C_4$  2078

TEMA  ${}_3C_{17}$  GENETIC-VARIATION

44 GENETIC-VARIATION ( 10)  
 248 GENETIC-DIVERSITY ( 3)  
 287 POPULATION-GENETICS ( 3)

Número de temáticas: 3  
 Número de vínculos internos: 2

44 248 ( 300) 44 287 ( 300)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 248 GENETIC-DIVERS ----> 1 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 43)  
 44 GENETIC-VARIAT ----> 1 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 23)  
 44 GENETIC-VARIAT ----> 2 PLANT-DISEASES CC 2 ( 13)

Densidad: 20  
 Centralidad: 0

Suma de los vínculos externos:  
 Con  ${}_3C_2$  79

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_3C_{18}$  ELISA

83 ELISA ( 7)  
 190 IMMUNOFLUORESCENCE ( 4)  
 132 ANTIGENS ( 5)

Número de temáticas: 3  
 Número de vínculos internos: 2

83 190 ( 322) 83 132 ( 257)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 190 IMMUNOFLUORESC ----> 55 IMMUNODIAGNOSI CC 1 ( 445)  
 132 ANTIGENS ----> 105 ANTIBODIES CC 0 ( 300)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

83 ELISA → 55 IMMUNODIAGNOSI CC 1 ( 254)  
 190 IMMUNOFLUORESC → 42 CHAGAS'-DISEAS CC 1 ( 225)  
 132 ANTIGENS → 55 IMMUNODIAGNOSI CC 1 ( 200)  
 83 ELISA → 42 CHAGAS'-DISEAS CC 1 ( 129)  
 190 IMMUNOFLUORESC → 6 HUMAN-DISEASES CC 1 ( 121)  
 83 ELISA → 6 HUMAN-DISEASES CC 1 ( 69)  
 132 ANTIGENS → 6 HUMAN-DISEASES CC 1 ( 55)  
 83 ELISA → 2 PLANT-DISEASES CC 2 ( 19)  
 83 ELISA → 1 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 18)

Densidad: 19

Centralidad: 18

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_3C_1$  1498

Con  ${}_3C_2$  37

TEMA  ${}_3C_{19}$  LEAVES

67 LEAVES ( 8)  
 313 TREES ( 3)  
 123 PLANT-COMPOSITION ( 6)

Número de temáticas: 3

Número de vínculos internos: 2

67 313 ( 375) 67 123 ( 188)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

123 PLANT-COMPOSIT → 107 CHEMICAL-COMPO CC 0 ( 250)

Densidad: 18

Centralidad: 2

Suma de los vínculos externos:

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_3C_{20}$  CEREALS

59 CEREALS ( 8)  
 158 RICE ( 5)  
 92 MAIZE ( 7)

Número de temáticas: 3

Número de vínculos internos: 2

59 158 ( 400) 59 92 ( 161)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

59 CEREALS → 5 PLANT-PATHOLOG CC 4 ( 74)  
 59 CEREALS → 2 PLANT-DISEASES CC 2 ( 47)  
 59 CEREALS → 1 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 45)  
 92 MAIZE → 2 PLANT -DISEASES CC 2 ( 34)  
 92 MAIZE → 1 PLANT -PATHOGEN CC 2 ( 33)  
 92 MAIZE → 5 PLANT -PATHOLOG CC 4 ( 31)  
 158 RICE → 2 PLANT-DISEASES CC 2 ( 27)  
 158 RICE → 1 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 26)

Densidad: 18

Centralidad: 3

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_3C_2$  212

Con  ${}_3C_4$  105

TEMA <sub>3</sub>C<sub>21</sub> PATHOGENICITY

95 PATHOGENICITY ( 7)  
 121 PATHOGENS ( 6)  
 69 MORTALITY ( 8)

Número de temáticas: 3

Número de vínculos internos: 2

95 121 ( 214) 95 69 ( 161)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

121 PATHOGENS ----> 84 ENTOMOPATHOGEN CC 3 ( 595)  
 95 PATHOGENICITY ----> 84 ENTOMOPATHOGEN CC 3 ( 327)  
 121 PATHOGENS ----> 113 ENTOMOGENOUS-F CC 9 ( 250)  
 121 PATHOGENS ----> 87 HOSTS CC 3 ( 214)  
 95 PATHOGENICITY ----> 113 ENTOMOGENOUS-F CC 9 ( 214)  
 69 MORTALITY ----> 113 ENTOMOGENOUS-F CC 9 ( 188)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

95 PATHOGENICITY ----> 24 EVALUATION CC 9 ( 152)  
 121 PATHOGENS ----> 4 AGRICULTURAL-E CC 3 ( 143)  
 69 MORTALITY ----> 24 EVALUATION CC 9 ( 133)  
 121 PATHOGENS ----> 34 COFFEE CC 0 ( 125)  
 95 PATHOGENICITY ----> 4 AGRICULTURAL-E CC 3 ( 85)  
 121 PATHOGENS ----> 17 NATURAL-ENEMIE CC 3 ( 75)  
 69 MORTALITY ----> 4 AGRICULTURAL-E CC 3 ( 74)  
 95 PATHOGENICITY ----> 17 NATURAL-ENEMIE CC 3 ( 64)  
 121 PATHOGENS ----> 11 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 63)  
 121 PATHOGENS ----> 9 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 60)  
 95 PATHOGENICITY ----> 11 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 54)  
 95 PATHOGENICITY ----> 9 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 51)  
 69 MORTALITY ----> 11 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 47)  
 69 MORTALITY ----> 9 BIOLOGICAL-CON CC 2 ( 45)

Densidad: 12

Centralidad: 29

Suma de los vínculos externos:

Con <sub>3</sub>C<sub>2</sub> 320  
 Con <sub>3</sub>C<sub>3</sub> 1577  
 Con <sub>3</sub>C<sub>9</sub> 937

TEMA <sub>3</sub>C<sub>22</sub> SEED-PRODUCTION

47 SEED-PRODUCTION ( 10)  
 298 SEED-CROPS ( 3)  
 21 SEEDS ( 17)

Número de temáticas: 3

Número de vínculos internos: 2

47 298 ( 300) 47 21 ( 147)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

47 SEED-PRODUCTIO ----> 91 LEGUMES CC 5 ( 129)  
 47 SEED-PRODUCTIO ----> 10 TROPICS CC 5 ( 36)  
 21 SEEDS ----> 7 FRUITS CC 6 ( 30)  
 21 SEEDS ----> 1 PLANT-PATHOGEN CC 2 ( 8)  
 21 SEEDS ----> 2 PLANT-DISEASES CC 2 ( 8)

Densidad: 14

Centralidad: 2

Suma de los vínculos externos:

Con <sub>3</sub>C<sub>2</sub> 16  
 Con <sub>3</sub>C<sub>5</sub> 165  
 Con <sub>3</sub>C<sub>6</sub> 30

TEMA  $_3C_{23}$  PLANT-GENETIC-RESOURCES

73 PLANT-GENETIC-RESOURCES ( 8)  
 162 WILD-RELATIVES ( 5)  
 65 GERMPLASM ( 8)

Número de temáticas: 3  
 Número de vínculos internos: 2

73 162 ( 400) 73 65 ( 141)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 65 GERMPLASM ----> 33 CASSAVA CC 0 ( 94)  
 65 GERMPLASM ----> 24 EVALUATION CC 9 ( 75)  
 65 GERMPLASM ----> 10 TROPICS CC 5 ( 45)

Densidad: 18  
 Centralidad: 2

Suma de los vínculos externos:  
 Con  $_3C_5$  45  
 Con  $_3C_9$  75

**Estructura de la red de temas derivados del corpus DE2000**

Conjunto  $C_4$  de temas ubicados a partir de los documentos integrados en la base CAB durante el año 2000

$C_4 = \{ {}_4C_i : i= 1, 2, \dots, 12 \}$

Número máximo de temáticas (descriptores) por tema : 10  
 Número mínimo de temáticas (descriptores) por tema : 3

Tema  $_4C_1$  ERYTHROCYTES

37 ERYTHROCYTES ( 7)  
 47 PEPTIDES ( 7)  
 69 CELL-INVASION ( 5)  
 93 BINDING-PROTEINS ( 4)  
 109 HOST-PARASITE-RELATIONSHIPS ( 4)  
 44 MEROZOITES ( 7)  
 92 BINDING ( 4)  
 26 ANTIGENS ( 8)  
 65 BIOCHEMISTRY ( 5)  
 46 NUCLEOTIDE-SEQUENCES ( 7)

Número de temáticas: 10  
 Número de vínculos internos: 20

69 109 ( 800) 37 47 ( 735) 37 69 ( 714) 44 69 ( 714)  
 37 93 ( 572) 37 109 ( 572) 44 109 ( 572) 93 109 ( 563)  
 37 44 ( 510) 47 69 ( 457) 69 93 ( 450) 26 47 ( 446)  
 44 46 ( 327) 44 47 ( 327) 37 92 ( 322) 44 93 ( 322)  
 46 109 ( 322) 37 26 ( 286) 37 65 ( 257) 37 46 ( 184)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 47 PEPTIDES ----> 232 SURFACE-ANTIGEN CC 0 ( 429)  
 26 ANTIGENS ----> 232 SURFACE-ANTIGEN CC 0 ( 375)  
 44 MEROZOITES ----> 128 PROTEINS CC 0 ( 322)

Centralidad: 94  
 Densidad: 11

Suma de los vínculos externos:

\*\*\*\*\*

TEMA  $_4C_2$  HUMAN-DISEASES

3 HUMAN-DISEASES ( 26)  
 72 DIAGNOSIS ( 5)  
 77 INFECTIONS ( 5)  
 83 REVIEWS ( 5)  
 152 CASE-REPORTS ( 3)  
 154 CLINICAL-ASPECTS ( 3)

160 DRUG-THERAPY ( 3)  
 161 DWELLINGS ( 3)  
 184 IMMUNIZATION ( 3)  
 36 EPIDEMIOLOGY ( 7)

Número de temáticas: 10  
 Número de vínculos internos: 11

72 152 ( 600) 77 154 ( 600) 3 72 ( 192) 3 77 ( 123)  
 3 83 ( 123) 3 160 ( 115) 3 161 ( 115) 3 184 ( 115)  
 3 152 ( 115) 3 154 ( 115) 3 36 ( 88)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

77 INFECTIONS ----> 117 PARACOCCIDIOID CC 0 ( 800)  
 161 DWELLINGS ----> 97 CHAGAS'-DISEAS CC 0 ( 750)  
 184 IMMUNIZATION ----> 139 VACCINATION CC 0 ( 750)  
 77 INFECTIONS ----> 179 GRANULOMA CC 0 ( 600)  
 36 EPIDEMIOLOGY ----> 97 CHAGAS'-DISEAS CC 0 ( 322)  
 161 DWELLINGS ----> 17 DISEASEVECTOR CC 7 ( 273)  
 36 EPIDEMIOLOGY ----> 17 DISEASE-VECTOR CC 7 ( 117)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

3 HUMAN-DISEASES ----> 97 CHAGAS'-DISEAS CC 0 ( 87)  
 3 HUMAN-DISEASES ----> 101 DIAGNOSTIC-TEC CC 0 ( 87)  
 3 HUMAN-DISEASES ----> 103 DISEASE-PREVAL CC 0 ( 87)  
 3 HUMAN-DISEASES ----> 112 IMMUNE-RESPONS CC 0 ( 87)  
 3 HUMAN-DISEASES ----> 117 PARACOCCIDIOID CC 0 ( 87)  
 3 HUMAN-DISEASES ----> 119 PATHOLOGY CC 0 ( 87)  
 3 HUMAN-DISEASES ----> 139 VACCINATION CC 0 ( 87)  
 3 HUMAN-DISEASES ----> 53 DISEASETRANSM CC 0 ( 58)  
 3 HUMAN-DISEASES ----> 10 PARASITES CC 0 ( 44)  
 3 HUMAN-DISEASES ----> 17 DISEASEVECTOR CC 7 ( 31)

Centralidad: 23  
 Densidad: 43

Suma de los vínculos externos:  
 Con  $C_7$  421

\*\*\*\*\*

TEMA  $C_3$ CASSAVA

7 CASSAVA ( 19)  
 31 ROOT -CROPS ( 8)  
 58 PLANT-PATHOGENIC-BACTERIA ( 6)  
 151 BIOTECHNOLOGY ( 3)  
 206 MULCHES ( 3)  
 207 MULCHING ( 3)  
 123 PLOUGHING ( 4)  
 125 POTASSIUM-FERTILIZERS ( 4)  
 1 PLANT -PATHOGENS ( 35)  
 15 DISEASE-RESISTANCE ( 12)

Número de temáticas: 10  
 Número de vínculos internos: 17

206 207 (1000) 123 206 ( 750) 123 207 ( 750) 7 31 ( 421)  
 31 151 ( 375) 1 15 ( 288) 7 58 ( 219) 1 58 ( 172)  
 7 151 ( 158) 7 206 ( 158) 7 207 ( 158) 7 123 ( 119)  
 7 125 ( 119) 15 31 ( 94) 7 1 ( 74) 7 15 ( 70)  
 1 31 ( 57)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

1 PLANT -PATHOGEN ----> 4 PLANT -PATHOGEN CC 5 ( 629)  
 1 PLANT -PATHOGEN ----> 2 PLANT -DISEASES CC 5 ( 616)  
 125 POTASSIUM-FERT ----> 79 PHOSPHORUS -FER CC 0 ( 450)  
 15 DISEASE-RESIST ----> 2 PLANT-DISEASES CC 5 ( 348)  
 15 DISEASE-RESIST ----> 14 FUNGAL-DISEASE CC 4 ( 314)  
 1 PLANT -PATHOGEN ----> 14 FUNGAL-DISEASE CC 4 ( 266)  
 123 PLOUGHING ----> 9 CROP-YIELD CC 6 ( 250)  
 206 MULCHES ----> 9 CROP-YIELD CC 6 ( 188)  
 207 MULCHING ----> 9 CROP-YIELD CC 6 ( 188)  
 15 DISEASE-RESIST ----> 4 PLANT-PATHOGEN CC 5 ( 186)  
 58 PLANT-PATHOGEN ----> 2 PLANT-DISEASES CC 5 ( 144)

1 PLANT-PATHOGEN ----> 148 ANTIFUNGAL-PRO CC 0 ( 86)  
 15 DISEASE-RESIST ----> 22 CULTIVARS CC 5 ( 83)  
 1 PLANT-PATHOGEN ----> 57 PATHOGENICITY CC 5 ( 76)  
 7 CASSAVA ----> 42 GERMPASM CC 5 ( 68)  
 7 CASSAVA ----> 2 PLANT-DISEASES CC 5 ( 65)  
 1 PLANT-PATHOGEN ----> 122 PLANT-DISEASE-CC 5 ( 64)  
 1 PLANT-PATHOGEN ----> 28 CHEMICAL-CONTR CC 5 ( 57)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

7 CASSAVA ----> 22 CULTIVARS CC 5 ( 53)  
 1 PLANT-PATHOGEN ----> 22 CULTIVARS CC 5 ( 51)

Centralidad: 49

Densidad: 44

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_4C_4$  629  
 Con  ${}_4C_5$  2516  
 Con  ${}_4C_6$  656

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_4C_4$ FRUITS

6 FRUITS ( 21)  
 105 ENVIRONMENTAL-FACTORS ( 4)  
 5 BANANAS ( 21)  
 13 CHEMICAL-COMPOSITION ( 13)  
 11 PLANT-COMPOSITION ( 14)  
 24 LEAVES ( 9)  
 56 MEDICINAL-PLANTS ( 6)  
 34 ALTITUDE ( 7)  
 41 GENOTYPES ( 7)  
 14 FUNGAL-DISEASES ( 13)

Número de temáticas: 10

Número de vínculos internos: 14

11 13 ( 445) 11 24 ( 198) 6 105 ( 191) 6 5 ( 145)  
 6 13 ( 132) 5 105 ( 107) 6 24 ( 85) 6 11 ( 85)  
 13 24 ( 77) 6 56 ( 72) 6 34 ( 61) 6 41 ( 61)  
 6 14 ( 59) 5 13 ( 33)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

56 MEDICINAL-PLAN ----> 115 NON-WOOD-FORES CC 11 ( 667)  
 56 MEDICINAL-PLAN ----> 149 ANTIVENOMS CC 11 ( 500)  
 56 MEDICINAL-PLAN ----> 238 TRADITIONAL-ME CC 11 ( 500)  
 14 FUNGAL-DISEASE ----> 2 PLANT-DISEASES CC 5 ( 448)  
 14 FUNGAL-DISEASE ----> 4 PLANT-PATHOGEN CC 5 ( 423)  
 14 FUNGAL-DISEASE ----> 15 DISEASERESIST CC 3 ( 314)  
 14 FUNGAL-DISEASE ----> 1 PLANT-PATHOGEN CC 3 ( 266)  
 13 CHEMICAL-COMPO ----> 156 COUMARINS CC 0 ( 231)  
 11 PLANT-COMPOSIT ----> 156 COUMARINS CC 0 ( 214)  
 5 BANANAS ----> 107 FOOD-PROCESSIN CC 10 ( 191)  
 5 BANANAS ----> 74 FLOURS CC 10 ( 152)  
 5 BANANAS ----> 89 STORAGE CC 0 ( 152)  
 56 MEDICINAL-PLAN ----> 21 PLANT-EXTRACTS CC 0 ( 150)  
 5 BANANAS ----> 174 FOODS CC 10 ( 143)  
 5 BANANAS ----> 196 MATURATION CC 0 ( 143)  
 5 BANANAS ----> 219 POSTHARVEST-PH CC 0 ( 143)  
 14 FUNGAL-DISEASE ----> 57 PATHOGENICITY CC 5 ( 115)  
 24 LEAVES ----> 21 PLANT-EXTRACTS CC 0 ( 100)  
 14 FUNGAL-DISEASE ----> 28 CHEMICAL-CONTR CC 5 ( 87)  
 14 FUNGAL-DISEASE ----> 22 CULTIVARS CC 5 ( 77)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

Centralidad: 17

Densidad: 52

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_4C_3$  629  
 Con  ${}_4C_5$  1253  
 Con  ${}_4C_{10}$  486

Con  ${}_4C_{11}$  1667

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_4C_3$  PLANT-DISEASES

- 2 PLANT -DISEASES ( 29)
- 4 PLANT -PATHOGENIC-FUNGI ( 22)
- 122 PLANT-DISEASES-CONTROL ( 4)
- 215 PASSION-FRUITS ( 3)
- 22 CULTIVARS ( 9)
- 28 CHEMICAL-CONTROL ( 8)
- 57 PATHOGENICITY ( 6)
- 42 GERMPLASM ( 7)
- 12 PLANT-PESTS ( 14)

Número de temáticas: 9

Número de vínculos internos: 10

2 4 ( 307) 2 122 ( 138) 4 57 ( 121) 2 215 ( 103)  
2 22 ( 96) 2 28 ( 69) 2 57 ( 52) 4 28 ( 51)

2 42 ( 44) 2 12 ( 22)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

- 4 PLANT -PATHOGEN ----> 1 PLANT -PATHOGEN CC 3 ( 629)
- 2 PLANT -DISEASES ----> 1 PLANT -PATHOGEN CC 3 ( 616)
- 28 CHEMICAL-CONTR ----> 108 FUNGICIDES CC 0 ( 500)
- 2 PLANT -DISEASES ----> 14 FUNGAL-DISEASE CC 4 ( 448)
- 4 PLANT -PATHOGEN ----> 14 FUNGAL-DISEASE CC 4 ( 423)
- 2 PLANT -DISEASES ----> 15 DISEASE-RESIST CC 3 ( 348)
- 12 PLANT-PESTS ----> 18 INSECT-PESTS CC 0 ( 318)
- 4 PLANT -PATHOGEN ----> 15 DISEASE-RESIST CC 3 ( 186)
- 2 PLANT -DISEASES ----> 58 PLANT -PATHOGEN CC 3 ( 144)
- 4 PLANT -PATHOGEN ----> 148 ANTIFUNGAL-PRO CC 0 ( 136)
- 57 PATHOGENICITY ----> 14 FUNGAL-DISEASE CC 4 ( 115)
- 12 PLANT-PESTS ----> 16 COFFEE CC 0 ( 104)
- 28 CHEMICAL-CONTR ----> 14 FUNGAL-DISEASE CC 4 ( 87)
- 22 CULTIVARS ----> 15 DISEASE-RESIST CC 3 ( 83)
- 22 CULTIVARS ----> 14 FUNGAL-DISEASE CC 4 ( 77)
- 57 PATHOGENICITY ----> 1 PLANT -PATHOGEN CC 3 ( 76)
- 42 GERMPLASM ----> 7 CASSAVA CC 3 ( 68)
- 2 PLANT -DISEASES ----> 7 CASSAVA CC 3 ( 65)
- 122 PLANT-DISEASE ----> 1 PLANT -PATHOGEN CC 3 ( 64)
- 4 PLANT -PATHOGEN ----> 41 GENOTYPES CC 4 ( 58)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

Centralidad: 11

Densidad: 48

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_4C_3$  2516

Con  ${}_4C_4$  1253

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_4C_6$  CHISELLING

- 52 CHISELLING ( 6)
- 68 BULK-DENSITY ( 5)
- 209 NO-TILLAGE ( 3)
- 235 TILLAGE ( 3)
- 140 VERTISOLS ( 4)
- 33 SOIL -TYPES ( 8)
- 50 SOIL -PHYSICAL-PROPERTIES ( 7)
- 9 CROP -YIELD ( 16)

Número de temáticas: 8

Número de vínculos internos: 13

52 68 ( 533) 52 209 ( 500) 52 235 ( 500) 52 140 ( 375)  
52 33 ( 333) 50 140 ( 322) 33 50 ( 286) 33 140 ( 281)  
9 50 ( 223) 52 50 ( 214) 9 140 ( 141) 52 9 ( 94)  
9 33 ( 70)



Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

50 SOIL-PHYSICAL- ----> 32 SOIL-ORGANIC-M CC 0 ( 286)  
 9 CROP-YIELD ----> 100 CROP-QUALITY CC 0 ( 250)  
 9 CROP-YIELD ----> 123 PLOUGHING CC 3 ( 250)  
 33 SOIL-TYPES ----> 86 SOIL-DEPTH CC 0 ( 225)  
 9 CROP-YIELD ----> 206 MULCHES CC 3 ( 188)  
 9 CROP-YIELD ----> 207 MULCHING CC 3 ( 188)  
 33 SOIL-TYPES ----> 32 SOIL-ORGANIC-M CC 0 ( 141)  
 9 CROP-YIELD ----> 32 SOIL-ORGANIC-M CC 0 ( 125)  
 9 CROP-YIELD ----> 29 MAIZE CC 0 ( 70)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

9 CROP-YIELD ----> 7 CASSAVA CC 3 ( 30)

Centralidad: 48

Densidad: 17

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_4C_3$  656

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_4C_7$ FORESTS

8 FORESTS ( 17)  
 43 HABITATS ( 7)  
 90 TROPICAL-FORESTS ( 5)  
 94 BIODIVERSITY ( 4)  
 88 SPECIES-DIVERSITY ( 5)  
 17 DISEASE-VECTORS ( 11)

Número de temáticas: 6

Número de vínculos internos: 7

88 94 ( 450) 90 94 ( 450) 8 43 ( 210) 8 90 ( 188)  
 8 94 ( 132) 8 88 ( 106) 8 17 ( 48)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

17 DISEASE-VECTOR ----> 97 CHAGAS-DISEAS CC 0 ( 364)  
 17 DISEASE-VECTOR ----> 161 DWELLINGS CC 2 ( 273)  
 17 DISEASE-VECTOR ----> 53 DISEASE-TRANSM CC 0 ( 243)  
 17 DISEASE-VECTOR ----> 36 EPIDEMIOLOGY CC 2 ( 117)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

17 DISEASE-VECTOR ----> 3 HUMAN-DISEASES CC 2 ( 31)

Centralidad: 26

Densidad: 10

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_4C_2$  421

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_4C_8$ PHOSPHORUS

48 PHOSPHORUS ( 7)  
 45 NITROGEN ( 7)  
 211 ORGANIC-AMENDMENTS ( 3)  
 130 REMOVAL ( 4)

Número de temáticas: 4

Número de vínculos internos: 3

48 45 ( 510) 48 211 ( 429) 48 130 ( 322)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

Ninguno

Centralidad: 31  
 Densidad: 0

Suma de los vínculos externos:

\*\*\*\*\*

TEMA  $_4C_9$  GENETIC-VARIATION

39 GENETIC-VARIATION ( 7)  
 178 GENETIC-POLYMORPHISM ( 3)  
 40 GENETICS ( 7)  
 30 MOLECULAR-GENETICS ( 8)

Número de temáticas: 4  
 Número de vínculos internos: 4

39 178 ( 429) 30 178 ( 375) 39 40 ( 184) 39 30 ( 161)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 30 MOLECULAR-GENE ----> 46 NUCLEOTIDE-SEQ CC 1 ( 286)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 30 MOLECULAR-GENE ----> 23 GENES CC 0 ( 125)

Centralidad: 28  
 Densidad: 4

Suma de los vínculos externos:  
 Con  $_4C_1$  286

\*\*\*\*\*

TEMA  $_4C_{10}$  FOOD-PROCESSING

107 FOOD-PROCESSING ( 4)  
 74 FLOURS ( 5)  
 174 FOODS ( 3)

Número de temáticas: 3  
 Número de vínculos internos: 3

107 74 ( 800) 107 174 ( 750) 74 174 ( 600)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 107 FOOD-PROCESSIN ----> 5 BANANAS CC 4 ( 191)  
 74 FLOURS ----> 5 BANANAS CC 4 ( 152)  
 174 FOODS ----> 5 BANANAS CC 4 ( 143)

Centralidad: 71  
 Densidad: 4

Suma de los vínculos externos:  
 Con  $_4C_4$  486

TEMA  $_4C_{11}$  ANTIVENOMS

149 ANTIVENOMS ( 3)  
 238 TRADITIONAL-MEDICINES ( 3)  
 115 NON-WOOD-FOREST-PRODUCTS ( 4)

Número de temáticas: 3  
 Número de vínculos internos: 3

149 238 (1000) 149 115 ( 750) 115 238 ( 750)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
115 NON-WOOD-FORES ----> 56 MEDICINAL-PLAN CC 4 ( 667)  
149 ANTIVENOMS ----> 56 MEDICINAL-PLAN CC 4 ( 500)  
238 TRADITIONAL-ME ----> 56 MEDICINAL-PLAN CC 4 ( 500)

Centralidad: 83  
Densidad: 16

Suma de los vínculos externos:  
Con  ${}_4C_4$  1667

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_4C_{12}$  FERRALSOLS

171 FERRALSOLS ( 3)  
212 OXISOLS ( 3)  
27 APPLICATION-RATES ( 8)

Número de temáticas: 3  
Número de vínculos internos: 3

171 212 (1000) 171 27 ( 375) 27 212 ( 375)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
Ninguno

Centralidad: 58  
Densidad: 0

Suma de los vínculos externos:

\*\*\*\*\*

**Estructura de la red de temas derivados del corpus DE2001**

Conjunto  $C_5$  de temas ubicados a partir de los documentos integrados en la base CAB durante el año 2001  
 $C_5 = \{ {}_5C_i : i = 1, 2, \dots, 16 \}$

Número máximo de temáticas (descriptores) por tema : 10  
Número mínimo de temáticas (descriptores) por tema : 3

Tema  ${}_5C_1$  PLANT-DISEASE-CONTROL

39 PLANT-DISEASE-CONTROL ( 9)  
35 FUNGAL-ANTAGONISTS ( 9)  
184 CULTURAL-CONTROL ( 3)  
30 BIOLOGICAL-CONTROL ( 9)  
67 TOMATOES ( 7)  
113 ANTAGONISM ( 4)  
10 FUNGAL-DISEASES ( 17)  
71 CHEMICAL-CONTROL ( 6)  
3 PLANT-DISEASES ( 34)  
6 BIOLOGICAL-CONTROL-AGENTS ( 26)

Número de temáticas: 10  
Número de vínculos internos: 20

71 184 ( 500) 35 113 ( 445) 39 35 ( 444) 30 35 ( 444)  
3 10 ( 443) 39 184 ( 333) 39 30 ( 309) 39 67 ( 254)  
35 67 ( 254) 39 113 ( 250) 30 113 ( 250) 39 10 ( 235)  
6 30 ( 209) 6 35 ( 209) 39 71 ( 167) 10 35 ( 163)  
39 3 ( 160) 39 6 ( 154) 6 67 ( 137) 3 71 ( 123)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

3 PLANT-DISEASES ----> 2 PLANT-PATHOGEN CC 4 ( 707)  
 71 CHEMICAL-CONTR ----> 200 FUNGICIDES CC 4 ( 500)  
 3 PLANT-DISEASES ----> 7 PLANT-PATHOGEN CC 4 ( 499)  
 10 FUNGAL-DISEASE ----> 7 PLANT-PATHOGEN CC 4 ( 443)  
 6 BIOLOGICAL-CON ----> 15 ENTOMOPATHOGEN CC 2 ( 433)  
 6 BIOLOGICAL-CON ----> 27 ENTOMOGENOUS-F CC 2 ( 350)  
 10 FUNGAL-DISEASE ----> 2 PLANT-PATHOGEN CC 4 ( 331)  
 6 BIOLOGICAL-CON ----> 4 PLANT-PESTS CC 2 ( 163)  
 3 PLANT-DISEASES ----> 63 PLANT-PATHOGEN CC 4 ( 151)  
 6 BIOLOGICAL-CON ----> 57 CONIDIA CC 2 ( 137)  
 6 BIOLOGICAL-CON ----> 5 INSECT-PESTS CC 2 ( 124)

Densidad: 54  
 Centralidad: 38

Suma de los vínculos externos:

Con  $s_2$  1207  
 Con  $s_4$  2631

TEMA  $s_2$  ENTOMOGENOUS-FUNGI

27 ENTOMOGENOUS-FUNGI ( 11)  
 15 ENTOMOPATHOGENS ( 15)  
 57 CONIDIA ( 7)  
 149 PREDATORS ( 4)  
 4 PLANT-PESTS ( 34)  
 38 MORTALITY ( 9)  
 5 INSECT-PESTS ( 31)  
 79 PATHOGENICITY ( 6)  
 59 ENZYMES ( 7)  
 51 NATURAL-ENEMIES ( 8)

Número de temáticas: 10  
 Número de vínculos internos: 20

4 5 ( 854) 27 15 ( 733) 51 149 ( 281) 27 57 ( 208)  
 15 51 ( 208) 27 149 ( 205) 4 15 ( 196) 5 15 ( 174)  
 27 4 ( 171) 27 38 ( 162) 15 57 ( 152) 15 149 ( 150)  
 27 5 ( 144) 38 57 ( 143) 27 79 ( 136) 15 38 ( 119)  
 4 149 ( 118) 27 59 ( 117) 27 51 ( 102) 15 79 ( 100)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

15 ENTOMOPATHOGEN ----> 6 BIOLOGICAL-CON CC 1 ( 433)  
 59 ENZYMES ----> 194 ENZYME-ACTIVIT CC 0 ( 429)  
 27 ENTOMOGENOUS-F ----> 6 BIOLOGICAL-CON CC 1 ( 350)  
 51 NATURAL-ENEMIE ----> 78 PARASITOIDS CC 9 ( 333)  
 15 ENTOMOPATHOGEN ----> 193 ENTOMOPATHOGEN CC 0 ( 200)  
 4 PLANT-PESTS ----> 6 BIOLOGICAL-CON CC 1 ( 163)  
 57 CONIDIA ----> 6 BIOLOGICAL-CON CC 1 ( 137)  
 5 INSECT-PESTS ----> 78 PARASITOIDS CC 9 ( 134)  
 5 INSECT-PESTS ----> 126 INSECT-CONTROL CC 14 ( 129)  
 5 INSECT-PESTS ----> 141 PEST-CONTROL CC 14 ( 129)  
 5 INSECT-PESTS ----> 6 BIOLOGICAL-CON CC 1 ( 124)  
 4 PLANT-PESTS ----> 78 PARASITOIDS CC 9 ( 123)  
 4 PLANT-PESTS ----> 141 PEST-CONTROL CC 14 ( 118)

Densidad: 44  
 Centralidad: 28

Suma de los vínculos externos:

Con  $s_1$  1207  
 Con  $s_9$  590  
 Con  $s_{14}$  376

TEMA  $s_3$  HUMAN-DISEASES

1 HUMAN-DISEASES ( 56)  
 12 MALARIA ( 17)  
 32 CLINICAL-ASPECTS ( 9)  
 58 DRUG-THERAPY ( 7)

\*\*\*\*\*

8 EPIDEMIOLOGY ( 19)  
 31 CASE-REPORTS ( 9)  
 43 CHILDREN ( 8)  
 21 DIAGNOSIS ( 12)  
 116 CYTOKINES ( 4)  
 136 PARACOCCIDIOIDOMYCOSIS ( 4)

Número de temáticas: 10

Número de vínculos internos: 14

31 32 ( 790) 21 32 ( 148) 1 12 ( 127) 1 32 ( 127)  
 1 58 ( 125) 1 8 ( 114) 8 21 ( 110) 1 31 ( 97)  
 21 31 ( 83) 1 43 ( 80) 1 21 ( 73) 1 116 ( 72)  
 1 136 ( 72) 8 12 ( 50)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

116 CYTOKINES → 215 INTERFERON CC 0 ( 750)  
 8 EPIDEMIOLOGY → 45 DISEASE-PREVAL CC 0 ( 322)  
 116 CYTOKINES → 62 IMMUNE-RESPONS CC 0 ( 322)  
 58 DRUG-THERAPY → 94 ANTIPROTOZOAL- CC 0 ( 257)  
 21 DIAGNOSIS → 73 DIAGNOSTIC-TEC CC 0 ( 222)  
 8 EPIDEMIOLOGY → 73 DIAGNOSTIC-TEC CC 0 ( 219)  
 8 EPIDEMIOLOGY → 172 BLOOD CC 0 ( 158)  
 12 MALARIA → 93 ANTIGENS CC 0 ( 106)  
 12 MALARIA → 64 PROTOZOAL-INFE CC 0 ( 76)  
 1 HUMAN-DISEASES → 62 IMMUNE-RESPONS CC 0 ( 64)  
 8 EPIDEMIOLOGY → 46 DISEASE-TRANSM CC 16 ( 59)  
 1 HUMAN-DISEASES → 99 IMMUNIZATION CC 12 ( 57)  
 1 HUMAN-DISEASES → 45 DISEASEPREVAL CC 0 ( 56)  
 1 HUMAN-DISEASES → 158 ACQUIRED-IMMUN CC 0 ( 54)  
 1 HUMAN-DISEASES → 174 CANDIDOSIS CC 0 ( 54)  
 1 HUMAN-DISEASES → 175 CHAGAS'-DISEAS CC 0 ( 54)  
 1 HUMAN-DISEASES → 188 DENGUE CC 0 ( 54)  
 1 HUMAN-DISEASES → 208 HISTOPLASMOSIS CC 0 ( 54)  
 1 HUMAN-DISEASES → 211 IMMUNODIAGNOSI CC 0 ( 54)  
 1 HUMAN-DISEASES → 213 INFECTIONS CC 0 ( 54)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

Densidad: 20

Centralidad: 37

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_5C_6$  20  
 Con  ${}_5C_{12}$  57  
 Con  ${}_5C_{15}$  13  
 Con  ${}_5C_{16}$  163

TEMA  ${}_5C_4$  PLANT-PATHOGENS

2 PLANT -PATHOGENS ( 40)

7 PLANT -PATHOGENIC-FUNGI ( 26)  
 34 DISEASE-RESISTANCE ( 9)  
 63 PLANT-PATHOGENIC-BACTERIA ( 7)  
 200 FUNGICIDES ( 3)  
 258 STEMS ( 3)  
 66 SEEDS ( 7)  
 33 CULTIVARS ( 9)  
 75 FRUITS ( 6)  
 11 LEAVES ( 17)

Número de temáticas: 10

Número de vínculos internos: 13

2 7 ( 650) 2 34 ( 136) 11 63 ( 134) 2 63 ( 129)  
 7 200 ( 115) 2 200 ( 75) 2 258 ( 75) 7 34 ( 68)  
 2 66 ( 57) 2 33 ( 44) 2 75 ( 38) 7 33 ( 38)  
 2 11 ( 37)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

2 PLANT -PATHOGEN → 3 PLANT -DISEASES CC 1 ( 707)  
 200 FUNGICIDES → 71 CHEMICAL-CONTR CC 1 ( 500)  
 7 PLANT -PATHOGEN → 3 PLANT -DISEASES CC 1 ( 499)

7 PLANT-PATHOGEN ----> 10 FUNGAL-DISEASE CC 1 ( 443)  
 2 PLANT-PATHOGEN ----> 10 FUNGAL-DISEASE CC 1 ( 331)  
 63 PLANT-PATHOGEN ----> 3 PLANT-DISEASES CC 1 ( 151)  
 33 CULTIVARS ----> 48 GENETIC-DIVERS CC 8 ( 125)  
 34 DISEASE-RESIST ----> 3 PLANT-DISEASES CC 1 ( 118)  
 11 LEAVES ----> 54 POTATOES CC 0 ( 118)  
 7 PLANT-PATHOGEN ----> 39 PLANT-DISEASE- CC 1 ( 107)  
 34 DISEASE-RESIST ----> 10 FUNGAL-DISEASE CC 1 ( 105)  
 11 LEAVES ----> 29 BANANAS CC 0 ( 105)  
 7 PLANT-PATHOGEN ----> 71 CHEMICAL-CONTR CC 1 ( 103)  
 2 PLANT-PATHOGEN ----> 39 PLANT-DISEASE- CC 1 ( 100)  
 200 FUNGICIDES ----> 3 PLANT-DISEASES CC 1 ( 88)  
 258 STEMS ----> 3 PLANT-DISEASES CC 1 ( 88)  
 11 LEAVES ----> 82 PLANT-EXTRACTS CC 0 ( 88)  
 63 PLANT-PATHOGEN ----> 17 METHODOLOGY CC 10 ( 86)  
 66 SEEDS ----> 17 METHODOLOGY CC 10 ( 86)  
 7 PLANT-PATHOGEN ----> 30 BIOLOGICAL-CON CC 1 ( 68)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

Densidad: 15  
 Centralidad: 49

Suma de los vínculos externos:

Con  $s_{c_1}$  3957  
 Con  $s_{c_2}$  96  
 Con  $s_{c_3}$  33  
 Con  $s_{c_8}$  257  
 Con  $s_{c_9}$  15  
 Con  $s_{c_{10}}$  199

\*\*\*\*\*

TEMA  $s_{c_2}$  APPLICATION-RATES

56 APPLICATION-RATES ( 7)  
 182 COWPEAS ( 3)  
 80 PHOSPHORUS-FERTILIZERS ( 6)  
 128 LIME ( 4)  
 147 POTASSIUM-FERTILIZERS ( 4)  
 106 NITROGEN-FERTILIZERS ( 5)  
 13 CROP-YIELD ( 16)  
 68 ALUMINIUM ( 6)  
 24 NITROGEN ( 12)

Número de temáticas: 9  
 Número de vínculos internos: 15

106 147 ( 800) 80 147 ( 667) 80 106 ( 533) 56 182 ( 429)  
 56 80 ( 381) 56 147 ( 322) 56 128 ( 322) 13 106 ( 313)  
 56 106 ( 257) 13 147 ( 250) 56 13 ( 223) 56 68 ( 214)  
 13 80 ( 167) 56 24 ( 107) 13 24 ( 83)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

68 ALUMINIUM ----> 103 MAGNESIUM CC 6 ( 300)  
 68 ALUMINIUM ----> 36 MAIZE CC 6 ( 296)  
 24 NITROGEN ----> 103 MAGNESIUM CC 6 ( 267)  
 24 NITROGEN ----> 52 PHOSPHORUS CC 6 ( 260)  
 24 NITROGEN ----> 53 POTASSIUM CC 6 ( 260)  
 68 ALUMINIUM ----> 41 CALCIUM CC 6 ( 188)  
 13 CROP-YIELD ----> 72 CROP-QUALITY CC 0 ( 167)  
 24 NITROGEN ----> 41 CALCIUM CC 6 ( 167)  
 24 NITROGEN ----> 50 GENOTYPES CC 0 ( 167)  
 24 NITROGEN ----> 69 BIOMASS CC 0 ( 125)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

13 CROP-YIELD ----> 50 GENOTYPES CC 0 ( 70)  
 13 CROP-YIELD ----> 18 SOIL-TYPES CC 0 ( 43)  
 13 CROP-YIELD ----> 11 LEAVES CC 4 ( 33)

Densidad: 56  
 Centralidad: 23

Suma de los vínculos externos:

Con  $s_{c_4}$  33  
 Con  $s_{c_6}$  1738

\*\*\*\*\*

TEMA <sub>5</sub>C<sub>6</sub>MAGNESIUM

103 MAGNESIUM ( 5)  
 41 CALCIUM ( 8)  
 53 POTASSIUM ( 8)  
 52 PHOSPHORUS ( 8)  
 36 MAIZE ( 9)

Número de temáticas: 5  
 Número de vínculos internos: 8

103 41 ( 625) 103 53 ( 400) 52 53 ( 391) 41 53 ( 250)  
 103 52 ( 225) 103 36 ( 200) 41 52 ( 141) 36 41 ( 125)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

103 MAGNESIUM ----> 68 ALUMINIUM CC 5 ( 300)  
 36 MAIZE ----> 68 ALUMINIUM CC 5 ( 296)  
 103 MAGNESIUM ----> 24 NITROGEN CC 5 ( 267)  
 52 PHOSPHORUS ----> 24 NITROGEN CC 5 ( 260)  
 53 POTASSIUM ----> 24 NITROGEN CC 5 ( 260)  
 41 CALCIUM ----> 68 ALUMINIUM CC 5 ( 188)  
 52 PHOSPHORUS ----> 85 ROOTS CC 0 ( 188)  
 41 CALCIUM ----> 24 NITROGEN CC 5 ( 167)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

41 CALCIUM ----> 1 HUMAN-DISEASES CC 3 ( 20)

Densidad: 47  
 Centralidad: 19

Suma de los vínculos externos:  
 Con <sub>5</sub>C<sub>3</sub> 20  
 Con <sub>5</sub>C<sub>5</sub> 1738

\*\*\*\*\*

TEMA <sub>5</sub>C<sub>7</sub>ENDOMYCORRHIZAS

192 ENDOMYCORRHIZAS ( 3)  
 228 MYCORRHIZAS ( 3)  
 265 VESICULAR-ARBUSCULAR-MYCORRHIZAS ( 3)  
 132 MYCORRHIZAL-FUNGI ( 4)

Número de temáticas: 4  
 Número de vínculos internos: 6

192 228 (1000) 192 265 (1000) 228 265 (1000) 192 132 ( 750)  
 132 228 ( 750) 132 265 ( 750)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

Ninguno

Densidad: 131  
 Centralidad: 0

Suma de los vínculos externos:

\*\*\*\*\*

TEMA <sub>5</sub>C<sub>8</sub>GENETIC-MARKERS

49 GENETIC-MARKERS ( 8)  
 48 GENETIC-DIVERSITY ( 8)  
 246 RANDOM-AMPLIFIED-POLYMORPHIC-DNA ( 3)  
 19 CASSAVA ( 12)

Número de temáticas: 4

Número de vínculos internos: 3

49 48 ( 391) 49 246 ( 375) 49 19 ( 167)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

48 GENETIC-DIVERS —> 33 CULTIVARS CC 4 ( 125)  
48 GENETIC-DIVERS —> 10 FUNGAL-DISEASE CC 1 ( 66)  
48 GENETIC-DIVERS —> 7 PLANT-PATHOGEN CC 4 ( 43)  
19 CASSAVA —> 2 PLANT-PATHOGEN CC 4 ( 33)  
48 GENETIC-DIVERS —> 3 PLANT-DISEASES CC 1 ( 33)  
49 GENETIC-MARKER —> 3 PLANT-DISEASES CC 1 ( 33)  
48 GENETIC-DIVERS —> 2 PLANT-PATHOGEN CC 4 ( 28)  
49 GENETIC-MARKER —> 2 PLANT-PATHOGEN CC 4 ( 28)  
19 CASSAVA —> 3 PLANT-DISEASES CC 1 ( 22)  
19 CASSAVA —> 4 PLANT-PESTS CC 2 ( 22)

Densidad: 23

Centralidad: 4

Suma de los vínculos externos:

Con  $s_{c_1}$  154

Con  $s_{c_2}$  22

Con  $s_{c_4}$  257

\*\*\*\*\*

TEMA  $s_{c_9}$  GEOGRAPHICAL-DISTRIBUTION

16 GEOGRAPHICAL-DISTRIBUTION ( 15)  
76 NEW-GEOGRAPHIC-RECORDS ( 6)  
78 PARASITIDS ( 6)  
26 TAXONOMY ( 12)

Número de temáticas: 4

Número de vínculos internos: 3

16 76 ( 178) 16 78 ( 100) 16 26 ( 89)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

26 TAXONOMY —> 105 NEW-SPECIES CC 0 ( 417)  
78 PARASITIDS —> 51 NATURAL-ENEMIE CC 2 ( 333)  
78 PARASITIDS —> 5 INSECT-PESTS CC 2 ( 134)  
78 PARASITIDS —> 4 PLANT-PESTS CC 2 ( 123)  
78 PARASITIDS —> 6 BIOLOGICAL-CON CC 1 ( 103)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

16 GEOGRAPHICAL-D —> 5 INSECT-PESTS CC 2 ( 77)  
16 GEOGRAPHICAL-D —> 51 NATURAL-ENEMIE CC 2 ( 75)  
16 GEOGRAPHICAL-D —> 4 PLANT-PESTS CC 2 ( 71)  
16 GEOGRAPHICAL-D —> 2 PLANT-PATHOGEN CC 4 ( 15)

Densidad: 9

Centralidad: 13

Suma de los vínculos externos:

Con  $s_{c_1}$  103

Con  $s_{c_2}$  813

Con  $s_{c_4}$  15

\*\*\*\*\*

TEMA  $s_{c_{10}}$  SUGARCANE

9 SUGARCANE ( 19)  
40 SUGAR-INDUSTRY ( 9)  
70 CANE-SUGAR-FACTORIES ( 6)  
17 METHODOLOGY ( 15)



Número de temáticas: 4

Número de vínculos internos: 4

40 70 ( 667) 9 40 ( 374) 9 70 ( 316) 9 17 ( 32)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

17 METHODOLOGY ----> 89 TECHNIQUES CC 0 ( 100)

17 METHODOLOGY ----> 63 PLANT -PATHOGEN CC 4 ( 86)

17 METHODOLOGY ----> 66 SEEDS CC 4 ( 86)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

17 METHODOLOGY ----> 3 PLANT-DISEASES CC 1 ( 18)

17 METHODOLOGY ----> 2 PLANT-PATHOGEN CC 4 ( 15)

9 SUGARCANE ----> 3 PLANT-DISEASES CC 1 ( 14)

9 SUGARCANE ----> 2 PLANT-PATHOGEN CC 4 ( 12)

Densidad: 34

Centralidad: 3

Suma de los vínculos externos:

Con  $s_{c1}$  32

Con  $s_{c4}$  199

\*\*\*\*\*

TEMA  $s_{c1}$  AVAILABILITY 1

168 AVAILABILITY ( 3)

251 SOIL ( 3)

134 ORANGES ( 4)

Número de temáticas: 3

Número de vínculos internos: 3

168 251 (1000) 168 134 ( 750) 134 251 ( 750)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

Ninguno

Densidad: 83

Centralidad: 0

Suma de los vínculos externos:

TEMA  $s_{c12}$  VACCINATION

155 VACCINATION ( 4)

111 VACCINES ( 5)

99 IMMUNIZATION ( 5)

Número de temáticas: 3

Número de vínculos internos: 3

155 111 ( 800) 155 99 ( 450) 99 111 ( 360)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

99 IMMUNIZATION ----> 1 HUMAN-DISEASES CC 3 ( 57)

Densidad: 53

Centralidad: 0

Suma de los vínculos externos:

Con  $s_{c3}$  57

\*\*\*\*\*

TEMA  $_5C_{13}$  BINDING-PROTEINS

95 BINDING-PROTEINS ( 5)  
 140 PEPTIDES ( 4)  
 55 AMINO-ACID-SEQUENCES ( 7)

Número de temáticas: 3  
 Número de vínculos internos: 2

95 140 ( 450) 95 55 ( 257)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 55 AMINO-ACID-SEQ —> 22 GENES CC 0 ( 107)

Densidad: 23  
 Centralidad: 1

Suma de los vínculos externos:

\*\*\*\*\*

TEMA  $_5C_{14}$  PEST-CONTROL

141 PEST-CONTROL ( 4)  
 126 INSECT-CONTROL ( 4)  
 20 COFFEE ( 12)

Número de temáticas: 3  
 Número de vínculos internos: 2

141 126 ( 563) 141 20 ( 188)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 126 INSECT-CONTROL —> 5 INSECT-PESTS CC 2 ( 129)  
 141 PEST-CONTROL —> 5 INSECT-PESTS CC 2 ( 129)  
 141 PEST-CONTROL —> 4 PLANT-PESTS CC 2 ( 118)  
 126 INSECT-CONTROL —> 4 PLANT-PESTS CC 2 ( 66)  
 20 COFFEE —> 5 INSECT-PESTS CC 2 ( 24)  
 20 COFFEE —> 4 PLANT-PESTS CC 2 ( 22)

Densidad: 25  
 Centralidad: 4

Suma de los vínculos externos:  
 Con  $_5C_2$  488

\*\*\*\*\*

TEMA  $_5C_{15}$  LARVAE

23 LARVAE ( 12)  
 235 OVA ( 3)  
 37 MORPHOLOGY ( 9)

Número de temáticas: 3  
 Número de vínculos internos: 2

23 235 ( 250) 23 37 ( 148)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 37 MORPHOLOGY —> 245 PUPAE CC 0 ( 333)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 23 LARVAE —> 15 ENTOMOPATHOGEN CC 2 ( 50)  
 37 MORPHOLOGY —> 4 PLANT-PESTS CC 2 ( 29)  
 23 LARVAE —> 1 HUMAN-DISEASES CC 3 ( 13)

Densidad: 13  
 Centralidad: 4

Suma de los vínculos externos:  
 Con  ${}_5C_2$  79  
 Con  ${}_5C_3$  13

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_5C_{16}$  DISEASE-VECTORS

14 DISEASE-VECTORS ( 16)  
 46 DISEASE-TRANSMISSION ( 8)  
 83 POPULATION-GENETICS ( 6)

Número de temáticas: 3  
 Número de vínculos internos: 2

14 46 ( 281) 14 83 ( 94)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 46 DISEASE-TRANSM ----> 8 EPIDEMIOLOGY CC 3 ( 59)  
 14 DISEASE-VECTOR ----> 8 EPIDEMIOLOGY CC 3 ( 53)  
 14 DISEASE-VECTOR ----> 12 MALARIA CC 3 ( 33)  
 14 DISEASE-VECTOR ----> 1 HUMAN-DISEASES CC 3 ( 18)

Densidad: 12  
 Centralidad: 1

Suma de los vínculos externos:  
 Con  ${}_5C_3$  163

\*\*\*\*\*

**Estructura de la red de temas derivados del corpus DE2002-2003**

Conjunto  $C_6$  de temas ubicados a partir de los documentos integrados en la base CAB durante los años 2002 a 2003  
 $C_6 = \{ {}_6C_i : i = 1, 2, \dots, 9 \}$

Número máximo de temáticas (descriptores) por tema : 10  
 Número mínimo de temáticas (descriptores) por tema : 3

Tema  ${}_6C_1$  BIOLOGICAL-CONTROL-AGENTS

5 BIOLOGICAL-CONTROL-AGENTS ( 15)  
 17 ENTOMOPATHOGENS ( 11)  
 2 INSECT-PESTS ( 25)  
 28 ENTOMOGENOUS-FUNGI ( 8)  
 45 BIOLOGICAL-CONTROL ( 6)  
 3 PLANT-PESTS ( 22)  
 18 NATURAL-ENEMIES ( 11)  
 70 PARASITIDS ( 5)  
 156 INTEGRATED-CONTROL ( 3)  
 53 PEST-CONTROL ( 6)

Número de temáticas: 10  
 Número de vínculos internos: 20

2 3 ( 880) 17 28 ( 727) 5 17 ( 606) 5 2 ( 523)  
 45 156 ( 500) 5 28 ( 408) 5 45 ( 400) 17 45 ( 379)  
 28 156 ( 375) 5 3 ( 367) 28 45 ( 333) 2 17 ( 295)  
 2 18 ( 295) 17 156 ( 273) 3 18 ( 264) 45 53 ( 250)  
 5 18 ( 218) 5 70 ( 213) 5 156 ( 200) 5 53 ( 178)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 53 PEST-CONTROL ----> 30 INSECT-CONTROL CC 0 ( 750)  
 18 NATURAL-ENEMIE ----> 111 PREDATORS CC 0 ( 364)

Densidad: 76  
 Centralidad: 11

Suma de los vínculos externos:

\*\*\*\*\*

TEMA <sub>6</sub>C<sub>2</sub>MALARIA

- 4 MALARIA ( 17)
- 1 HUMAN-DISEASES ( 42)
- 97 IMMUNIZATION ( 4)
- 38 ANTIGENS ( 7)
- 7 DISEASE-MODELS ( 14)
- 78 VACCINE-DEVELOPMENT ( 5)
- 134 CHLOROQUINE ( 3)
- 54 VACCINATION ( 6)
- 31 LABORATORY-ANIMALS ( 8)
- 12 IMMUNE-RESPONSE ( 13)

Número de temáticas: 10

Número de vínculos internos: 20

- 54 97 ( 667) 54 78 ( 533) 78 97 ( 450) 7 31 ( 438)
- 4 1 ( 405) 7 38 ( 255) 4 97 ( 235) 4 38 ( 210)
- 4 7 ( 206) 7 12 ( 198) 4 78 ( 188) 4 134 ( 176)
- 1 7 ( 170) 1 38 ( 167) 7 97 ( 161) 4 54 ( 157)
- 1 31 ( 146) 12 78 ( 138) 4 31 ( 118) 4 12 ( 113)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

- 31 LABORATORY-ANI ----> 29 EXPERIMENTAL-I CC 0 ( 391)
- 7 DISEASE-MODELS ----> 29 EXPERIMENTAL-I CC 0 ( 321)
- 12 IMMUNE-RESPONS ----> 83 CYTOKINES CC 0 ( 308)
- 12 IMMUNE-RESPONS ----> 71 PATHOGENESIS CC 0 ( 246)
- 12 IMMUNE-RESPONS ----> 124 ANTIBODIES CC 0 ( 231)
- 12 IMMUNE-RESPONS ----> 155 INFLAMMATION CC 0 ( 231)
- 38 ANTIGENS ----> 52 PEPTIDES CC 9 ( 214)
- 12 IMMUNE-RESPONS ----> 105 NEUROCYSTICERC CC 0 ( 173)

Densidad: 51

Centralidad: 21

Suma de los vínculos externos:

Con <sub>6</sub>C<sub>9</sub> 214

\*\*\*\*\*

TEMA <sub>6</sub>C<sub>3</sub>GENETIC-MARKERS

- 22 GENETIC-MARKERS ( 10)
- 67 MICROSATELLITES ( 5)
- 160 LINKAGE-GROUPS ( 3)
- 94 GENETIC-DIVERSITY ( 4)
- 101 LOCI ( 4)
- 61 GENETIC-POLYMORPHISM ( 5)
- 62 GENOTYPES ( 5)
- 8 GENES ( 14)
- 16 DISEASE-RESISTANCE ( 11)
- 15 PLANT-DISEASES ( 12)

Número de temáticas: 10

Número de vínculos internos: 13

- 15 16 ( 485) 67 101 ( 450) 22 67 ( 320) 22 160 ( 300)
- 22 94 ( 225) 22 101 ( 225) 22 61 ( 180) 22 62 ( 180)
- 22 8 ( 114) 8 16 ( 104) 22 16 ( 82) 22 15 ( 75)
- 8 15 ( 54)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

- 15 PLANT-DISEASES ----> 9 PLANT-PATHOGEN CC 5 ( 720)
- 15 PLANT-DISEASES ----> 60 FUNGAL-DISEASE CC 5 ( 417)
- 15 PLANT-DISEASES ----> 27 PLANT-PATHOGEN CC 5 ( 333)
- 16 DISEASE-RESIST ----> 9 PLANT-PATHOGEN CC 5 ( 318)
- 61 GENETIC-POLYMO ----> 51 NUCLEOTIDE-SEQ CC 0 ( 300)
- 16 DISEASE-RESIST ----> 60 FUNGAL-DISEASE CC 5 ( 291)
- 15 PLANT-DISEASES ----> 170 PLANT-PATHOGEN CC 5 ( 250)

8 GENES ----> 33 MOLECULAR-GENE CC 0 ( 223)  
 8 GENES ----> 145 GENE-EXPRESSIO CC 0 ( 214)  
 16 DISEASE-RESIST ----> 27 PLANT-PATHOGEN CC 5 ( 162)  
 8 GENES ----> 73 POLYMERASECHA CC 0 ( 129)  
 8 GENES ----> 44 ALLELES CC 0 ( 107)  
 8 GENES ----> 19 CASSAVA CC 0 ( 64)  
 22 GENETIC-MARKER ----> 9 PLANT-PATHOGEN CC 5 ( 64)  
 15 PLANT-DISEASES ----> 13 METHODOLOGY CC 5 ( 58)

Densidad: 27  
 Centralidad: 36

Suma de los vínculos externos:  
 Con  ${}_6C_5$  2613

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_6C_4$ EPIDEMIOLOGY

21 EPIDEMIOLOGY ( 10)  
 114 RISK-FACTORS ( 4)  
 58 DISEASE-PREVALENCE ( 5)  
 20 DIAGNOSIS ( 10)  
 11 DISEASE-VECTORS ( 13)

Número de temáticas: 5  
 Número de vínculos internos: 5

58 114 ( 450) 21 114 ( 225) 21 58 ( 180) 21 20 ( 90)  
 21 11 ( 69)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 20 DIAGNOSIS ----> 40 CLINICAL-ASPEC CC 0 ( 129)  
 11 DISEASE-VECTOR ----> 43 STRAINS CC 0 ( 99)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 20 DIAGNOSIS ----> 1 HUMAN-DISEASES CC 2 ( 38)  
 21 EPIDEMIOLOGY ----> 1 HUMAN-DISEASES CC 2 ( 38)  
 11 DISEASE-VECTOR ----> 1 HUMAN-DISEASES CC 2 ( 29)

Densidad: 20  
 Centralidad: 3

Suma de los vínculos externos:  
 Con  ${}_6C_2$  105

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_6C_3$ PLANT-PATHOGENS

9 PLANT-PATHOGENS ( 14)  
 27 PLANT-PATHOGENIC-FUNGI ( 9)  
 60 FUNGAL-DISEASES ( 5)  
 170 PLANT-PATHOGENIC-BACTERIA ( 3)  
 13 METHODOLOGY ( 13)

Número de temáticas: 5  
 Número de vínculos internos: 5

9 27 ( 508) 27 60 ( 356) 9 60 ( 229) 9 170 ( 214)  
 9 13 ( 49)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 9 PLANT-PATHOGEN ----> 15 PLANT-DISEASES CC 3 ( 720)  
 60 FUNGAL-DISEASE ----> 15 PLANT-DISEASES CC 3 ( 417)  
 27 PLANT-PATHOGEN ----> 15 PLANT-DISEASES CC 3 ( 333)  
 9 PLANT-PATHOGEN ----> 16 DISEASE-RESIST CC 3 ( 318)  
 60 FUNGAL-DISEASE ----> 16 DISEASERESIST CC 3 ( 291)  
 170 PLANT-PATHOGEN ----> 15 PLANT-DISEASES CC 3 ( 250)  
 27 PLANT-PATHOGEN ----> 16 DISEASE-RESIST CC 3 ( 162)  
 9 PLANT-PATHOGEN ----> 22 GENETIC-MARKER CC 3 ( 64)  
 13 METHODOLOGY ----> 15 PLANT-DISEASES CC 3 ( 58)

Densidad: 27  
 Centralidad: 26

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_6C_3$  2613

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_6C_6$  PLANT-COMPOSITION

26 PLANT-COMPOSITION ( 9)  
 14 CHEMICAL-COMPOSITION ( 12)  
 133 CHEMICAL-STRUCTURE ( 3)  
 41 FRUITS ( 7)

Número de temáticas: 4

Número de vínculos internos: 5

26 14 ( 750) 26 133 ( 333) 14 133 ( 250) 26 41 ( 143)  
 14 41 ( 107)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

41 FRUITS ----> 192 VOLATILE-COMPO CC 0 ( 429)

Densidad: 39

Centralidad: 4

Suma de los vínculos externos:

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_6C_7$  TAXONOMY

10 TAXONOMY ( 14)  
 34 NEW-SPECIES ( 8)  
 25 MORPHOLOGY ( 9)  
 39 BIOLOGICAL-DEVELOPMENT ( 7)

Número de temáticas: 4

Número de vínculos internos: 3

10 34 ( 571) 10 25 ( 127) 10 39 ( 92)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

39 BIOLOGICAL-DEV ----> 18 NATURAL-ENEMIE CC 1 ( 208)  
 39 BIOLOGICAL-DEV ----> 35 OVIPOSITION CC 0 ( 161)  
 39 BIOLOGICAL-DEV ----> 2 INSECT-PESTS CC 1 ( 143)  
 39 BIOLOGICAL-DEV ----> 3 PLANT-PESTS CC 1 ( 104)

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

10 TAXONOMY ----> 3 PLANT-PESTS CC 1 ( 52)  
 34 NEW-SPECIES ----> 3 PLANT-PESTS CC 1 ( 51)  
 10 TAXONOMY ----> 2 INSECT-PESTS CC 1 ( 46)  
 34 NEW-SPECIES ----> 2 INSECT-PESTS CC 1 ( 45)

Densidad: 19

Centralidad: 8

Suma de los vínculos externos:

Con  ${}_6C_1$  649

\*\*\*\*\*

TEMA  ${}_6C_8$  DAIRY-COWS

84 DAIRY-COWS ( 4)  
 56 COWS ( 5)  
 128 BLOOD-CHEMISTRY ( 3)

Número de temáticas: 3

Número de vínculos internos: 3

84 56 ( 800) 84 128 ( 750) 56 128 ( 600)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:

Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:

Ninguno

Densidad: 71  
 Centralidad: 0

Suma de los vínculos externos:  
 \*\*\*\*\*

TEMA  ${}_6C_9$  MEROZOITES

104 MEROZOITES ( 4)  
 182 RETICULOCYTES ( 3)  
 52 PEPTIDES ( 6)

Número de temáticas: 3  
 Número de vínculos internos: 2

104 182 ( 750) 104 52 ( 375)

Vínculos externos con coeficiente de asociación mayor al primer umbral:  
 Ninguno

Vínculos externos con coeficiente de asociación menor al primer umbral:  
 52 PEPTIDES → 38 ANTIGENS CC 2 ( 214)  
 52 PEPTIDES → 4 MALARIA CC 2 ( 88)  
 52 PEPTIDES → 1 HUMAN-DISEASES CC 2 ( 36)

Densidad: 37  
 Centralidad: 3

Suma de los vínculos externos:  
 Con  ${}_6C_2$  338

\*\*\*\*\*

Anexo 2

**Listas de los descriptores (temáticas) con frecuencia igual o mayor a tres utilizados para construir la red de temas para cada generación**

Años 1995 a 1997  
 Convenciones generales

N especifica el ordenamiento dado por la frecuencia de aparición del descriptor, F: especifica la frecuencia de aparición dentro del año, L: es la longitud del descriptor dada por el número de las letras que lo conforman más uno.

N F L	31 4 6 GENES
1 16 24 AGRICULTURAL-ENTOMOLOGY	32 4 26 GEOGRAPHICAL-DISTRIBUTION
2 16 19 BIOLOGICAL-CONTROL	33 4 7 LARVAE
3 16 13 INSECT-PESTS	34 4 10 LIVESTOCK
4 14 16 ENTOMOPATHOGENS	35 4 16 NATURAL-ENEMIES
5 13 10 PATHOGENS	36 4 11 PARASITES-
6 13 15 PLANT-DISEASES	37 4 14 PATHOGENICITY
7 13 16 PLANT-PATHOGENS	38 4 15 PLANT-BREEDING
8 13 16 PLANT-PATHOLOGY	39 4 9 PROTEINS
9 13 12 PLANT-PESTS	40 4 6 SEEDS
10 11 26 BIOLOGICAL-CONTROL-AGENTS	41 3 9 ALTITUDE
11 11 23 PLANT-PATHOGENIC-FUNGI	42 3 23 BACTERIAL-INSECTICIDES
12 10 8 CONTROL	43 3 17 CLINICAL-ASPECTS
13 10 15 INSECT-CONTROL	44 3 8 CONIDIA
14 8 13 FOREST-TREES	45 3 14 ECTOPARASITES
15 8 15 HUMAN-DISEASES	46 3 8 ENZYMES
16 7 21 MICROBIAL-PESTICIDES	47 3 12 FRUIT-CROPS
17 6 13 INSECTICIDES	48 3 8 GRASSES
18 6 13 PEST-CONTROL	49 3 6 HOSTS
19 5 19 DISEASE-RESISTANCE	50 3 6 MAIZE
20 5 19 ENTOMOGENOUS-FUNGI	51 3 11 MORPHOLOGY
21 5 13 EPIDEMIOLOGY	52 3 10 MORTALITY
22 5 14 FODDER-PLANTS	53 3 20 NATURE-CONSERVATION
23 5 19 MULTIPURPOSE-TREES	54 3 9 PASTURES
24 5 24 PLANT-GENETIC-RESOURCES	55 3 16 PEST-RESISTANCE
25 5 9 TOXICITY	56 3 16 SEED-PRODUCTION
26 4 17 CHEMICAL-CONTROL	57 3 7 SPORES
27 4 7 COFFEE	58 3 17 STIMULANT-PLANTS
28 4 17 DOMESTIC-ANIMALS	59 3 12 TEMPERATURE
29 4 13 FORMULATIONS	60 3 7 TOXINS
30 4 20 FUNGAL-INSECTICIDES	61 3 17 YIELD-COMPONENTS

62 3 7 YIELDS



**Año 1998**

N	F	L	Descriptor	53	8	23	New-Geographic-Records
1	46	16	Plant-Pathogens	54	8	11	Root-Crops
2	39	15	Plant-Diseases	55	8	10	Seedlings
3	37	5	Soil	56	8	17	Tropical-Forests
4	33	10	Parasites	57	7	17	Clinical-Aspects
5	31	23	Plant-Pathogenic-Fungi	58	7	12	Development
6	28	16	Plant-Pathology	59	7	8	Erosion
7	27	15	Human-Diseases	60	7	24	Experimental-Infections
8	24	13	Insect-Pests	61	7	13	Forest-Trees
9	23	24	Agricultural-Entomology	62	7	14	Grain-Legumes
10	19	10	Sugarcane	63	7	11	Harvesting
11	17	12	Plant-Pests	64	7	11	Irrigation
12	16	11	Evaluation	65	7	11	Life-Cycle
13	16	7	Fruits	66	7	8	Malaria
14	15	19	Biological-Control	67	7	10	Mortality
15	15	8	Cassava	68	7	26	Plant-Parasitic-Nematodes
16	15	12	Fruit-Crops	69	7	10	Potassium
17	15	6	Seeds	70	7	11	Resistance
18	12	26	Biological-Control-Agents	71	7	6	Roots
19	12	7	Coffee	72	7	11	Techniques
20	12	8	Control	73	7	17	Yield-Components
21	12	24	Plant-Genetic-Resources	74	6	13	Biodiversity
22	12	7	Yields	75	6	9	Capacity
23	11	9	Analysis	76	6	8	Cereals
24	11	10	Cultivars	77	6	12	Composition
25	11	13	Epidemiology	78	6	10	Diagnosis
26	11	12	Methodology	79	6	19	Disease-Prevalence
27	11	13	Pest-Control	80	6	16	Disease-Vectors
28	11	5	Rice	81	6	6	Genes
29	11	9	Taxonomy	82	6	10	Genotypes
30	11	11	Vegetables	83	6	12	Germination
31	10	17	Characterization	84	6	17	In-Vitro-Culture
32	10	8	Forests	85	6	12	Inoculation
33	10	18	Genetic-Variation	86	6	19	Laboratory-Animals
34	10	7	Growth	87	6	9	Land-Use
35	10	11	Phosphorus	88	6	10	Magnesium
36	10	10	Treatment	89	6	8	Manures
37	10	8	Tropics	90	6	11	Morphology
38	9	9	Antigens	91	6	9	Nitrogen
39	9	12	Fertilizers	92	6	18	Ornamental-Plants
40	9	16	Immune-Response	93	6	23	Paracoccidioidomycosis
41	9	11	Infections	94	6	10	Pathogens
42	9	6	Maize	95	6	20	Soil-Organic-Matter
43	9	15	Organic-Matter	96	6	18	Species-Diversity
44	9	9	Pastures	97	6	12	Sugar-Crops
45	9	18	Plant-Composition	98	6	8	Surveys
46	9	22	Plant-Disease-Control	99	6	22	Tropical-Rain-Forests
47	8	8	Biology	100	5	21	Antiprotozoal-Agents
48	8	24	Cutaneous-Leishmaniasis	101	5	13	Availability
49	8	19	Disease-Resistance	102	5	8	Biomass
50	8	26	Geographical-Distribution	103	5	16	Characteristics
51	8	11	Isoenzymes	104	5	17	Chemical-Control
52	8	11	Nematology	105	5	13	Drug-Therapy

106	5	16	Farming-Systems	160	4	8	Feeding
107	5	10	Flowering	161	4	7	Garlic
108	5	15	Identification	162	4	10	Germplasm
109	5	15	Insect-Control	163	4	8	Grazing
110	5	7	Leaves	164	4	6	Habit
111	5	8	Legumes	165	4	12	Host-Plants
112	5	7	Models	166	4	6	Hosts
113	5	12	Oviposition	167	4	13	Immunization
114	5	12	Parasitoids	168	4	8	Indexes
115	5	15	Plant-Extracts	169	4	13	Interactions
116	5	26	Plant-Pathogenic-Bacteria	170	4	14	Leishmaniasis
117	5	26	Polymerase-Chain-Reaction	171	4	9	Minerals
118	5	13	Polymorphism	172	4	11	Monitoring
119	5	9	Potatoes	173	4	15	Mountain-Areas
120	5	9	Proteins	174	4	16	Natural-Enemies
121	5	10	Responses	175	4	21	Nitrogen-Fertilizers
122	5	17	Seed-Germination	176	4	16	Nutrient-Uptake
123	5	15	Soil-Fertility	177	4	10	Oil-Palms
124	5	21	Spatial -Distribution	178	4	9	Orchards
125	5	17	Stimulant-Plants	179	4	11	Parasitism
126	5	8	Strains	180	4	15	Passion-Fruits
127	5	8	Sucrose	181	4	10	Pathology
128	5	15	Susceptibility	182	4	15	Plant-Breeding
129	5	9	Toxicity	183	4	18	Plant-Development
130	5	6	Trees	184	4	13	Plant-Height
131	5	15	Variety -Trials	185	4	15	Plant-Residues
132	5	6	Weeds	186	4	19	Population -Density
133	5	13	Yield-Losses	187	4	10	Predators
134	4	11	Acid-Soils	188	4	11	Properties
135	4	9	Altitude	189	4	33	Random-Amplified-Polymorphic-Dna
136	4	11	Antibodies	190	4	9	Research
137	4	21	Artificial-Selection	191	4	9	Residues
138	4	10	Behaviour	192	4	8	Reviews
139	4	19	Beneficial-Insects	193	4	9	Salinity
140	4	19	Biomass-Production	194	4	5	Sand
141	4	14	Biotechnology	195	4	9	Savannas
142	4	9	Cabbages	196	4	11	Soil-Fauna
143	4	8	Calcium	197	4	8	Soil-Ph
144	4	11	Carnations	198	4	8	Tillage
145	4	8	Climate	199	4	15	Tissue-Culture
146	4	7	Colour	200	4	16	Tropical-Fruits
147	4	8	Conidia	201	4	24	Varietal -Susceptibility
148	4	5	Cows	202	4	10	Varieties
149	4	11	Crop-Yield	203	4	11	Watersheds
150	4	12	Cultivation	204	3	21	Amino -Acid-Sequences
151	4	10	Cytokines	205	3	18	Application-Rates
152	4	7	Damage	206	3	7	Assays
153	4	12	Degradation	207	3	9	Avocados
154	4	14	Determination	208	3	8	Bananas
155	4	10	Emergence	209	3	22	Botanical-Composition
156	4	16	Enzyme-Activity	210	3	13	Bulk-Density
157	4	8	Enzymes	211	3	13	Case-Reports
158	4	7	Fallow	212	3	9	Chelates
159	4	10	Fecundity	213	3	21	Chemical -Composition

214	3	14	Clay-Fraction	268	3	25	Opportunistic-Infections
215	3	6	Cocoa	269	3	4	Ova
216	3	12	Communities	270	3	8	Oxisols
217	3	12	Crop-Damage	271	3	14	Particle-Size
218	3	17	Cultural-Control	272	3	14	Pathogenicity
219	3	14	Decomposition	273	3	16	Pest-Resistance
220	3	11	Deficiency	274	3	11	Pesticides
221	3	14	Deforestation	275	3	20	Physical-Properties
222	3	8	Density	276	3	14	Plant-Density
223	3	10	Detection	277	3	24	Plant-Growth-Regulators
224	3	21	Developmental-Stages	278	3	17	Plant-Morphology
225	3	8	Discing	279	3	20	Population-Genetics
226	3	15	Disease-Models	280	3	22	Potassium-Fertilizers
227	3	21	Disease-Transmission	281	3	14	Precipitation
228	3	8	Ecology	282	3	10	Predation
229	3	11	Ecosystems	283	3	11	Processing
230	3	6	Elisa	284	3	13	Productivity
231	3	19	Entomogenous-Fungi	285	3	14	Promastigotes
232	3	21	Environmental-Impact	286	3	8	Quality
233	3	13	Erythrocytes	287	3	7	Quartz
234	3	11	Estimation	288	3	14	Recombination
235	3	11	Extraction	289	3	16	Reservoir-Hosts
236	3	9	Flooding	290	3	6	Roses
237	3	8	Flowers	291	3	10	Rotations
238	3	7	Forage	292	3	7	Runoff
239	3	11	Fungicides	293	3	9	Sampling
240	3	33	Geographical-Information-Systems	294	3	19	Seasonal-Variation
241	3	10	Helminths	295	3	9	Sediment
242	3	9	Horizons	296	3	15	Seed-Treatment
243	3	8	Hybrids	297	3	21	Shifting-Cultivation
244	3	24	Immunocompromised-Hosts	298	3	6	Slope
245	3	9	In-Vitro	299	3	7	Sodium
246	3	10	Infection	300	3	18	Soil-Conservation
247	3	20	Innovation-Adoption	301	3	17	Soil-Degradation
248	3	13	Insecticides	302	3	16	Soil-Management
249	3	27	Integrated-Pest-Management	303	3	16	Soil-Properties
250	3	11	Interferon	304	3	14	Soil-Salinity
251	3	5	Iron	305	3	10	Soyabeans
252	3	10	Isolation	306	3	7	Spread
253	3	19	Lactation-Duration	307	3	7	Stress
254	3	16	Leaf-Area-Index	308	3	15	Sustainability
255	3	8	Lesions	309	3	9	Symptoms
256	3	10	Longevity	310	3	12	Temperature
257	3	8	Mapping	311	3	15	Transformation
258	3	11	Merozoites	312	3	15	Tropical-Crops
259	3	14	Messenger-Rna	313	3	5	Urea
260	3	11	Milk-Yield	314	3	22	Vector-Borne-Diseases
261	3	22	Monoclonal-Antibodies	315	3	23	Vegetative-Propagation
262	3	19	Multipurpose-Trees	316	3	10	Vibration
263	3	18	Mycorrhizal-Fungi	317	3	10	Virulence
264	3	12	Mycorrhizas	318	3	19	Volcanic-Ash-Soils
265	3	12	New-Species	319	3	12	Wild-Plants
266	3	25	Nitrogen-Fixing-Bacteria	320	3	15	Wild-Relatives
267	3	7	Onions	321	3	5	Zinc

322 3 10 Zymodemes

**Año 1999**

N	F	L	Descriptor				
				52	9	10	Diagnosis
				53	9	26	Geographical -Distribution
1	70	16	Plant-Pathogens	54	9	7	Growth
2	67	15	Plant-Diseases	55	9	16	Immunodiagnosis
3	44	23	Plant-Pathogenic-Fungi	56	9	17	In-Vitro-Culture
4	42	24	Agricultural -Entomology	57	9	8	Sucrose
5	42	16	Plant-Pathology	58	9	12	Temperature
6	33	15	Human-Diseases	59	8	8	Cereals
7	31	7	Fruits	60	8	8	Climate
8	29	18	Ornamental -Plants	61	8	17	Clinical-Aspects
9	25	26	Biological -Control -Agents	62	8	12	Cut-Flowers
10	25	8	Tropics	63	8	16	Drug-Resistance
11	24	19	Biological -Control	64	8	6	Genes
12	22	10	Parasites	65	8	10	Germplasm
13	22	12	Plant-Pests	66	8	11	Infections
14	21	22	Plant-Disease-Control	67	8	7	Leaves
15	21	9	Taxonomy	68	8	12	Methodology
16	20	8	Control	69	8	10	Mortality
17	20	16	Natural -Enemies	70	8	12	Parasitoids
18	19	10	Cultivars	71	8	11	Phosphorus
19	19	13	Insect -Pests	72	8	15	Plant -Breeding
20	19	10	Sugarcane	73	8	24	Plant -Genetic -Resources
21	17	6	Seeds	74	8	8	Reviews
22	16	11	Carnations	75	8	9	Tomatoes
23	15	13	Epidemiology	76	7	21	Antiprotozoal -Agents
24	15	11	Evaluation	77	7	8	Bananas
25	15	26	Plant-Pathogenic-Bacteria	78	7	19	Beneficial -Insects
26	14	21	Disease-Transmission	79	7	14	Biotechnology
27	14	16	Disease-Vectors	80	7	8	Calcium
28	14	7	Forage	81	7	4	Dna
29	14	12	Fruit-Crops	82	7	8	Ecology
30	14	16	Fungal -Diseases	83	7	6	Elisa
31	14	13	Pest-Control	84	7	16	Entomopathogens
32	13	19	Disease-Resistance	85	7	14	Grain -Legumes
33	12	8	Cassava	86	7	8	Grazing
34	12	7	Coffee	87	7	6	Hosts
35	12	8	Flowers	88	7	9	In-Vitro
36	12	19	Molecular -Genetics	89	7	15	Insect -Control
37	12	11	Vegetables	90	7	9	Land-Use
38	11	8	Forests	91	7	8	Legumes
39	11	26	Polymerase-Chain-Reaction	92	7	6	Maize
40	11	5	Soil	93	7	9	Nitrogen
41	11	8	Surveys	94	7	10	Nutrients
42	10	16	Chagas'-Disease	95	7	14	Pathogenicity
43	10	17	Chemical -Control	96	7	17	Plant -Morphology
44	10	18	Genetic-Variation	97	7	26	Plant -Parasitic-Nematodes
45	10	9	Pastures	98	7	10	Potassium
46	10	11	Root-Crops	99	7	13	Reproduction
47	10	16	Seed-Production	##	7	8	Strains
48	10	15	Susceptibility	##	7	19	Varietal -Reactions
49	10	11	Techniques	##	7	10	Varieties
50	9	11	Antagonism	##	7	17	Yield -Components
51	9	12	Antagonists	##	7	7	Yields

##	6	11	Antibodies	##	5	15	Seroprevalence
##	6	14	Antimalarials	##	5	15	Sugar-Industry
##	6	21	Chemical -Composition	##	5	17	Tropical-Forests
##	6	15	Chrysanthemums	##	5	15	Wild-Relatives
##	6	16	Crop-Management	##	5	5	Zinc
##	6	10	Detection	##	4	11	Acid-Soils
##	6	12	Development	##	4	9	Altitude
##	6	22	Diagnostic-Techniques	##	4	17	Animal-Behaviour
##	6	19	Entomogenous-Fungi	##	4	19	Bacterial -Diseases
##	6	15	Fodder-Legumes	##	4	10	Behaviour
##	6	14	Fodder-Plants	##	4	14	Benzyladenine
##	6	9	Genetics	##	4	8	Biomass
##	6	11	Harvesting	##	4	8	Burning
##	6	8	Malaria	##	4	17	Characterization
##	6	17	Medicinal -Plants	##	4	12	Chromosomes
##	6	11	Morphology	##	4	12	Communities
##	6	10	Pathogens	##	4	16	Crop-Production
##	6	11	Pesticides	##	4	24	Cutaneous-Leishmaniasis
##	6	18	Plant-Composition	##	4	9	Cuttings
##	6	15	Plant-Extracts	##	4	19	Disease-Prevalence
##	6	16	Plant-Nutrition	##	4	10	Diversity
##	6	8	Quality	##	4	10	Dwellings
##	6	6	Roses	##	4	11	Ecosystems
##	6	15	Sustainability	##	4	16	Electrophoresis
##	6	9	Symptoms	##	4	8	Enzymes
##	6	11	Tamarillos	##	4	11	Extraction
##	6	15	Viral-Diseases	##	4	8	Feeding
##	5	9	Antigens	##	4	12	Fertilizers
##	5	16	Arthropod-Pests	##	4	15	Forest-Ecology
##	5	13	Biodiversity	##	4	11	Fungicides
##	5	19	Biomass-Production	##	4	10	Genotypes
##	5	12	Chloroquine	##	4	19	Immunofluorescence
##	5	7	Colour	##	4	22	In-Vitro-Regeneration
##	5	5	Cows	##	4	13	Insecticides
##	5	11	Crop-Yield	##	4	13	Interactions
##	5	14	Culture-Media	##	4	7	Losses
##	5	14	Deforestation	##	4	10	Magnesium
##	5	16	Disease-Control	##	4	8	Manures
##	5	11	Dry-Matter	##	4	10	Marketing
##	5	13	Forest-Trees	##	4	20	Mathematical-Models
##	5	9	Habitats	##	4	19	Multipurpose-Trees
##	5	8	History	##	4	16	Nutritive-Value
##	5	28	Host-Parasite-Relationships	##	4	15	Organic-Matter
##	5	12	Inoculation	##	4	11	Parasitism
##	5	14	Leishmaniasis	##	4	12	Performance
##	5	11	Life-Cycle	##	4	16	Pest-Resistance
##	5	13	Life-History	##	4	13	Productivity
##	5	17	Micropropagation	##	4	9	Proteins
##	5	29	Ornamental-Herbaceous-Plants	##	4	9	Pumpkins
##	5	24	Plant-Growth-Regulators	##	4	13	Rain-Forests
##	5	13	Polymorphism	##	4	18	Relative-Humidity
##	5	9	Potatoes	##	4	9	Research
##	5	41	Restriction-Fragment-Length-Polymorphism	##	4	25	Soil-Chemical-Properties
##	5	5	Rice	##	4	15	Soil-Fertility

##	4	8	Storage	##	3	13	Itraconazole
##	4	9	Trapping	##	3	5	Keys
##	4	22	Tropical-Rain-Forests	##	3	10	Knowledge
##	4	5	Urea	##	3	16	Land-Management
##	4	15	Variety-Trials	##	3	10	Longevity
##	3	13	Agroforestry	##	3	12	Massecuities
##	3	15	Animal-Ecology	##	3	11	Milk-Yield
##	3	21	Beneficial-Organisms	##	3	21	Mineral-Deficiencies
##	3	23	Biological-Development	##	3	18	Mineral-Nutrition
##	3	8	Biology	##	3	17	Mixed-Infections
##	3	6	Blood	##	3	4	Naa
##	3	6	Boron	##	3	11	Nematology
##	3	12	Broadleaves	##	3	23	New-Geographie-Records
##	3	7	Callus	##	3	13	Nomenclature
##	3	13	CaseReports	##	3	22	Nutrient-Deficiencies
##	3	17	Climatic-Factors	##	3	16	Nutrient-Uptake
##	3	5	Coat	##	3	10	Oil-Palms
##	3	18	Complementary-Dna	##	3	12	Oviposition
##	3	14	Contamination	##	3	8	Oxisols
##	3	23	Continuous-Vacuum-Pans	##	3	15	Pasture-Plants
##	3	19	Control-Programmes	##	3	12	Plantations
##	3	12	Cover-Crops	##	3	7	Policy
##	3	15	Cryptococcosis	##	3	20	Population-Dynamics
##	3	17	Cultural-Control	##	3	20	Population-Genetics
##	3	16	Decision-Making	##	3	14	Precipitation
##	3	11	Deficiency	##	3	10	Predators
##	3	6	Diets	##	3	11	Production
##	3	18	Dna-Amplification	##	3	14	Pyrimethamine
##	3	22	Equipment-Performance	##	3	11	Quarantine
##	3	24	Experimental-Infections	##	3	9	Ranching
##	3	7	Faeces	##	3	33	Random-Amplified-Polymorphic-Dna
##	3	11	Ferralsols	##	3	13	Risk-Factors
##	3	10	Flowering	##	3	14	Rust-Diseases
##	3	6	Foods	##	3	9	Savannas
##	3	19	Fungal-Antagonists	##	3	11	Seed-Crops
##	3	18	Genetic-Diversity	##	3	13	Seed-Quality
##	3	21	Genetic-Polymorphism	##	3	10	Seedlings
##	3	33	Geographical-Information-Systems	##	3	11	Senescence
##	3	17	Gibberellic-Acid	##	3	9	Serology
##	3	14	Green-Manures	##	3	20	Soil-Organic-Matter
##	3	12	Greenhouses	##	3	11	Soil-Types
##	3	14	Growth-Period	##	3	18	Species-Diversity
##	3	6	Habit	##	3	17	Species-Richness
##	3	12	Host-Plants	##	3	17	Stimulant-Plants
##	3	15	Identification	##	3	16	Sugar-Factories
##	3	12	Improvement	##	3	12	Sulfadoxine
##	3	13	Insect-Traps	##	3	11	Technology
##	3	19	Integrated-Control	##	3	6	Traps
##	3	11	Interviews	##	3	10	Treatment
##	3	5	Iron	##	3	6	Trees
##	3	11	Isoenzymes	##	3	6	Weeds
<b>Año 2000</b>				3	26	15	Human-Diseases
N	F	L	Descriptor	4	22	23	Plant-Pathogenic-Fungi
1	35	16	Plant-Pathogens	5	21	8	Bananas
2	29	15	Plant-Diseases				

6	21	7	Fruits	60	6	10	Selection
7	19	8	Cassava	61	6	8	Soil-Ph
8	17	8	Forests	62	6	10	Sugarcane
9	16	11	Crop-Yield	63	5	10	Aluminium
10	14	10	Parasites	64	5	11	Antibodies
11	14	18	Plant-Composition	65	5	13	Biochemistry
12	14	12	Plant-Pests	66	5	26	Biological-Control-Agents
13	13	21	Chemical -Composition	67	5	8	Biomass
14	13	16	Fungal-Diseases	68	5	13	Bulk-Density
15	12	19	Disease-Resistance	69	5	14	Cell-Invasion
16	11	7	Coffee	70	5	17	Characterization
17	11	16	Disease-Vectors	71	5	7	Cotton
18	11	13	Insect -Pests	72	5	10	Diagnosis
19	11	11	Morphology	73	5	8	Ecology
20	10	7	Growth	74	5	7	Flours
21	10	15	Plant-Extracts	75	5	13	Forest-Trees
22	9	10	Cultivars	76	5	9	In-Vitro
23	9	6	Genes	77	5	11	Infections
24	9	7	Leaves	78	5	12	New-Species
25	9	9	Taxonomy	79	5	23	Phosphorus-Fertilizers
26	8	9	Antigens	80	5	24	Plant-Genetic-Resources
27	8	18	Application-Rates	81	5	13	Plant-Height
28	8	17	Chemical -Control	82	5	12	Populations
29	8	6	Maize	83	5	8	Reviews
30	8	19	Molecular -Genetics	84	5	13	Risk-Factors
31	8	11	Root-Crops	85	5	5	Soil
32	8	20	Soil-Organic-Matter	86	5	11	Soil-Depth
33	8	11	Soil-Types	87	5	10	Soyabeans
34	7	9	Altitude	88	5	18	Species-Diversity
35	7	12	Conferences	89	5	8	Storage
36	7	13	Epidemiology	90	5	17	Tropical-Forests
37	7	13	Erythrocytes	91	4	11	Acid-Soils
38	7	18	Genetic-Diversity	92	4	8	Binding
39	7	18	Genetic-Variation	93	4	17	Binding-Proteins
40	7	9	Genetics	94	4	13	Biodiversity
41	7	10	Genotypes	95	4	23	Biological-Development
42	7	10	Germplasm	96	4	12	Body-Weight
43	7	9	Habitats	97	4	16	Chagas'-Disease
44	7	11	Merozoites	98	4	8	Climate
45	7	9	Nitrogen	99	4	6	Costs
46	7	21	Nucleotide-Sequences	100	4	13	Crop-Quality
47	7	9	Peptides	101	4	22	Diagnostic-Techniques
48	7	11	Phosphorus	102	4	6	Diets
49	7	5	Rice	103	4	19	Disease-Prevalence
50	7	25	Soil-Physical -Properties	104	4	10	Economics
51	6	19	Biological -Control	105	4	22	Environmental-Factors
52	6	11	Chiselling	106	4	11	Evaluation
53	6	21	Disease-Transmission	107	4	16	Food-Processing
54	6	26	Geographical-Distribution	108	4	11	Fungicides
55	6	8	Malaria	109	4	28	Host-Parasite-Relationships
56	6	17	Medicinal -Plants	110	4	6	Hosts
57	6	14	Pathogenicity	111	4	15	Identification
58	6	26	Plant-Pathogenic-Bacteria	112	4	16	Immune-Response
59	6	6	Roots	113	4	12	Mycorrhizas

114	4	21	Nitrogen-Fertilizers	168	3	11	Extraction
115	4	25	Non-Wood-Forest-Products	169	3	12	Feed-Intake
116	4	10	Nutrients	170	3	6	Feeds
117	4	23	Paracoccidioidomycosis	171	3	11	Ferralsols
118	4	9	Pastures	172	3	12	Fertilizers
119	4	10	Pathology	173	3	7	Fodder
120	4	12	Performance	174	3	6	Foods
121	4	3	Ph	175	3	7	Forage
122	4	22	Plant-Disease-Control	176	3	12	Fruit-Crops
123	4	10	Ploughing	177	3	10	Gene-Flow
124	4	26	Polymerase-Chain-Reaction	178	3	21	Genetic-Polymorphism
125	4	22	Potassium-Fertilizers	179	3	10	Granuloma
126	4	8	Poultry	180	3	21	Grassland-Management
127	4	10	Predators	181	3	11	Harvesting
128	4	9	Proteins	182	3	8	Heifers
129	4	8	Quality	183	3	11	Herbicides
130	4	8	Removal	184	3	13	Immunization
131	4	6	Seeds	185	3	10	Incidence
132	4	19	Soil-Water-Content	186	3	21	Indigenous-Knowledge
133	4	8	Strains	187	3	12	Inoculation
134	4	8	Surveys	188	3	13	Insecticides
135	4	16	Synthetic-Diets	189	3	13	Interactions
136	4	11	Techniques	190	3	5	Iron
137	4	12	Temperature	191	3	19	Laboratory-Animals
138	4	8	Tropics	192	3	7	Larvae
139	4	12	Vaccination	193	3	11	Life-Cycle
140	4	10	Vertisols	194	3	5	Lime
141	4	10	Virulence	195	3	6	Lungs
142	4	13	Wild-Animals	196	3	11	Maturation
143	4	15	Wild-Relatives	197	3	11	Metabolism
144	3	8	Alleles	198	3	12	Methodology
145	3	21	Amino-Acid-Sequences	199	3	11	Microscopy
146	3	9	Amylases	200	3	16	Milk-Production
147	3	17	Animal-Behaviour	201	3	7	Models
148	3	22	Antifungal-Properties	202	3	9	Molasses
149	3	11	Antivenoms	203	3	10	Mollisols
150	3	10	Attitudes	204	3	10	Mortality
151	3	14	Biotechnology	205	3	17	Mountain-Forests
152	3	13	CaseReports	206	3	8	Mulches
153	3	9	Children	207	3	9	Mulching
154	3	17	Clinical-Aspects	208	3	18	Mycorrhizal-Fungi
155	3	9	Composts	209	3	11	No-Tillage
156	3	10	Coumarins	210	3	10	Oil-Palms
157	3	8	Cowpeas	211	3	19	Organic-Amendments
158	3	5	Cows	212	3	8	Oxisols
159	3	4	Dna	213	3	12	Parasitoids
160	3	13	Drug-Therapy	214	3	14	Participation
161	3	10	Dwellings	215	3	15	Passion-Fruits
162	3	9	Ecotypes	216	3	7	Plains
163	3	19	Entomogenous-Fungi	217	3	18	Plant-Development
164	3	16	EnzymeActivity	218	3	19	Population-Density
165	3	8	Enzymes	219	3	23	Postharvest-Physiology
166	3	12	Ethnobotany	220	3	10	Potassium
167	3	10	Evolution	221	3	15	Poultry-Manure



222	3	10	Pregnancy
223	3	12	Proteinases
224	3	12	Proteolysis
225	3	19	Rearing-Techniques
226	3	18	Relative-Humidity
227	3	26	Resistance-To-Penetration
228	3	10	Screening
229	3	15	Seed-Treatment
230	3	16	Sex-Differences
231	3	22	Silvopastoral-Systems
232	3	17	Surface-Antigens
233	3	17	Surface-Proteins
234	3	15	Sustainability
235	3	8	Tillage
236	3	10	Tolerance
237	3	7	Toxins
238	3	22	Traditional-Medicines
239	3	6	Trees
240	3	8	Trypsin
241	3	12	Urban-Areas
242	3	15	Variety-Trials

**Años 2002/2003**

<b>N</b>	<b>F</b>	<b>L</b>	<b>Descriptor</b>
1	42	15	Human-Diseases
2	25	13	Insect-Pests
3	22	12	Plant-Pests
4	17	8	Malaria
5	15	26	Biological-Control-Agents
6	14	7	Coffee
7	14	15	Disease-Models
8	14	6	Genes
9	14	16	Plant-Pathogens
10	14	9	Taxonomy
11	13	16	Disease-Vectors
12	13	16	Immune-Response
13	13	12	Methodology
14	12	21	Chemical-Composition
15	12	15	Plant-Diseases
16	11	19	Disease-Resistance
17	11	16	Entomopathogens
18	11	16	Natural-Enemies
19	10	8	Cassava
20	10	10	Diagnosis
21	10	13	Epidemiology
22	10	16	Genetic-Markers
23	10	7	Growth
24	10	10	Mortality
25	9	11	Morphology
26	9	18	Plant-Composition
27	9	23	Plant-Pathogenic-Fungi
28	8	19	Entomogenous-Fungi
29	8	24	Experimental-Infections
30	8	15	Insect-Control
31	8	19	Laboratory-Animals
32	8	7	Leaves
33	8	19	Molecular-Genetics
34	8	12	New-Species
35	8	12	Oviposition
36	8	16	Sex-Differences
37	7	14	Animal-Models
38	7	9	Antigens
39	7	23	Biological-Development
40	7	17	Clinical-Aspects
41	7	7	Fruits
42	7	26	Geographical-Distribution
43	7	8	Strains
44	6	8	Alleles
45	6	19	Biological-Control
46	6	11	Crop-Yield
47	6	10	Cultivars
48	6	6	Diets
49	6	21	Disease-Transmission
50	6	7	Larvae
51	6	21	Nucleotide-Sequences
52	6	9	Peptides
53	6	13	Pest-Control
54	6	12	Vaccination
55	6	6	Women
56	5	5	Cows
57	5	8	Crosses
58	5	19	Disease-Prevalence
59	5	13	Drug-Therapy
60	5	16	Fungal-Diseases
61	5	21	Genetic-Polymorphism
62	5	10	Genotypes
63	5	12	Health-Care
64	5	9	In-Vitro
65	5	10	Longevity
66	5	20	Mathematical-Models
67	5	16	Microsatellites
68	5	14	Morphometrics
69	5	10	Oil-Palms
70	5	12	Parasitoids
71	5	13	Pathogenesis
72	5	24	Plant-Genetic-Resources
73	5	26	Polymerase-Chain-Reaction
74	5	8	Reviews
75	5	6	Roots
76	5	15	Susceptibility
77	5	11	Techniques
78	5	20	Vaccine-Development
79	4	21	Amino-Acid-Sequences
80	4	12	Body-Weight
81	4	12	Chromosomes
82	4	24	Cutaneous-Leishmaniasis
83	4	10	Cytokines
84	4	11	Dairy-Cows
85	4	19	Disease-Prevention
86	4	16	Disease-Surveys
87	4	4	Dna
88	4	21	Environmental-Impact
89	4	8	Enzymes
90	4	13	Erythrocytes
91	4	15	Female-Animals
92	4	17	Food-Consumption
93	4	8	Forests
94	4	18	Genetic-Diversity
95	4	18	Genetic-Variation
96	4	33	Geographical-Information-Systems
97	4	13	Immunization
98	4	17	In-Vitro-Culture
99	4	13	Insecticides

100	4	12	Lethal-Dose	151	3	8	Hybrids
101	4	5	Loci	152	3	4	Igg
102	4	6	Maize	153	3	22	In-Vitro-Regeneration
103	4	17	Medicinal-Plants	154	3	7	Income
104	4	11	Merozoites	155	3	13	Inflammation
105	4	19	Neurocysticercosis	156	3	19	Integrated-Control
106	4	23	New-Geographic-Records	157	3	14	Leishmaniasis
107	4	10	Nutrition	158	3	14	Leptospirosis
108	4	14	Participation	159	3	11	Life-Cycle
109	4	11	Phosphorus	160	3	15	Linkage-Groups
110	4	15	Plant-Breeding	161	3	6	Liver
111	4	10	Predators	162	3	13	Male-Animals
112	4	14	Promastigotes	163	3	13	Mass-Rearing
113	4	13	Reproduction	164	3	10	Neoplasms
114	4	13	Risk-Factors	165	3	9	Nitrogen
115	4	6	Seeds	166	3	22	Nutrient-Availability
116	4	7	Spleen	167	3	18	Nutritional-State
117	4	10	Sugarcane	168	3	16	Nutritive-Value
118	4	17	Surface-Proteins	169	3	14	Pathogenicity
119	4	12	Temperature	170	3	26	Plant-Pathogenic-Bacteria
120	4	9	Zoonoses	171	3	6	Ponds
121	3	7	Access	172	3	19	Population-Density
122	3	10	Aluminium	173	3	20	Population-Dynamics
123	3	12	Amino-Acids	174	3	9	Potatoes
124	3	11	Antibodies	175	3	8	Poultry
125	3	13	Antioxidants	176	3	10	Pregnancy
126	3	6	Beans	177	3	13	Productivity
127	3	13	Biodiversity	178	3	14	Pyrimethamine
128	3	16	Blood-Chemistry	179	3	33	Random-Amplified-Polymorphic-Dna
129	3	13	Case-Reports	180	3	16	Reservoir-Hosts
130	3	13	Case-Studies	181	3	41	Restriction-Fragment-Length-Polymorphism
131	3	14	Cattle-Breeds	182	3	14	Reticulocytes
132	3	17	Chemical-Control	183	3	15	Risk-Reduction
133	3	19	Chemical-Structure	184	3	12	Rural-Areas
134	3	12	Chloroquine	185	3	10	Selection
135	3	7	Clones	186	3	18	Simulation-Models
136	3	6	Costs	187	3	16	Social-Security
137	3	13	Dairy-Cattle	188	3	7	Stress
138	3	22	Diagnostic-Techniques	189	3	9	Survival
139	3	19	Drought-Resistance	190	3	12	Urban-Areas
140	3	10	Effluents	191	3	23	Visceral-Leishmaniasis
141	3	15	Essential-Oils	192	3	19	Volatile-Compounds
142	3	6	Feeds	193	3	14	Water-Quality
143	3	12	Food-Intake	194	3	15	Wild-Relatives
144	3	7	Forage				
145	3	16	Gene-Expression				
146	3	16	Genetic-Mapping				
147	3	8	Genomes				
148	3	10	Germplasm				
149	3	16	Health-Services				
150	3	15	Histopathology				

**Parte IV**

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA  
INVESTIGACIÓN EN ALGUNOS ÁMBITOS DE LA  
SOCIEDAD COLOMBIANA**

## Parte IV

# EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN EN ALGUNOS ÁMBITOS DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA

## Capítulo 1

### El Impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en el Ámbito de la Producción

*Por Abelardo DUARTE REY y  
Jorge Andrés ZAMBRANO<sup>1</sup>*

La tendencia de globalización de los mercados expone por primera vez a las empresas de países en desarrollo a nuevos tipos de presiones competitivas, a una mayor protección de la propiedad privada y a dinámicas de mercado que requieren nuevas competencias organizacionales en las firma.

Una de estas competencias es la capacidad de aplicación de los diversos hallazgos científicos de la sociedad que permitan la creación de nuevos productos, servicios, procesos productivos o sistemas organizativos. Estos son también formas de innovación, pues el aprendizaje organizacional implica una transferencia de conocimiento y mejoras en la competitividad<sup>2</sup>.

El objetivo de este capítulo es crear las bases de unos indicadores y métodos de evaluación que logren la adecuada medición de cómo la investigación ha logrado transformar los procesos productivos, interviniendo en procesos de innovación. Describe distintos enfoques teóricos que se han utilizado para la evaluación del impacto de la ciencia en el ámbito de la producción y los indicadores que de allí han resultado. En la primera sección, hace una síntesis del concepto de sistema de conocimiento y conceptualiza su impacto en el sector productivo. También caracteriza las relaciones entre uno y otro. Expone los principales enfoques teóricos de medición. En la segunda sección describe algunas limitaciones institucionales a la innovación en Colombia. En la tercera, se evalúa el impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en el ámbito del sector productivo, a través de estadísticas provenientes de la convocatoria a grupos de investigación.

---

<sup>1</sup> Orientación metodológica de Clemente Forero P.

<sup>2</sup> Ver Therein (2000), p.2.

## **I. La Innovación como Motor del Desarrollo Económico – Enfoques Teóricos Utilizados**

El desarrollo tecnológico y científico tradicionalmente ha sido vinculado a la riqueza de las naciones. Modelos económicos neoclásicos, como el propuesto por Solow (1956), argumentan que el aumento en los niveles de tecnología aplicada a la producción es el principal causante del desarrollo productivo de las naciones. Por consiguiente el desarrollo científico y tecnológico tiende a ser un problema productivo para los países. Para fomentarlo se han creado todo tipo de instituciones, regulaciones e infraestructuras que facilitan la generación y transferencia del conocimiento con el fin de utilizar apropiadamente nuevas tecnologías productivas.

Existen varias aproximaciones económicas teóricas al problema del desarrollo tecnológico en el sector productivo<sup>3</sup>. La primera es la más tradicional centrada en modelos económicos neoclásicos que intentan explicar el efecto que tienen diferentes variables exógenas sobre el aumento en la productividad. El segundo enfoque, más conocido como la teoría del nuevo crecimiento, endogeniza la tecnología dentro de los modelos e intenta describir la existencia y el efecto de externalidades provenientes del conocimiento y que tienen un impacto sobre la productividad de un país<sup>4</sup>.

El tercero es un enfoque institucionalista que no solo se preocupa por el efecto de variables exógenas sino del sistema en sí que traduce el stock de conocimiento en beneficios productivos. Bajo este enfoque las instituciones, entendidas como las tecnologías sociales que permiten la traducción del conocimiento en aplicaciones productivas son sistemas sociales vitales que explican una baja o alta productividad derivada de la menor o mayor apropiación de conocimiento.

Algunos autores como Metcalfe y Ramlogan (2001) se han encargado de caracterizar el proceso básico de creación de conocimiento y su relación con la economía. Esta clase de estudios retornan a los fenómenos fundamentales de creación del conocimiento con el objetivo de construir una teoría consistente. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, los problemas en el campo de evaluación y medición persisten.

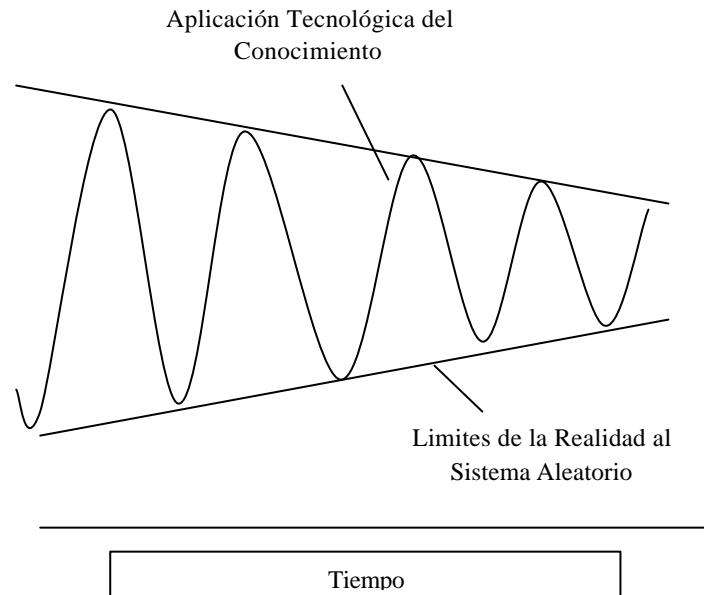
El enfoque institucionalista, aunque menos formal que la teoría económica neoclásica y la nueva teoría del crecimiento, nos provee de herramientas para caracterizar y establecer diferencias entre los diferentes sistemas de creación de conocimiento que existen en el mundo. Metcalfe y Ramlogan (2002:8) generalizan los sistemas de creación de conocimiento y tratan de establecer las limitantes que pueden afectar o acelerar la producción de conocimiento en una sociedad. Bajo estos preceptos el rol de la empresa en el sistema de creación de conocimiento es central. El sistema de creación de conocimiento es un sistema aleatorio, y la guía a este sistema es un proceso de intento y error que prueba la aplicabilidad de ese conocimiento en el mercado. Sin esta guía, un sistema aleatorio se

---

<sup>3</sup> Ver ASIF Report

<sup>4</sup> Ver Gheorgiou et al. (2002), p. 35.

dispersaría y nunca habría una tendencia de desarrollo definida. Las empresas, como institución de este sistema, son las que aplican el nuevo conocimiento y lo validan, en otras palabras son el mecanismo de prueba del proceso aleatorio de intento y error. Gráficamente podría entenderse el concepto de esta manera:



Así mismo de los errores de aplicación emanan nuevas ideas y desarrollos de conocimiento. Metcalfe y Ramlogan (2002) mencionan que así como la empresa es un mecanismo de solución de problemas también es uno de generación de los mismos. Las empresas son el catalizador y el tiempo se entiende como el motor del sistema de creación de conocimiento. La contribución más general de la teoría evolucionista del conocimiento es que los sistemas o marcos institucionales actúan como dinamizadores o limitantes de la aplicación del conocimiento en la producción. Por esta razón los indicadores desarrollados bajo distintos sistemas institucionales pueden ser inútiles al aplicarse a un caso particular.

No existe un consenso general acerca de cual de los enfoque teóricos es el más apropiado para analizar estas relaciones. Gheorgiou et al. (2002: 39), afirman abiertamente que ninguno de los tres explica a cabalidad el proceso de innovación de un país. Además con ninguno de estos métodos se puede señalar exactamente qué variables son las que promueven o impiden la innovación científico-tecnológica.

A pesar de este aparente callejón sin salida, surge una propuesta más. Godin y Doré (2003) han categorizado las distintas dimensiones que pueden tener los impactos. Su importancia radica en que utilizando una perspectiva multicausal intentan recoger todas las formas en que la ciencia puede impactar a la sociedad, sin detenerse en una única teoría.

En este artículo se dividen los impactos en 11 dimensiones: ciencia, tecnología, economía, cultura, sociedad, política, organización, salud, ambiente, lo simbólico y el aprendizaje. La clasificación resulta de varias entrevistas dirigidas a centros de investigación y otros actores sociales. Con el objetivo de recomendar indicadores que permitan medir el impacto de la ciencia en el sector productivo creemos que las dimensiones de la tecnología, la economía y la organización pueden ser reunidos para analizar el ámbito de la producción.

La dimensión de la tecnología se refiere a los impactos tecnológicos. Los productos, procesos y los servicios de innovación así como el saber-hacer técnico son subdimensiones de esta primera dimensión. Para medir el impacto de la ciencia en los productos y procesos se han desarrollado algunos indicadores como el desarrollo y mejoramiento de un producto o un proceso; el valor de las ventas; el número de patentes (solicitadas y otorgadas); el número de licencias otorgadas; el número de usuarios y frecuencia del uso y; las citaciones de la literatura científica en el desarrollo de las patentes.

Para la evaluación del impacto en los servicios de innovación se puede examinar el desarrollo de nuevos servicios y la participación en el mercado de dicho servicio. El impacto en el saber hacer puede ser medido a través del número de individuos u organizaciones que han logrado alcanzar nuevas técnicas.

La dimensión económica se refiere al impacto en la situación presupuestaria de la organización, las fuentes de financiamiento, las inversiones, las actividades productivas y el desarrollo de los mercados. Los indicadores que miden el impacto en la situación presupuestaria son la reducción de los costos operacionales gracias a la introducción de nuevas tecnologías o nuevos procesos. El nivel de ingresos y de beneficios, y la evolución de los precios.

En cuanto a las fuentes de financiamiento se debe observar el nivel de financiamiento a través de capital de acción y a través de capital de riesgo. También es importante examinar el valor de los contratos. Otra forma de evaluar el impacto es a través de la inversión que hace una empresa. Es necesario examinar los recursos de capital humano y físico, y la operación y expansión de la empresa. Para el primer objetivo es importante observar el tipo de trabajos y el nivel de educación que tienen los funcionarios de la empresa. También los recursos que se destinan a la capacitación de ellos.

El impacto en la distribución del activo físico debe observarse el tipo de activos fijos y de materiales, así como las inversiones en dinero de cada uno de ellos. En la operación y expansión de la empresa es necesario tener en cuenta el número de nuevas empresas creadas y el número de subproductos.

En cuestión de producción se debe describir el tipo y valor de bienes y servicios de la empresa. En cuanto al desarrollo del mercado es importante destacar la diversificación del mercado, la importancia de los mercados, el comercio de alta tecnología y el valor de las exportaciones.



La tercera gran dimensión a estudiar es la organizacional. Esta dimensión se ocupa de entender el impacto que la ciencia ejerce en la planeación, la organización del trabajo, la administración y los recursos humanos.

Los impactos en la planeación se demuestran a través de nuevas orientaciones, misiones u objetivos estratégicos. También a través de reestructuraciones administrativas y el número de personas afectadas por dicha reestructuración. El impacto en la organización del trabajo puede ser medido mediante la observación de la asignación del personal; el grado de especialización de los trabajos; la adquisición de técnicas avanzadas de producción; la arquitectura de la red computacional; el valor de las compras en equipos.

En la administración se debe examinar el nivel de calificación y los años de experiencia del personal administrativo; así como la adopción de nuevos métodos en *marketing*, distribución, compras y contabilidad.

En cuanto a recursos humanos es importante caracterizar el número (porcentaje) de nuevos empleados en investigación y desarrollo; el nivel de calificación de la fuerza de trabajo medidos en educación; las disciplinas y especialidades disponibles y; la experiencia y la pericia de los empleados.

Es necesario también evaluar las condiciones de trabajo en una empresa, por eso Godin y Doré proponen indicadores tales como la implementación de nuevas normas o nuevo equipo relacionado con la salud y la seguridad; las perspectivas de trabajo; la tasa de satisfacción del empleado hacia las condiciones laborales otorgadas por la empresa (por eso es importante evaluar las características de los sindicatos); los montos de inversión en capacitación, y; el nivel de los salarios.

El reporte ASIF (2002) propone unas categorías para evaluar el impacto socioeconómico comparables a las anteriores: la económica y la social. El sector productivo es analizado a partir de la última categoría que se divide en tres subcategorías. Un impacto micro donde se evalúa la capacidad y eficiencia de una firma a través de las mejores en productos y procesos. Un segundo nivel meso que examina las redes de innovación. Y un tercer impacto macro donde el mercado y el nivel de la economía aumenta la capacidad y la eficiencia de la firma, e incrementa el stock de conocimiento.

Lo anterior parece ser una salida razonable y útil para evaluar los múltiples impactos. Sin embargo, aparece un gran problema: la medición de la mayoría de estos indicadores parece ser altamente subjetiva y no parece haber una solución práctica que satisfaga las expectativas. A este respecto Godin y Doré identifican tres retos. El primero consiste en distinguir conceptualmente entre el resultado y el impacto. El segundo se refiere a la identificación específica de los mecanismos de transferencia mediante los cuales la ciencia ejerce el impacto. El último de ellos consiste en desarrollar instrumentos e indicadores apropiados y creíbles.

Otros problemas surgen adicionalmente a los anteriores. Existe un retraso entre un avance científico y su aplicación directa a la industria<sup>5</sup>. Este factor es vital pues no se puede intentar observar si hubo una generación de impacto a partir de avances científicos, a menos que se tengan indicios de que ese impacto ya tuvo la oportunidad de generarse. Otro factor para tener en cuenta es que no se puede esperar que el tipo de innovación sea igual en empresas grandes que en empresas pequeñas, lo cual hace incomparables los indicadores entre industrias.

Por otro lado, el análisis del impacto productivo de la ciencia es complicado porque no se pueden examinar las variables como elementos independientes. A este respecto Leysderdoff (2003) propone observar los impactos a través de la teoría de la triple hélice; donde interactúan la universidad, la industria y el gobierno. Al examinar esta relación se encontrará la verdadera información que indica la globalización del conocimiento.

Esta nueva propuesta nace de reunir en un solo enfoque la distinción del tipo de producción de conocimiento llamado 'Modo 2' sugerido por Gibbons et al. (1994) y el modelo de sistemas de innovación visto a través de una perspectiva evolucionista.

Gibbons et al. distingue dos modos de producción de conocimiento. El modo 1 se refiere a la forma tradicional de conocimiento encerrada dentro del marco institucional mientras el modo 2 es considerado como una codificación de la comunicación. Así una comunicación científica puede estar contenida dentro de una institución o incluso dentro de un agente (conocimiento tácito) y/o puede publicarse y ponerse en circulación. De esta manera<sup>6</sup> todas las comunicaciones científicas y técnicas pueden ser traducidas y comparadas con otras comunicaciones desde una perspectiva de ciencia, tecnología y políticas de innovación.

Por lo tanto la comunicación posibilita construir y estabilizar una integración de representaciones de sistemas. Sin embargo estos sistemas subyacentes compiten entre ellos en términos de sus definiciones de las realidades sociales y en términos de las representaciones que se construyen.

Por otro lado, los economistas evolucionarios han sostenido que los sistemas nacionales de innovación son el nivel más importante de integración<sup>7</sup>. El problema es que estos sistemas son continuamente reestructurados bajo el manejo de una "diferenciación global de expectativas", esto implica que los límites casi nunca están bien definidos. Las economías están entretejidas al nivel de mercado y al mismo tiempo participando con corporaciones multinacionales. Por ejemplo, la ciencia se puede organizar internamente pero el gobierno no debe limitarse a realizar políticas internas desconociendo la globalización.

El modelo de la Triple Hélice intenta capturar las dos dinámicas introduciendo la noción de un "revestimiento" que retroalimente los acuerdos institucionales. Cada una de las hélices

---

<sup>5</sup> Mansfield (1995:59) ubica la media de este retraso en 7 años

<sup>6</sup> Ver Leydesdorff (2003), p. 17.

<sup>7</sup> Ver Lundvall (1992) y Nelson (1993)

se desarrolla internamente pero interactúan a través de intercambios de bienes y servicios y en términos de expectativas basadas en el conocimiento. Las distintas dinámicas deben ser distinguidas de tal forma que las dinámicas entre las dimensiones puedan ser medidas mediante indicadores algorítmicos. Los indicadores cuantitativos permiten estudiar la producción y comunicación del conocimiento en términos de las trazas que las comunicaciones dejan atrás. Las simulaciones intentan capturar las operaciones y sus posibles interacciones.

## **II. Algunas Limitaciones Institucionales a la Innovación Tecnológica en Colombia**

### **A. Inexistencia de un Mercado de Capitales en la Economía Colombiana**

En los países desarrollados los mercados de capitales son una fuente de financiación a largo plazo, de bajo costo y ampliamente utilizadas. En Colombia la inexistencia de un mercado de capitales ha sido un factor retardante para el desarrollo económico del país. Aunque pareciera que es un problema de poca riqueza la explicación de fallas institucionales cada vez cobra más fuerza en la literatura.

El rol de la financiación de la investigación y desarrollo en las empresas por vías distintas a la deuda es un elemento importante en la dinámica de la innovación en el sector productivo. Bronwyn Hall (1992) encontró que existe una correlación negativa entre el endeudamiento y los niveles de investigación y desarrollo de las empresas. Hall (2002) también menciona que en compañías con altos niveles de investigación y desarrollo, el costo de capital es más alto, lo que es congruente con el factor de riesgo al que se exponen las inversiones en este tipo de empresas. Además de esto, Hall (2002) en el mismo artículo menciona, que la actividad de inversión de capital de riesgo, que es la más importante fuente de financiación de ideas emprendedoras en países desarrollados, necesita de mercados de capitales profundos que le den salidas a los inversionistas una vez la idea de negocio ha madurado lo suficiente.

La razón por la que los mercados de capitales son tan importantes es que proveen liquidez a la inversión en una economía. Los altos niveles de riesgo de las firmas intensivas en innovación las hacen incompatibles a créditos por parte del sector financiero. Esto necesariamente desemboca en la financiación de capital de riesgo el cual solo existe si a su vez funciona un mercado de capitales que le de liquidez al capital en la economía.

### **B. No aplicabilidad de los indicadores de patentes para evaluar la innovación en Colombia**

Ya hemos descrito la dinámica de la innovación de tipo incremental y la de tipo radical. Por lo general la primera se da en innovaciones de proceso de producción o perfeccionamiento de producto. Esto no quiere decir que una empresa grande no pueda realizar innovaciones incrementales, por lo contrario, se realizan y con bastante frecuencia. En cambio la innovación radical requiere de grandes capitales, con esfuerzos de I+D bastante intensivos en capital, equipos y conocimiento. En Colombia las innovaciones de tipo incremental son

más frecuentes, no solo por el tamaño reducido de las empresas, sino entre otras cosas por la no disponibilidad del capital financiero necesario para crear empresas que sean intensivas en innovación y desarrollo.

El problema radica en que las innovaciones incrementales no alcanzan el grado de novedad y de originalidad necesaria para establecer una patente. Esto es el primer limitante en el sistema de patentes colombiano, que los desarrollos muchas veces no son lo suficientemente novedosos para ser considerados para una patente. Esta tendencia ha comenzado a cambiar especialmente en áreas como la biotecnología donde las ventajas comparativas en biodiversidad y los esfuerzos generales de la sociedad para desarrollar conocimientos y capacidades científicas han empezado a dar sus frutos. Por ejemplo, en los últimos años, las compañías de abogados se han visto en la necesidad de contratar biólogos para poder manejar los elementos técnicos de las patentes de biotecnología que registran. La biotecnología es parte importante de la capacidad innovadora de Colombia desde finales de los años noventa.

### **C. La inexistencia de incentivos para innovar**

En el caso de la innovación científica en países de desarrollo es importante entender que aunque existan las competencias o capacidades científicas necesarias para innovar, no necesariamente se aplicaran estas capacidades al sector productivo. Para que esto ocurra el mercado tiene que estar en capacidad de proveerle al agente creador los beneficios derivados de la innovación. Como ya se mencionó anteriormente, el tema de la investigación y desarrollo científico es un problema netamente productivo. El problema en Colombia no solo es la limitada capacidad científica en infraestructura y en capital humano sino también la inexistencia de unas dinámicas de mercado desarrolladas.

Aun cuando los beneficios de la innovación sean realizables a través del mercado es importante que el agente innovador pueda percibir o prever ex ante los beneficios de la innovación que se proponga a realizar. En otras palabras, no solo es importante la posibilidad de realización de los incentivos, sino también un ambiente institucional adecuado en el mercado donde el empresario siente que no corre demasiado riesgo gestionando una innovación.

De esta manera son dos las causas de la falla de incentivos para la innovación. La capacidad de mercado en traducir las capacidades científicas en beneficios económicos y la percepción del empresario en que la inversión tiene beneficios realizables. Es así que empiezan a nivel micro a intervenir las instituciones como agentes aceleradores o retardantes del proceso de innovación.

### **III. El Impacto de la Investigación Sobre el Sector Productivo Visto a Través de los Grupos de Investigación<sup>8</sup>**

Desde su creación el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología tiene como unidad organizativa básica el grupo de investigación<sup>9</sup>. Este fundamento del sistema tiene algunas ventajas y desventajas sobre otros modelos de organización de la ciencia. De la misma manera, el análisis de un sistema de Ciencia y Tecnología basado en grupos es distinto a uno basado en otro tipo de organizaciones como, por ejemplo, los centros de investigación. Este capítulo analiza la información disponible de los grupos de investigación e intenta precisar el tipo de impacto que tiene la ciencia en este ámbito de la sociedad.

El grupo de investigación es por naturaleza un sub-sistema dinámico, de un menor grado de institucionalización y de múltiples formas de composición de sus agentes. Por ejemplo, un grupo de investigación puede tener investigadores de diferentes instituciones o países, recibir financiación de diversas fuentes y tiene una mayor autonomía en sus decisiones de inversión y en el direccionamiento de sus actividades<sup>10</sup>. El grupo inclusive puede llegar a convertirse en una organización independiente o en un centro de investigación en etapas avanzadas de su desarrollo. Esta multiplicidad de caminos evolutivos, de libertad en sus decisiones y su autonomía de las instituciones clásicas de la ciencia, hacen del grupo un actor difícil de caracterizar y entender.

Por otro lado fundamentar un sistema de ciencia y tecnología en de grupos de investigación trae ciertas desventajas. Una de ellas es la fragilidad que tiene la continuidad de su trabajo, ya que por ser un agente independiente tiene problemas para conseguir una financiación constante. Además, el capital intelectual, que es el conocimiento residente en cada uno de sus investigadores, se convierte en un factor crítico. Esto ocurre porque el nivel de institucionalidad en los grupos es bajo. En una organización, el grado de formalismo en las relaciones sociales o institucionalidad, es el que le permite al grupo como organización, apropiarse del conocimiento y perdurarlo cuando el individuo esté ausente. Entre menos institucionalidad haya en la organización menos apropiación del conocimiento individual habrá, y por lo tanto más dependiente será la organización del individuo. Por eso puede ocurrir que desaparezcan grupos en los cuales falta una persona que simplemente era demasiado importante.

En los últimos años se han venido formando nuevas teorías donde se propone un nuevo rol de los grupos de investigación en la sociedad. Teóricos del sistema científico como Etzkowitz y Leydesdorff resaltan el carácter dinámico de los grupos de investigación y orientan la evolución de los mismos hacia una integración muy fuerte con el sector

---

<sup>8</sup> Sección Preparada por Abelardo Duarte Rey. [abelardo@cable.net.co](mailto:abelardo@cable.net.co) . Versión 22 de Abril de 2004

<sup>9</sup> El papel de los grupos de investigación en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología es ampliamente discutido en el documento CONPES 3080. El rol de ellos es central en el sistema.

<sup>10</sup> El documento CONPES 3080 define a los grupos como “Los grupos y centros de investigación expresan la forma moderna y más activa de organización de la actividad investigativa y científica.” En: <http://www.colciencias.gov.co/sneyt/pdfs/conpes3080.pdf>

productivo. Por ejemplo, en el nuevo esquema de la universidad empresarial, propuesto en la teoría de la triple hélice, Etzkowitz (2003) afirma que los grupos de investigación empezarán a comportarse cada vez más como firmas independientes, lo que el llama “cuasi-firmas”. Incluso al final de un proceso de desarrollo el grupo de investigación podría separarse de la universidad y convertirse en una empresa totalmente inmersa en el mercado; pasaría a ser una firma través de un *Spin-Off*<sup>11</sup>. Etzkowitz nota que todas las condiciones se están dando para que los grupos de investigación funcionen como agentes productivos y esta es una de las perspectivas que debe tener Colombia en la evolución del sistema científico colombiano en el futuro.

Este cambio de orientación de los objetivos y actuar de la ciencia es un golpe duro al sistema actual, donde se considera que la ciencia evoluciona a medida que se institucionaliza en una sociedad en organizaciones de orientación pública, como centros de investigación y otros anexos a instituciones privadas clásicas como lo es la Universidad. Lo que proponen autores como Etzkowitz es que de instituciones como la universidad o un centro de investigación público empiecen a desprenderse toda clase de firmas y organizaciones que generen riqueza y sean capaces de apropiarse de los beneficios que genera el avance científico y tecnológico.

Muchas cosas tienen que darse para que este tipo de dinámicas aparezcan en países como Colombia. Como veremos más adelante es preocupante la situación de incentivos existentes para innovar en Colombia. Sistemas de protección a la propiedad intelectual tienen que desarrollarse mucho más, pues sin la protección a la propiedad privada un sistema de mercado no puede funcionar bien.

### **La fuente de Información para el Análisis: La Convocatoria de Grupos 2002**

La Convocatoria de Grupos de COLCIENCIAS 2002 tiene como objetivos:

1. Recolectar información sobre los investigadores, innovadores y grupos de investigación científica o tecnológica del país, sobre sus actividades y los resultados logrados y sobre las distintas estrategias empleadas para el desarrollo de su acción.
2. Organizar la información recolectada para generar perfiles individuales y colectivos sobre los grupos reconocidos por Colciencias y seleccionar el conjunto de grupos de referencia que refleje las fortalezas del país en cuanto a capacidad científica y tecnológica.

---

<sup>11</sup> Los *Spin-Off* son operaciones corporativas donde una compañía separa una o más unidades de negocio y forma a partir de ellas empresas más pequeñas y especializadas. Una definición más formal puede encontrarse en: <http://www.sec.gov/answers/spinoffs.htm>. Este término también es utilizado por Etzkowitz (2003).

3. Convertir la convocatoria y sus resultados en herramienta de orientación para el diseño de políticas de apoyo, fortalecimiento y sostenibilidad de los grupos de investigación científica o tecnológica del país.

Fuente: <http://www.colciencias.gov.co/>

La información recogida por esta convocatoria se convierte en un medio para la medición del impacto de la investigación en los diferentes ámbitos del país. Para el sector productivo se intentó obtener información a partir de dos vías, primero se preguntó que empresas apoyaron a grupos de investigación del país y segundo se preguntó por los productos de nuevo conocimiento que pueden generar impacto en el ámbito productivo. Este capítulo se dedicará a analizar el impacto de los grupos de investigación y su relación que hay entre los grupos de investigación y el sector productivo.

### **Las Empresas que se Relacionan con los Grupos de Investigación en Colombia.**

El módulo GrupLAC de la convocatoria preguntó que empresas tienen contacto con cada grupo de investigación. Más exactamente se buscaba “conocer las relaciones existentes entre grupos de investigación y empresas y su forma de retribución, buscando reflejar el fortalecimiento de las interfaces entre actividades de investigación y actividades productivas de bienes y servicios.”<sup>12</sup> El fin de este mecanismo es tener información sobre la dinámica entre Ciencia y Sector Productivo haciendo énfasis en los incentivos que da el sector productivo al SNCyT.

Utilizando una consulta del 17 de Noviembre de 2003 de la base de datos de la Convocatoria de Grupos 2002, se observó que el número de grupos que reportó tener una relación con alguna empresa fue 930 de un total de 1941 grupos, lo que equivale al 47.96%. Los grupos además, tienden a mencionar a más de una empresa en sus reportes, ubicándose el promedio en 6,30 empresas por grupo. Aunque no es posible asumir que todos los grupos que se presentaron a la convocatoria diligenciaron su información completa, se trabajará con esta información haciéndole un análisis completo y exhaustivo. Esta información tiene las características de una muestra estadística, por lo que es posible hacer un análisis relativamente confiable de la relación entre ciencia y sector productivo. Además, durante esta sección se mantendrá una visión positiva de la recolección de información que se realizó en la convocatoria. No se entrarán en discusiones sobre la calidad de la información ya que la convocatoria, como mecanismo de recolección, está en constante evolución y perfeccionamiento, y es un esfuerzo que bien merece la pena hacerse. Solo con mecanismos como estos se contará con información necesaria para evaluar el impacto y planear estratégicamente el futuro de la ciencia en Colombia.

Para nuestro estudio el primer paso fue caracterizar el tipo de empresas que se relacionan los grupos de investigación. Por la alta cantidad y diversidad de empresas reportadas, las variaciones en el nombre de las mismas y la imposibilidad de utilizar otro tipo de

---

<sup>12</sup> La fuente es el glosario de la aplicación GrupLAC en Línea.

información, como el NIT, para identificar las empresas individualmente, fue imposible normalizar el total de empresas que se relacionan en la muestra de 930 grupos. Sin embargo, si se obtuvo la información de sector de actividad económica de las empresas, reportado por los mismos directores de grupo. Para mirar la relación de los grupos de investigación en Colombia con los sectores de actividad económica, primero se tuvo que considerar la intervención unitaria de cada sector por grupo. De esta manera si dos empresas de un mismo sector tienen relación con un grupo de investigación, esta asociación se reportará solo una vez para este primer nivel de análisis. Esto indica la relación existente entre los grupos y un sector de actividad económica en particular, independientemente del número de empresas del sector con las que tienen relación. Más adelante se examinará la concentración de los sectores en los grupos de investigación como indicador de intensidad que existe en la relación entre los grupos de investigación y los sectores productivos.

En la consulta que se hizo a la base de datos de grupos las empresas reportan tener contacto con 238 sectores distintos, el cual es un número demasiado amplio para hacer cualquier análisis. Por esto se decidió agregar estos sectores en no más de 20 categorías. Este es un problema metodológico complejo y además cualquier categorización que se haga de un conjunto de datos amplio implica la pérdida de información valiosa. La clasificación utilizada por la convocatoria de grupos es una similar a la ISIC (CIU) proveniente de la División de Estadísticas de las Naciones Unidas, que adaptó el DANE para Colombia. Con base en los códigos de sector utilizados en la convocatoria de Grupos se pudo asimilar la clasificación de actividades económicas de la convocatoria a los grandes sectores de la ISIC (CIU) Rev. 3.1. La clasificación más amplia del sistema CIU revisión 3.1 tiene 17 categorías, las cuales son:

<b>Primeros dos Dígitos del Código CIU</b>	<b>Nombre del Sector de Actividad</b>
10	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura
15	Pesca
20	Explotación de minas y canteras
25	Industrias manufactureras
30	Suministro de electricidad, gas y agua
35	Construcción
40	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos
45	Hoteles y restaurantes
50	Transporte, almacenamiento y comunicaciones
55	Intermediación financiera
60	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler
65	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria
70	Enseñanza
75	Servicios sociales y de salud
80	Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales
85	Hogares privados con servicio doméstico
90	Organizaciones y órganos extraterritoriales



Estos sectores serán la base de agregación que se utilizará en esta sección del estudio. Así mismo se tradujeron de los 238 sectores del portugués al español, ya que para este nivel de detalle no fue posible asimilar el código la clasificación CIIU al en la convocatoria de grupos. Lo único que parecía tener una clasificación similar era los 17 grandes sectores de actividad económica mencionados anteriormente.

La clasificación ISIC Rev 3.1<sup>13</sup>, que se utilizó, tiene sus deficiencias si se quiere evaluar el impacto sobre el sector productivo. Por ejemplo, esta clasificación no diferencia entre bienes de consumo cíclicos y no cíclicos; tampoco reconoce los materiales básicos como categoría independiente, ni industrias importantes como la de tecnología. De igual forma, no se considera la naturaleza del riesgo de negocio ni las similitudes en desempeño de los negocios por sector o industria. Esta clasificación no esta orientada hacia el desempeño productivo de las empresas, aspecto crucial en el tema de evaluación de impacto.<sup>14</sup> Sin embargo por motivos de consistencia metodológica nos es imposible recategorizar los sectores o empresas en una nueva clasificación.

Los Resultados obtenidos fueron interesantes. Viendo las intervenciones individuales de los sectores en las actividades de los grupos, sin tener en cuenta el número de empresas, se dan los resultados de la siguiente tabla. El número en la columna derecha es la cantidad de grupos que reportaron tener alguna relación con el sector en la columna izquierda. De esta manera, si el sector sale reportado dos veces por el mismo grupo, en dos organizaciones distintas con las que se tuvo algún vínculo, esta relación se contará solo como una:

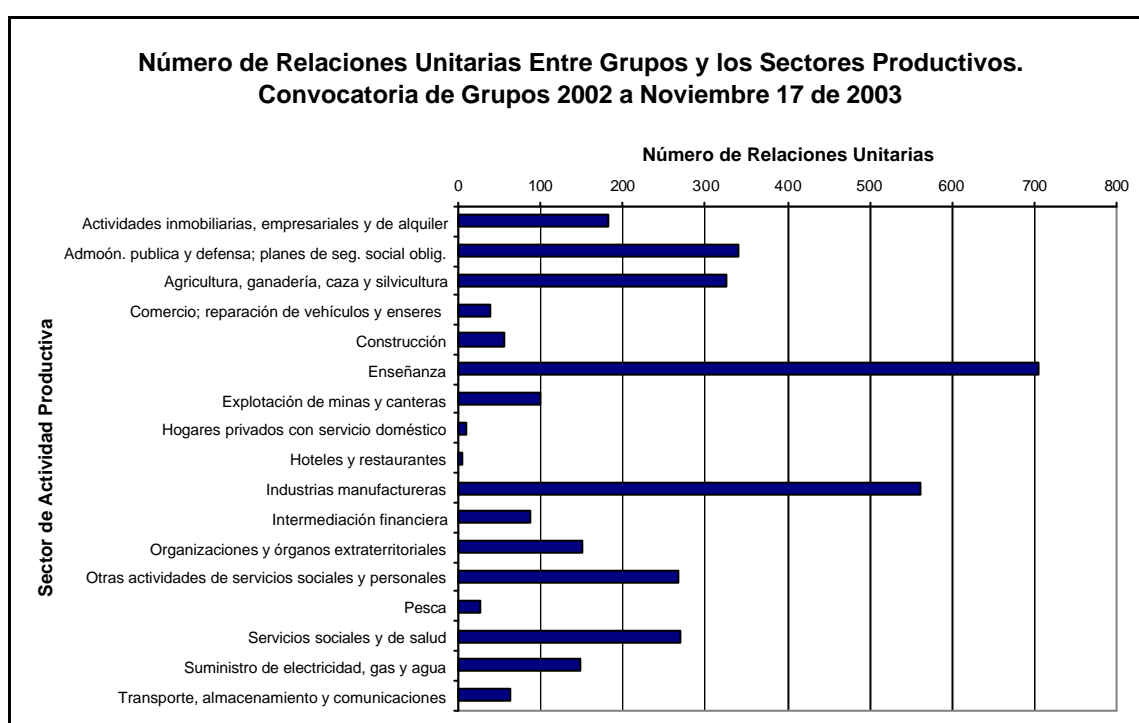
<b>Sector de Actividad Económica - Clasificación Amplia CIIU</b>	<b>No de Intervenciones Unitarias en Grupo</b>
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	182
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	341
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	326
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos	38
Construcción	56
Enseñanza	706
Explotación de minas y canteras	99
Hogares privados con servicio doméstico	10
Hoteles y restaurantes	5
Industrias manufactureras	562
Intermediación financiera	88
Organizaciones y órganos extraterritoriales	151

<sup>13</sup> Esta clasificación está disponible en: <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regct.asp?Lg=3>

<sup>14</sup> Otras clasificaciones como la de las bolsas de acciones de Estados Unidos tienen un enfoque netamente productivo que es más útil en ciertos aspectos de evaluación. Estas clasificaciones tienen más en cuenta el desempeño de las firmas y la valoración del riesgo no sistémico de los negocios. Un listado de industrias y sectores de una clasificación de este tipo puede encontrarse en la siguiente dirección: [http://biz.yahoo.com/ic/ind\\_index.html](http://biz.yahoo.com/ic/ind_index.html)

Sector de Actividad Económica - Clasificación Amplia CIU	No de Intervenciones Unitarias en Grupo
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	268
Pesca	26
Servicios sociales y de salud	270
Suministro de electricidad, gas y agua	149
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	63
<b>Total general</b>	<b>3340</b>

La forma de leer esta tabla es, por ejemplo, 182 grupos reportaron tener relaciones con organizaciones del sector de actividad económica “Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler”. En un gráfico esta tabla se ve así:



Sobresale la educación (enseñanza), lo que muestra la fuerte relación existente entre la ciencia y la tecnología y empresas del sector educativo. La Industria manufacturera también sale reportada un alto número de veces lo que manifiesta una predilección de los grupos hacia las actividades de manufactura, en vez de actividades agrícolas y de salud. Así mismo se ve el papel importante que juega el estado en sus relaciones con los grupos. Muchas de las organizaciones públicas mencionadas por los directores de grupo son de economía mixta y por lo tanto tienen actividades netamente productivas. Este es el caso de muchas empresas de servicios públicos que aparecen reportadas.

Esta información debe verse a la luz de un dato importante, de los 1941 grupos que había registrados en la convocatoria 899 reportaron los sectores de actividad económica. Si se toma este total como una muestra estadística se puede saber un valor aproximado de las relaciones existentes entre los grupos y las empresas o instituciones colombianas. Esto solo se puede hacer después de haber considerado para cada grupo las relaciones sectoriales repetidas como una sola. Para saber el porcentaje de grupos que tuvieron relación con cada sector productivo simplemente se divide el número de ocurrencias de la tabla anterior por los 899 grupos y se obtiene la siguiente tabla:

<b>Sector de Actividad Empresarial</b>	<b>Promedio de Existencia de Relación Entre un Grupo y el Sector</b>
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	20,24%
Admón. pública y defensa; planes de seg. social oblig.	37,93%
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	36,26%
Comercio; reparación de vehículos y enseres	4,23%
Construcción	6,23%
Enseñanza	78,53%
Explotación de minas y canteras	11,01%
Hogares privados con servicio doméstico	1,11%
Hoteles y restaurantes	0,56%
Industrias manufactureras	62,51%
Intermediación financiera	9,79%
Organizaciones y órganos extraterritoriales	16,80%
Otras actividades de servicios sociales y personales	29,81%
Pesca	2,89%
Servicios sociales y de salud	30,03%
Suministro de electricidad, gas y agua	16,57%
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	7,01%

El 79% de los grupos que reportaron relaciones con un sector de actividad económica, lo hicieron con una organización del sector de la educación. Ahí están presentes las universidades. Aproximadamente el 63% de estos mismos grupos reportaron tener relación con la industria manufacturera, lo cual parece ser un número bajo considerando la importancia que tiene el sector productivo actualmente. Este tipo de análisis aunque tiene sus limitaciones, sobre todo en la rigurosidad que hubo en el ingreso de información a la base de datos, da una buena idea del impacto que puede tener la investigación colombiana sobre el sector productivo.

Además de lo anterior es también importante considerar que de los 6340 sectores totales reportados por los 899 grupos, 3000 de ellos eran repeticiones del mismo sector en cada grupo. De esta manera se puede medir la intensidad de las relaciones con cada sector, si se miran el número de veces que aparece reportado por cada grupo de investigación. El indicador que mide la intensidad es el número de veces totales que aparece reportado cada sector en empresas distintas dividido por el número unitario de apariciones.

Es importante tener en cuenta que este indicador puede estar sesgado ya que como se consolidaron los sectores reportados en unos más amplios es posible que la misma empresa fuera reportada dos veces en el mismo sector. Por ejemplo si una empresa reportada por un grupo de investigación se encuentra en dos sub-sectores de actividad económica pertenecientes al sector de manufactura, esta relación saldría reportada dos veces. Como no es posible normalizar por empresas, y para no perder información sectorial, se decidió hacer una tabla removiendo los registros repetidos en empresa y sector. De esta manera solo quedan los reportes individuales de empresa sector para cada grupo. Si un grupo tiene una relación con dos empresas de manufactura, la intensidad de ese grupo en su relación con el sector manufacturero sería de dos. Haciendo este análisis para los 17 sectores ISIC Rev. 3.1 se obtienen, 6034 sectores totales resumidos en la siguiente tabla:

Sectores Ampliados Según Clasificación CIU	Total Relaciones Indiv. con Sectores	Total Repeticiones de Sector en Empresas	Índice de Intensidad (Columna B sobre Columna A)
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	182	307	1,6868
Admón. publica y defensa; planes de seg. social oblig.	341	659	1,9326
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	326	523	1,6043
Comercio; reparación de vehículos y enseres	38	63	1,6579
Construcción	56	120	2,1429
Enseñanza	706	1531	2,1686
Explotación de minas y canteras	99	117	1,1818
Hogares privados con servicio doméstico	10	10	1,0000
Hoteles y restaurantes	5	8	1,6000
Industrias manufactureras	562	829	1,4751
Intermediación financiera	88	109	1,2386
Organizaciones y órganos extraterritoriales	151	315	2,0861
Otras actividades de servicios sociales y personales	268	454	1,6940
Pesca	26	61	2,3462
Servicios sociales y de salud	270	631	2,3370
Suministro de electricidad, gas y agua	149	222	1,4899
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	63	75	1,1905
Total general	3340	6034	

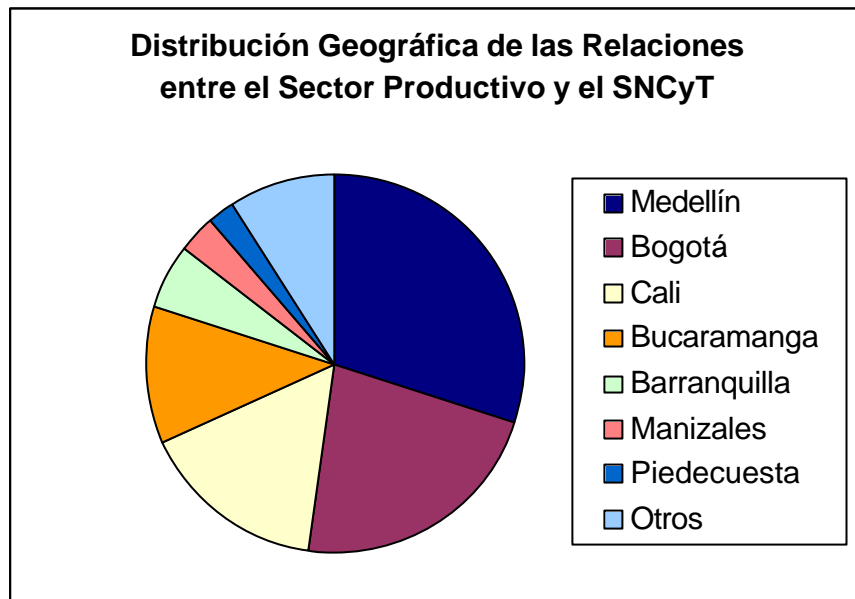
Otra manera de definir la intensidad es el promedio de relaciones que tienen los grupos con diferentes empresas del mismo sector. Por ejemplo, en el caso de intermediación financiera de los 88 grupos que reportan estar relacionados con empresas de este sector, el promedio de empresas de intermediación financiera con el las que trabajan es 1,23. Este número es muy cercano a uno y muestra que las relaciones no son intensas con este sector. Hay otros sectores como la pesca, la construcción y la salud donde los grupos que se relacionan con estos sectores lo hacen con más de dos empresas.

### **Distribuciones Geográficas de las Relaciones Existentes entre los Sectores Productivos y el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.**

Existen otras variables interesantes en la consulta de empresas y sectores que se relacionan con los grupos. Una de ellas es la distribución geográfica de los grupos de investigación que se relacionan con empresas de un sector productivo. Por ejemplo, para el sector de manufactura los municipios donde residen los grupos de investigación son:

<b>Clasificación Ampla CIU</b>		
<b>Industrias manufactureras</b>		
<b>MUNICIPIO</b>	<b>Total</b>	<b>Porcentaje</b>
Barranquilla	29	5,2%
Bogotá	125	22,2%
Bucaramanga	67	11,9%
Cali	89	15,8%
Cartagena	5	0,9%
Chía	8	1,4%
Ciénaga de Oro	4	0,7%
Cucuta	3	0,5%
Manizales	19	3,4%
Medellín	169	30,1%
Montería	1	0,2%
Pamplona	3	0,5%
Pereira	6	1,1%
Piedecuesta	12	2,1%
Popayan	6	1,1%
Quibdó	1	0,2%
Rionegro	2	0,4%
Tunja	9	1,6%
Valledupar	4	0,7%
<b>Total general</b>	<b>562</b>	<b>100,0%</b>

El municipio donde reside el más alto porcentaje de los grupos es Medellín (30%), le siguen Bogotá y Cali. El siguiente gráfico muestra estos mismos datos



Estos datos también están disponibles para los sectores de actividad económica. Una comparación con el sector agropecuario se puede hacer mirando la siguiente tabla:

<b>Clasificación Amplia CIU - Agricultura, ganadería, caza y silvicultura</b>		
<b>MUNICIPIO</b>	<b>Total</b>	<b>Porcentaje</b>
Barranquilla	4	1,23%
Bogotá	109	33,44%
Bucaramanga	11	3,37%
Cali	27	8,28%
Cartagena	2	0,61%
Chía	5	1,53%
Chinchiná	2	0,61%
Cucuta	2	0,61%
Florencia	1	0,31%
Ibagué	15	4,60%
Leticia	1	0,31%
Manizales	24	7,36%
Medellín	66	20,25%
Montería	7	2,15%
Palmira	1	0,31%
Pamplona	1	0,31%
Pasto	1	0,31%
Pereira	6	1,84%
Popayán	5	1,53%
Quibdo	5	1,53%
Riohacha	1	0,31%
Rionegro	9	2,76%

Clasificación Amplia CIU - Agricultura, ganadería, caza y silvicultura		
Santa Marta	2	0,61%
Sincelejo	3	0,92%
Tunja	11	3,37%
Valledupar	4	1,23%
Villavicencio	1	0,31%
Total general	326	100,00%

Para este sector Bogotá tiene una participación del 33% seguido por Medellín. Cali y Manizales. En el anexo 1 está una tabla resumen para los sectores productivos más importantes mirados por municipio.

Esta misma tabla se puede hacer más específica mirando las instituciones reportadas. Sin embargo, para la convocatoria de grupos se podían reportar hasta tres instituciones a las cuales pertenecía el grupo de investigación. Por lo tanto hay que observar paralelamente dos tablas con las instituciones reportadas. Estas dos tablas se presentan a continuación:

**Tabla No. 1 de Instituciones**

Clasificación Amplia CIU - Industria Manufacturera		
INSTITUCION_1	Total	Porcentaje
Centro Internacional de Física	4	0,71%
Centro Nacional de Investigaciones de Café	6	1,07%
Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecu	1	0,18%
Centro Red Tecnológico Metalmecánica	3	0,53%
Centro		
De Desarrollo Productivo De Joyería	2	0,36%
Corporación Universitaria de Santander	1	0,18%
Corporación Corpogen	1	0,18%
Corporación de Promoción Popular	1	0,18%
Corporación Instituto Nacional de Consultoría dad.	4	0,71%
Corporación Observatorio del Caribe Colombiano	3	0,53%
Corporación para el Desarrollo de la Biotecnología- Corporación Biotec	4	0,71%
Corporación para Investigaciones Biológicas	2	0,36%
Corporación para la Innovación Tecnológica en Materiales	4	0,71%
Coporación para la Investigación de la Corrosión	6	1,07%
Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar	1	0,18%
CRECE	1	0,18%
Departamento Administrativo Nacional de Estadística	1	0,18%
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	5	0,89%
Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano	1	0,18%
Fundación Universidad del Norte	22	3,91%
Fundación Universitaria de Boyacá	2	0,36%
Fundación Universitaria de Colombia- Uniagraria	3	0,53%
Fundación Valle del Lili	3	0,53%
Industrias Tetsol	1	0,18%

Clasificación Amplia CIU - Industria Manufacturera		
Instituto de Capacitación e Investigación del Plastico y del Caucho	17	3,02%
Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá	11	1,96%
Pontificia Universidad Javeriana - Cali	3	0,53%
Universidad Autónoma de Bucaramanga	2	0,36%
Universidad Autónoma de Occidente	6	1,07%
Universidad Católica de Oriente	2	0,36%
Universidad Central	1	0,18%
Universidad Cooperativa de Colombia -Bucaramanga	6	1,07%
Universidad de Antioquia	71	12,63%
Universidad de Cartagena	1	0,18%
Universidad de Córdoba	5	0,89%
Universidad de la Sabana	7	1,25%
Universidad de los Andes	20	3,56%
Universidad de Medellín	4	0,71%
Universidad de Pamplona	3	0,53%
Universidad del Atlántico	9	1,60%
Universidad del Bosque	1	0,18%
Universidad del Cauca	6	1,07%
Universidad del Rosario	24	4,27%
Universidad del Valle	59	10,50%
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	9	1,60%
Universidad Escuela de Administración Finanzas y Tecnología	13	2,31%
Universidad Francisco de Paula Santander	3	0,53%
Universidad ICESI (Instituto Colombiano de Estudios Superiores de Incolda)	10	1,78%
Universidad Industrial de Santander	59	10,50%
Universidad Militar Nueva Granada	1	0,18%
Universidad Nacional de Colombia	71	12,63%
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-Tunja	7	1,25%
Universidad Pontificia Bolivariana	36	6,41%
Universidad Popular del Cesar	3	0,53%
Universidad Santiago de Cali	3	0,53%
Universidad Tecnológica de Pereira	6	1,07%
Universidad Tecnológica del Chocó-Diego Luis Cordoba	1	0,18%
Total general	562	100,00%

**Tabla No. 2 de Instituciones**

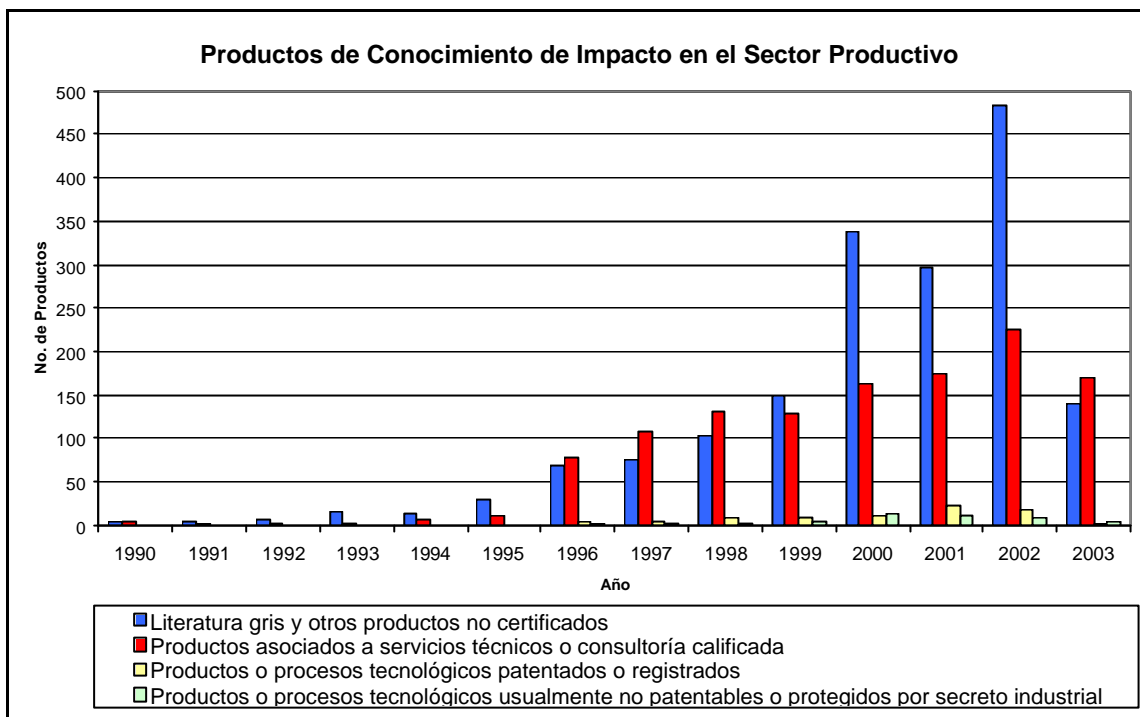
Clasificación Amplia CIU - Industrias manufactureras		
INSTITUCION_2	Total	Porcentaje
Centro Internacional para prueba de Vacunas y Medicamentos Antimalaricos.	3	0,53%
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (en blanco)	3	0,53%
Total general	562	100,00%



## **Los Productos de Nuevo Conocimiento que Tienen Impacto en el Sector Productivo**

La Convocatoria de Grupos 2002 realizada por COLCIENCIAS permitía que cada investigador reportara la producción de 51 tipos de productos de conocimiento distintos. De estos 51 tipos de producto hay algunos que son de especial interés si se quiere evaluar el impacto de la investigación en Colombia sobre el sector productivo. En el anexo 2 se presenta un listado completo de los tipos de productos de la convocatoria y se precisa los que se escogieron para evaluar el impacto sobre el sector productivo. Los productos de conocimiento relacionados con el sector productivo, según lo que reportaron los investigadores para la convocatoria, sumaron un total de 3074, para los años 1990 – 2003. Para esos mismos años el número de productos reportados total fue 61480, el cual es mucho mayor. Sin embargo, esta cifra incluye el total de productos reportados donde hay algunos que no tienen un tipo por no pertenecer a alguno de los 11 tipos de productos reconocidos por COLCIENCIAS. El campo utilizado para este análisis ha tenido un trabajo previo de verificación y reclasificación por lo tanto tiene un mayor nivel de confiabilidad en los datos que contiene. Restando los tipos de productos no reconocidos por COLCIENCIAS el número de estos se reduce a 48053. Si se utiliza este número como el total el porcentaje de productos relacionados con el sector productivo es 6,397%, lo que representa un nivel bastante bajo.

La primera variable de interés es mirar el número de productos de nuevo conocimiento según su tipo a través del tiempo. Este número se observó en 4 grandes tipos de productos, de los 11 que reconoce COLCIENCIAS, que tienen una alta relación con el sector productivo. Según los datos observados hay una marcada tendencia en los productos de impacto en el sector productivo a que estos no sean registrados o patentados. Esto quiere decir que no hay incentivos a proteger la propiedad intelectual de estos productos. La siguiente gráfica muestra esta situación:



A partir del año 1996 se nota un aumento en el número total de productos lo cual es natural pues el periodo de evaluación de la convocatoria comprendió los años 1996-2002. Por esta misma razón los productos fechados con el año 2003 tienen una baja importante, además del hecho de que el corte de esta consulta es del 17 de noviembre de 2003.

En el gráfico anterior claramente se observa que los productos no registrados y las consultorías a empresas y demás servicios técnicos son mayores a los productos patentados o registrados por un elevado margen. En el Anexo 2 se puede observar que tipos de productos componen estas categorías. Aunque estas categorías son bastante amplias dan una idea de la magnitud del número de productos patentados o registrados frente a los que no. La siguiente Tabla muestra como se distribuyen el total de productos de conocimiento en estas cuatro categorías en los años entre el 1990 y el 2003:

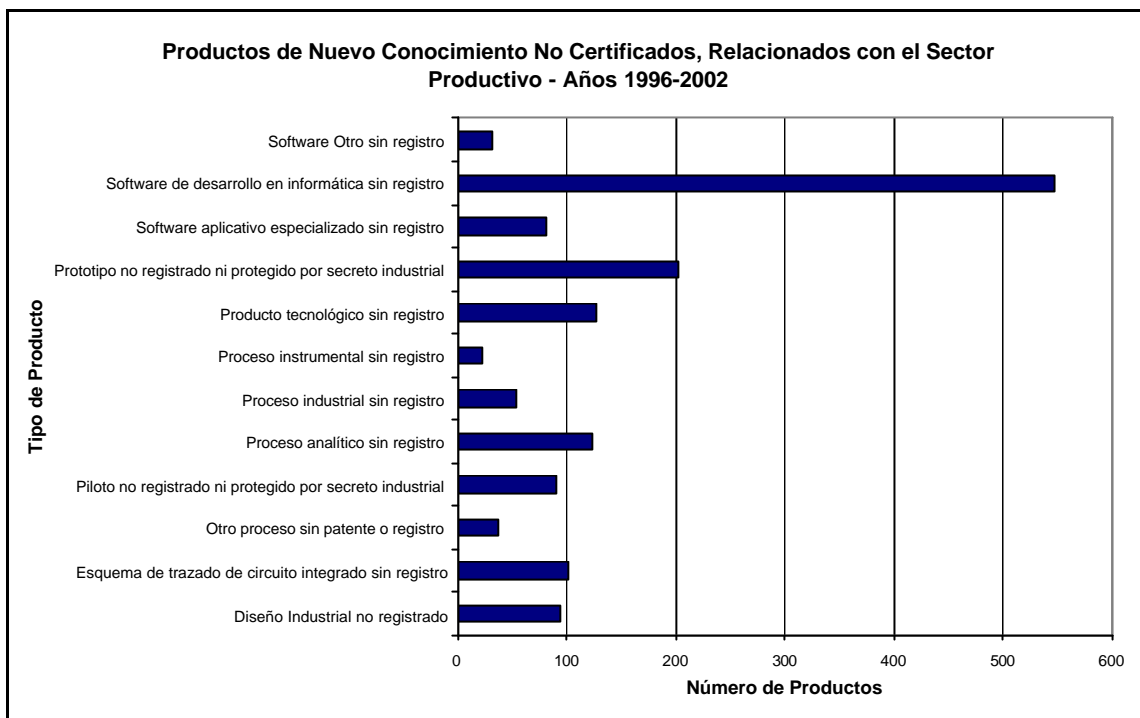
<b>Categorías de Productos</b>	<b>Porcentaje por Categorías</b>
Literatura gris y otros productos no certificados	56,31%
Productos asociados a servicios técnicos o consultoría calificada	39,43%
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados	2,64%
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial	1,63%
<b>Total general</b>	<b>100,00%</b>

## Los Productos de Conocimiento de Impacto en el Sector Productivo No Certificados

Los productos no certificados productos son el 56% de la producción colombiana de ciencia y tecnología relacionada con el sector productivo. La siguiente tabla muestra la evolución de esta producción para los años 1996-2003.

Literatura gris y otros productos no certificados	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total General 1995-2002
Diseño Industrial no registrado	7	2	8	12	25	14	26	<b>94</b>
Esquema de trazado de circuito integrado sin regist.	7	12	6	13	11	16	37	<b>102</b>
Otro proceso sin patente o registro		2	7	2	5	9	13	<b>38</b>
Piloto no registrado ni protegido por secreto ind.	3		4	17	26	14	26	<b>90</b>
Proceso analítico sin registro	4	6	20	8	11	32	42	<b>123</b>
Proceso industrial sin registro	4	7	5	4	9	9	16	<b>54</b>
Proceso instrumental sin registro	3	4		1	4	5	5	<b>22</b>
Producto tecnológico sin registro	9	3	6	11	23	22	54	<b>128</b>
Prototipo no registrado ni protegido por secreto ind.	15	6	9	24	43	44	62	<b>203</b>
Software aplicativo especializado sin registro	1	2	3	9	15	13	39	<b>82</b>
Software de desarrollo en informática sin registro	16	31	33	45	156	113	154	<b>548</b>
Software Otro sin registro			2	3	10	6	10	<b>31</b>

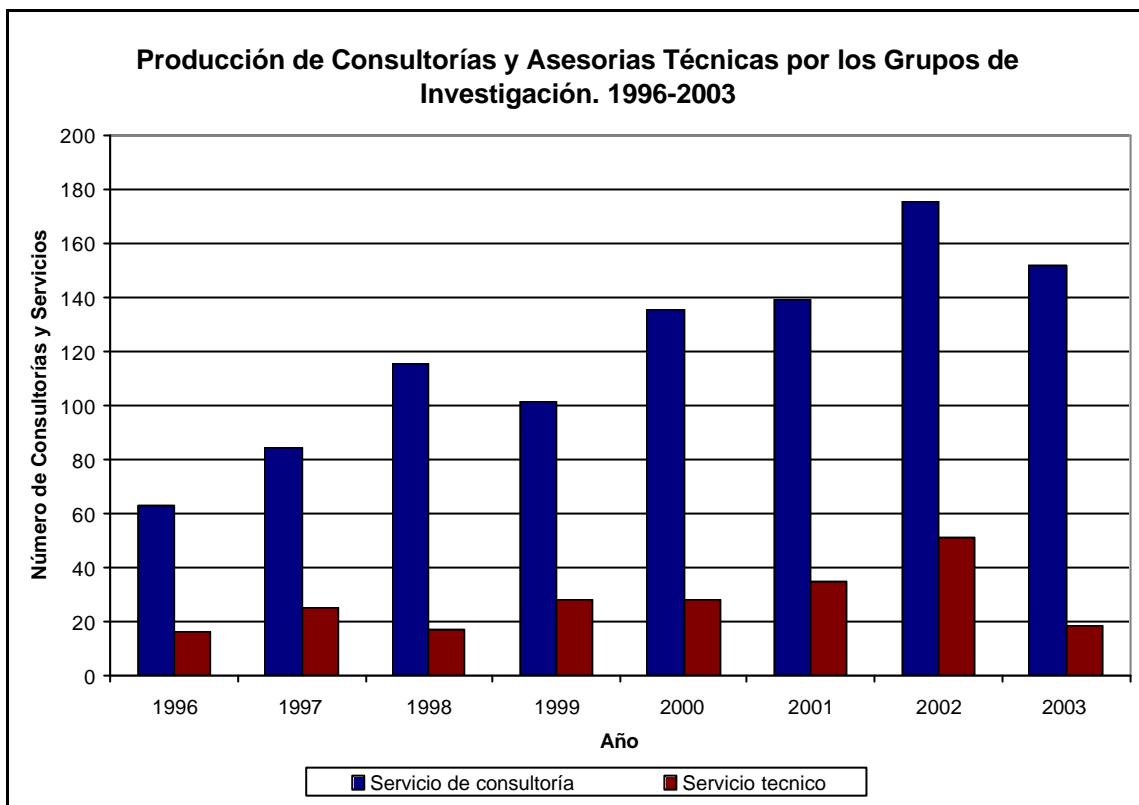
Las contribuciones más importantes a los productos no registrados se hacen en software con 548 productos. Este tipo de productos requieren un gran aporte de capital intelectual en vez de capital físico situación característica de la ciencia que se hace en países en vía de desarrollo. El segundo nivel más alto de producción es el de prototipos industriales no registrados ni protegidos por secreto industrial y le siguen procesos analíticos sin registro, esquemas de circuitos integrados sin registro, productos tecnológicos sin registro y diseños industriales no registrados.



### Los Productos Asociados a Servicios Técnicos o Consultoría Calificada

Las consultorías son el medio de transferencia tecnológica a empresas más importante de Colombia. Según la información que recoge la convocatoria de Grupos del 2002 los grupos hicieron 986 consultorías y 226 servicios técnicos en los años 1990 a 2003. En el siguiente gráfico se pueden ver estas cifras para los años 1990 a 2003<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> En el gráfico se incluye el año 2003 y el corte de esta consulta se hizo el 17 de noviembre de 2003



Los servicios de consultoría a empresas son una forma de ofrecer experticia técnica a los sectores productivos. Para las empresas es importante que este servicio esté disponible según los niveles de demanda. Sería interesante evaluar en el sector productivo que tan competitivas son en Colombia las consultorías y servicios técnicos que ofrecen los grupos de investigación a las empresas. El rol de las universidades como proveedores de conocimiento a las empresas es una tendencia relativamente reciente en Colombia.

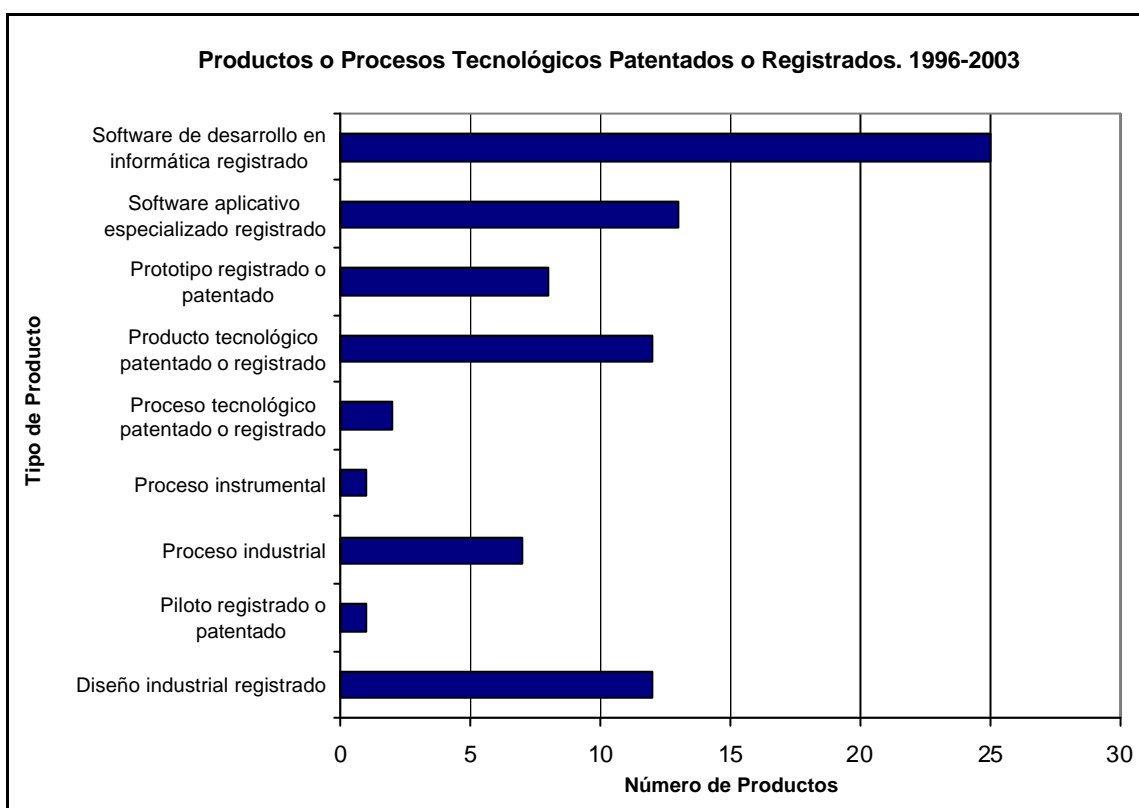
El gran problema es que los servicios técnicos y consultorías no son actividades que permitan la apropiación exclusiva de los beneficios que ofrece un desarrollo científico – tecnológico. Principalmente se trata de una actividad de apoyo a la creación de valor de las empresas mas no una fuente central de negocio en si. Este es un mecanismo importante de transferencia tecnológica y de aprendizaje, sin embargo no es el elemento central de generación de valor en la actividad productiva como podría serlo una patente.

### **Los Productos o Procesos Tecnológicos Patentados o Registrados**

Los productos o procesos tecnológicos registrados tienen como fin el proteger los derechos de explotación económica que tiene el autor de la creación intelectual. En el caso de la ciencia y la tecnología el sistema de derechos de propiedad intelectual intenta internalizar en el sistema económico la externalidad inherente al avance científico o al desarrollo

tecnológico. En Colombia esta dinámica de protección a los desarrollos científico-tecnológicos no se ha consolidado. La convocatoria de grupos del 2002 refleja muy bien esta situación. Los productos registrados o patentados son escasos si se comparan con los no registrados o con las asesorías tecnológicas. En los años comprendidos entre 1990 y 2003 este tipo de productos solo fueron el 2,64% de los productos de impacto en el sector productivo, que recogió la convocatoria.

A pesar de esto es importante mencionar las fortalezas de los productos certificados de ciencia y tecnología producidos en Colombia. El software de desarrollo registrado es el más importante con 25 ocurrencias y el software aplicativo con 13 ocurrencias. Las patentes y los diseños industriales reportados por los grupos suman únicamente 12 ocurrencias.



### **Los Productos o Procesos Tecnológicos Usualmente no Patentables o Protegidos por Secreto Industrial**

Los productos o procesos tecnológicos no patentables son aquellos que por su importancia competitiva para las empresas no son candidatos a ser protegidos legalmente como propiedad intelectual. Al otorgar un patente o protección legal a un producto o proceso productivo es importante que los detalles del mismo sean revelados al público. Esto no solo asegura la difusión del conocimiento sino que también protege al beneficiario de la patente o registro a violaciones de sus derechos por parte de terceros. Aunque estas empresas o

personas están renunciando al monopolio productivo que otorga la legislación de propiedad intelectual encuentran mayores incentivos al no divulgar al resto del mercado su desarrollo científico-tecnológico. Por lo general este tipo de desarrollos son un activo muy valioso para las empresas, muchas veces incluso más valioso que las patentes o registros. En el caso colombiano sobresalen en este grupo los diseños industriales y los prototipos. Es muy bajo el número de plantas piloto reportadas:

<b>Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial (1995-2003)</b>	
Diseño Industrial protegido por secreto industrial	26
Planta piloto	4
Prototipo industrial	20
<b>Total</b>	<b>50</b>

### **El Aspecto Regional en la Consultoría, el Software y los Productos Patentados o Registrados**

Es posible mirar en la base de datos de la convocatoria donde residen los grupos de investigación que dieron origen los productos de nuevo conocimiento. Por ser las categorías más numerosas se mirara este aspecto en el software y en las consultorías. También se hará este mismo análisis con los productos registrados o patentados, por la importancia que tienen estos en el sistema productivo.

El software y la consultoría son dos aspectos sobresalientes de la producción de los grupos de investigación. Si miramos estas categorías según el lugar de origen de los grupos encontramos lo siguiente:

<b>MUNICIPIO</b>	<b>Software aplicativo especializado sin registro</b>	<b>Software de desarrollo en informática sin registro</b>	<b>Software Otro sin registro</b>	<b>Servicio de consultoría</b>	<b>Servicio tecnico</b>
<b>Armenia</b>		1,4%			
<b>Barranquilla</b>	2,2%	4,6%	23,1%	1,3%	2,5%
<b>Bogotá</b>	38,7%	28,9%	20,5%	6,5%	44,9%
<b>Bucaramanga</b>	4,3%	9,8%		0,4%	8,5%
<b>Cali</b>	5,4%	9,5%	5,1%	2,8%	5,9%
<b>Cartagena</b>		0,2%		0,2%	1,3%
<b>Chía</b>	1,1%	0,8%	2,6%		
<b>Cúcuta</b>					3,8%
<b>Duitama</b>				0,1%	
<b>Ibagué</b>		0,3%			0,4%
<b>Manizales</b>	15,1%	3,3%	5,1%	0,2%	0,8%
<b>Medellín</b>	25,8%	28,3%	35,9%	86,7%	25,0%
<b>Montería</b>		0,2%		0,1%	
<b>Pamplona</b>		0,8%			
<b>Pasto</b>					0,4%
<b>Pereira</b>	2,2%	1,1%		0,4%	2,5%

MUNICIPIO	Software aplicativo especializado sin registro	Software de desarrollo en informática sin registro	Software Otro sin registro	Servicio de consultoría	Servicio técnico
Piedecuesta	1,1%	5,1%	5,1%	0,1%	0,8%
Popayan	1,1%	1,1%		0,5%	0,4%
Quibdó		0,5%			0,8%
Riohacha		0,2%		0,2%	
Rionegro				0,1%	
Sabaneta		0,2%			0,8%
Santa Marta		0,2%		0,1%	
Sogamoso		0,2%			
Tumaco	1,1%	0,5%			
Tunja		2,2%		0,1%	0,4%
Valledupar		0,2%		0,1%	
(en blanco)	2,2%	0,6%	2,6%		0,4%
<b>Total general</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Es sobresaliente la participación de grupos de Medellín en el área de consultorías, así como en los tres tipos de Software. Los grupos de Bogotá están más orientados hacia el software y hacia el servicio técnico. Así mismo, en el software aplicativo especializado aparece con un 15,1% Manizales. Cali debería haber reportado un mayor número de programas teniendo en cuenta la existencia del Parque Tecnológico del Software.

Para los productos registrados y certificados como patentes y software la distribución por ciudades de los grupos que los reportan es la siguiente:

MUNICIPIO	Diseño industrial registrado	Piloto registrado o patentado	Proceso industrial	Proceso instrumental	Proceso tecnológico patentado o registrado	Producto tecnológico patentado o registrado	Prototipo registrado o patentado	Software aplicativo especializado registrado	Software de desarrollo en informática registrado	Total general
Bogotá	2		1		1	6	2	8	5	25
Bucaramanga			1					1	2	4
Cali						1	2		1	4
Chía		1	2							3
Manizales							4			4
Medellín	9		3	1		4	1	3	13	34
Pamplona	1					1			3	5
Piedecuesta			1					1	1	3
(en blanco)					1					1
<b>Total general</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>25</b>	<b>83</b>



Como se puede ver el número de productos patentados o registrados es mínimo. De todas maneras, si se observan las cifras, por muy pequeñas que sean, Medellín tiene unos números muy altos en todas las áreas. La única área donde Bogotá tiene un desempeño mejor es en el software aplicativo registrado.

## **Conclusiones**

La convocatoria de grupos es un excelente esfuerzo para la recolección de información relevante al impacto del sistema nacional de ciencia y tecnología en el sector productivo. Aunque esta información podría ser mucho más completa e incluir algunos otros datos como los que discuten el capítulo de indicadores de este estudio, con la información disponible se puede hacer un análisis relativamente interesante de las relaciones entre el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y el Sector Productivo.

Es sobresaliente el rol que juegan ciudades como Medellín y Bogotá en estas relaciones. Así mismo se ve una clara fortaleza de productos de nuevo conocimiento como el software. Sin embargo preocupa la baja producción reportada de productos registrados o patentados lo que muestra una falla en el sistema de incentivos económicos a la investigación bastante grande. En el mundo, con acuerdos como el TRIP's y las áreas de libre comercio las legislaciones de propiedad intelectual se convierten en elementos cada vez más importantes para la apropiación de los beneficios generados por las innovaciones científico tecnológica.

## Bibliografía

Etzkowitz, Henry (2003). Research Groups as Quasi-Firms: The Invention of The Entrepreneurial University. *Research Policy*, 32 109-121.

Aghion, Bloom, Blundell, Griffith y Howitt. Competition And Innovation: An Inverted U Relationship. The Institute for Fiscal Studies. Working Paper 02/04. Febrero de 2002. URL Estable: <http://www.ifs.org.uk/workingpapers/wp0204.pdf>

Grilliches, Zvi. (1979). Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth. *The Bell Journal of Economics*, Vol. 10, No. 1. (Spring, 1979), pp. 92-116.

URL Estable: <http://links.jstor.org/sici?sici=0361-915X%281979%2910%3A1%3C92%3AIIATCO%3E2.0.CO%3B2-Z>

Romer, Paul M. (1994) The Origins of Endogenous Growth (en Symposia: New Growth Theory). *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, No. 1. (Invierno, 1994), pp. 3-22.

URL Estable: <http://links.jstor.org/sici?sici=0895-3309%281994%298%3A1%3C3%3ATOEG%3E2.0.CO%3B2-H>

Kline, S.J. and Rosenberg, N. (1986). The Positive Sum Strategy, Harnessing Technology for Economic Growth En: "An Overview of Innovation", National Academy Press, Washington D.C., USA

Mansfield, Edwin. (1995) Academic Research Underlying Industrial Innovations: Sources, Characteristics, and Financing. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 77, No. 1. (Feb., 1995), pp. 55-65.

URL Estable: <http://links.jstor.org/sici?sici=0034-6535%281995%2977%3A1%3C55%3AARUIS%3E2.0.CO%3B2-8>

Jan van den Ende & Wilfred Dolfsma (2002). Technology Push, Demand Pull And The Shaping Of Technological Paradigms - Patterns In The Development Of Computing Technology. Erim Report Series Research In Management. No ERS-2002-93-ORG. Rotterdam School of Management / Faculteit Bedrijfskunde. 26 páginas

Metcalf J.S. y Ramlogan R. (2002) Limits to the Economy of Knowledge and Knowledge in the Economy. ESRC Center for Research on Innovation and Competition. Quinta Revisión, Enero, 2002. 27 pgs.

URL: [http://les1.man.ac.uk/cric/J\\_Stan\\_Metcalf/pdfs/limits.pdf](http://les1.man.ac.uk/cric/J_Stan_Metcalf/pdfs/limits.pdf)

Gheorghiou, Luke; Rigby John y Hugh Cameron. (eds) (2002). Assesing the Socio-economic Impacts of the Framework Programme. Universidad de Manchester. Junio de 2002. 368 pgs.

Solow, R.M. (1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth", Quarterly Journal of Economics 70, 65-94.

Mairesse, Jacques, and Bronwyn H. Hall (1995), "Estimating the Productivity of Research and Development : An Exploration of GMM Methods Using Data on French and United States Manufacturing Firms," forthcoming in van Ark, Bart and Karin Wagner (eds.), *International Comparisons of Productivity Growth*.

THERIN, François.(2002) "Organizational Learning and Innovation in High-Tech Small Firms". En: Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences. IEEE. También en:

<http://csdl.computer.org/comp/proceedings/hicss/2003/1874/04/187440114a.pdf>

Hall, Browning. (1992), Investment and Research and Development at the Firm Level: Does the Source of Financing Matter?, NBER Working Paper No. 4096.

HALL, Bronwyn. (2002). "The Financing of Research and Development," Oxford Review of Economic Policy 18 (1). NBER Working Paper No. 8773 .February, 2002.

Gibbons et al. (1994)

## Anexo 1

### Productos de Conocimiento Que Tienen Impacto Sobre el Sector Productivo

Tipo de Producto de Conocimiento	Impacto Sobre el Sector Productivo
Artículos de investigación - Artículo completo	NO
Artículos de investigación - Artículo corto	NO
Artículos de investigación - Artículo de revisión	NO
Artículos de investigación - Presentación de caso clínico o reporte de caso	NO
Capítulos de libro - Capítulo en libro que presente resultados de inves	NO
Libros de investigación - Libro de autor que presente resultados de investig	NO
Literatura gris y otros productos no certificados - Cartografía o mapa	NO
Literatura gris y otros productos no certificados - Diseño Industrial no registrado	SI
Literatura gris y otros productos no certificados - Documento de trabajo (working paper)	NO
Literatura gris y otros productos no certificados - Esquema de trazado de circuito integrado sin regis	SI
Literatura gris y otros productos no certificados - Otro proceso sin patente o registro	SI
Literatura gris y otros productos no certificados - Piloto no registrado ni protegido por secreto industrial	SI
Literatura gris y otros productos no certificados - Proceso analítico sin registro	SI
Literatura gris y otros productos no certificados - Proceso industrial sin registro	SI
Literatura gris y otros productos no certificados - Proceso instrumental sin registro	SI
Literatura gris y otros productos no certificados - Proceso pedagógico sin registro	NO
Literatura gris y otros productos no certificados - Proceso terapéutico sin registro	NO
Literatura gris y otros productos no certificados - Producto tecnológico sin registro	SI
Literatura gris y otros productos no certificados - Prototipo no registrado ni protegido por secreto industrial	SI
Literatura gris y otros productos no certificados - Software aplicativo especializado sin registro	SI
Literatura gris y otros productos no certificados - Software de desarrollo en informática sin registro	SI
Literatura gris y otros productos no certificados - Software Otro sin registro	SI
Normas basadas en los resultados de investigación - Regulación o norma social, educativa, ambiental y	NO
Productos asociados a servicios técnicos o consultoría cualificada - Curso de extensión basado en resultados de investigación	NO
Productos asociados a servicios técnicos o consultoría cualificada - Servicio de consultoría	SI
Productos asociados a servicios técnicos o consultoría cualificada - Servicio	SI

tecnico	
Productos de divulgación o popularización de resultados de investigación - Artículo de periódico con resultados de investigación	<b>NO</b>
Productos de divulgación o popularización de resultados de investigación - Artículo publicado en revista de divulgación	<b>NO</b>
Productos de divulgación o popularización de resultados de investigación - Capítulo en memorias de congreso editadas como libro	<b>NO</b>
Productos de divulgación o popularización de resultados de investigación - Cartas al editor, editoriales, notas	<b>NO</b>
Productos de divulgación o popularización de resultados de investigación - Cartilla	<b>NO</b>
Productos de divulgación o popularización de resultados de investigación - Libro de divulgación científica	<b>NO</b>
Productos de divulgación o popularización de resultados de investigación - Organización de evento científico o tecnológico	<b>NO</b>
Productos de divulgación o popularización de resultados de investigación - Presentación de ponencia en evento científico o tecnológico	<b>NO</b>
Productos de divulgación o popularización de resultados de investigación - Programa de radio con resultados de investigación	<b>NO</b>
Productos de divulgación o popularización de resultados de investigación - Video o película de popularización de resultados de investigación	<b>NO</b>
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados - Diseño industrial registrado	<b>SI</b>
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados - Piloto registrado o patentado	<b>SI</b>
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados - Proceso industrial	<b>SI</b>
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados - Proceso instrumental	<b>SI</b>
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados - Proceso tecnológico patentado o registrado	<b>SI</b>
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados - Producto tecnológico patentado o registrado	<b>SI</b>
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados - Prototipo registrado o patentado	<b>SI</b>
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados - Software aplicativo especializado registrado	<b>SI</b>
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados - Software de desarrollo en informática registrado	<b>SI</b>
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidas por secreto industrial - Diseño Industrial protegido por secreto industrial	<b>SI</b>
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidas por secreto industrial - Planta piloto	<b>SI</b>
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidas por secreto industrial - Prototipo industrial	<b>SI</b>
Tesis y trabajos de grado - Tesis de maestría sustentada y aprobada	<b>NO</b>
Tesis y trabajos de grado - Tesis doctoral sustentada y aprobada	<b>NO</b>
Tesis y trabajos de grado - Trabajo de grado sustentado y aprobado	<b>NO</b>

## Anexo 2

<b>Tipos de Productos de Conocimiento - Convocatoria de Grupos 2002</b>
<b>Literatura gris y otros productos no certificados</b>
Diseño Industrial no registrado Esquema de trazado de circuito integrado sin registro Otro proceso sin patente o registro Piloto no registrado ni protegido por secreto industrial Proceso analítico sin registro Proceso industrial sin registro Proceso instrumental sin registro Producto tecnológico sin registro Prototipo no registrado ni protegido por secreto industrial Software aplicativo especializado sin registro Software de desarrollo en informática sin registro Software Otro sin registro
<b>Productos asociados a servicios técnicos o consultoría calificada</b>
Servicio de consultoría Servicio tecnico
<b>Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados</b>
Diseño industrial registrado Piloto registrado o patentado Proceso industrial Proceso instrumental Proceso tecnológico patentado o registrado Producto tecnológico patentado o registrado Prototipo registrado o patentado Software aplicativo especializado registrado Software de desarrollo en informática registrado
<b>Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial</b>
Diseño Industrial protegido por secreto industrial Planta piloto Prototipo industrial

Anexo 3 - No. De Grupos que reportan tener Relación con Algunos Sectores de la Industria

MUNICIPIO	Actividades inmobiliarias	Agricultura	Comercio	Construcción	Explotación de minas y canteras	Hogares privados	Hoteles y restaurantes	Industrias manufactureras	Intermediación financiera	Organizaciones y órganos extraterritoriales	Servicios comunitarios, sociales y personales	Pesca	Servicios sociales y de salud	Suministro electricidad, gas y agua	Transporte, y almacenamiento	Total general
Armenia	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	1,5%	0,7%	0,0%	0,3%
Barranquilla	7,1%	1,2%	2,6%	0,0%	0,0%	10,0%	0,0%	5,2%	3,4%	4,6%	5,2%	7,7%	4,1%	2,7%	6,3%	4,1%
Bogotá	25,8%	33,4%	28,9%	37,5%	30,3%	20,0%	60,0%	22,2%	52,3%	43,0%	36,6%	23,1%	34,4%	22,1%	31,7%	30,9%
Bucaramanga	7,7%	3,4%	5,3%	12,5%	14,1%	10,0%	0,0%	11,9%	2,3%	2,6%	4,9%	3,8%	3,0%	4,7%	6,3%	6,8%
Cali	20,3%	8,3%	13,2%	12,5%	10,1%	10,0%	0,0%	15,8%	12,5%	15,2%	11,2%	3,8%	13,7%	12,1%	22,2%	13,5%
Cartagena	1,1%	0,6%	0,0%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%	1,9%	15,4%	1,5%	0,0%	0,0%	1,0%
Chía	1,1%	1,5%	0,0%	3,6%	0,0%	0,0%	0,0%	1,4%	1,1%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%
Chinchiná	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ciénaga de Oro	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%
Cucuta	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%	0,5%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	1,3%	1,6%	0,5%
Envigado	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,4%	0,7%	0,0%	0,2%
Florencia	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Floridablanca	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%
Ibagué	0,0%	4,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	0,4%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,8%
Leticia	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Manizales	0,0%	7,4%	2,6%	1,8%	3,0%	0,0%	0,0%	3,4%	2,3%	1,3%	4,1%	0,0%	1,5%	4,0%	1,6%	3,2%
Medellín	20,3%	20,2%	28,9%	23,2%	20,2%	40,0%	40,0%	30,1%	19,3%	17,9%	24,6%	11,5%	29,3%	43,0%	17,5%	25,7%
Montería	0,0%	2,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	1,3%	0,4%	3,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%
Palmira	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Pamplona	0,5%	0,3%	0,0%	0,0%	1,0%	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%
Pasto	0,0%	0,3%	0,0%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Pereira	1,6%	1,8%	10,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	0,7%	3,4%	3,8%	0,4%	0,7%	0,0%	1,4%
Piedecuesta	3,3%	0,0%	0,0%	1,8%	8,1%	0,0%	0,0%	2,1%	1,1%	2,0%	1,1%	0,0%	0,7%	4,0%	4,8%	2,0%
Popayan	2,2%	1,5%	7,9%	0,0%	1,0%	0,0%	0,0%	1,1%	1,1%	2,6%	2,2%	3,8%	2,6%	1,3%	4,8%	1,9%
Quibdó	0,0%	1,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%
Riohacha	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Rionegro	0,0%	2,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	1,3%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,6%
Sabaneta	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	0,0%	0,2%
Santa Marta	2,2%	0,6%	0,0%	1,8%	3,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	2,6%	0,4%	15,4%	1,5%	2,0%	0,0%	1,2%
Sincelejo	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%	0,0%	3,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%
Tumaco	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Tunja	4,4%	3,4%	0,0%	1,8%	6,1%	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	0,7%	1,5%	0,0%	2,2%	0,7%	3,2%	2,1%
Valledupar	1,1%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	1,3%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,6%
Villavicencio	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total general	182	326	38	56	99	10	5	562	88	151	268	26	270	149	63	2293

## PARTE IV

### Capítulo 2

#### Acompañamiento de la ciencia colombiana a las políticas públicas

*Por Sergio Riaga,  
Ana María Villa y  
María Velasco*

#### **Introducción**

El siguiente trabajo se propone estudiar el acompañamiento que los programas nacionales de ciencia y tecnología en Ciencias Sociales y Humanas, Estudios Científicos de la Educación y Ciencia y Tecnología de la Salud, han realizado a las políticas públicas en Colombia, en especial las referidas a la promoción y el mejoramiento del bienestar social<sup>1</sup>. A través de un doble análisis cualitativo y cuantitativo de los proyectos aprobados por COLCIENCIAS en estos programas, se evalúa la distribución y la cobertura temática de estas investigaciones, entre 1990 y 2002, en los diversos tópicos asociados con las políticas públicas para el desarrollo social.

El artículo se desarrolla en tres partes. En la primera, se propone un esquema básico que ordena y caracteriza los principales tópicos o áreas de desarrollo social alrededor de las cuales el Estado y los gobiernos nacionales aplican políticas y transformaciones institucionales explícitas. En la segunda, se hace una clasificación de los proyectos en cada uno de los temas y los ejes establecidos en la primera sección. En esta parte, se aplican tres metodologías diferentes, pero complementarias, para

---

<sup>1</sup> De acuerdo con Bernardo Herrera (2003, p. 5): “(...) los programas en los que se generan un mayor número de propuestas aprobadas son Ciencias Sociales y Humanas, Ciencia y Tecnología de la Salud, Ciencias Básicas y en cierta medida el programa de Estudios científicos de la educación. En estas cuatro áreas se aprueba cerca del 70% del total de 1.819 proyectos financiados durante el período de análisis”. También se advierte que “(...) las universidades se especializan en áreas como las Ciencias Básicas y en los programas de Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales y Estudios científicos de la educación” Herrera (2003, p. 6). Es pertinente, por lo tanto, comenzar el análisis de acompañamiento de la ciencia a las políticas públicas por los tres programas mencionados arriba, dadas su notable importancia en el sistema nacional de ciencia y tecnología y la intensa actividad investigativa que parecen promover en la academia nacional.



medir la distribución absoluta y relativa de las investigaciones en las diversas áreas de desarrollo y política social. En la última sección se resumen las principales conclusiones del análisis y se señalan algunos aspectos de carácter metodológico que hay que tener en cuenta para ampliar y mejorar los estudios sobre el acompañamiento e impacto de la ciencia en el diseño, aplicación y evaluación de las políticas públicas nacionales.

En la presente investigación, el concepto de acompañamiento se propone como una aproximación analítica a la cuestión fundamental del impacto de la ciencia en el ámbito de las políticas públicas. Dentro de la noción de impacto, la ciencia se concibe con una orientación o un “giro” normativo, enfocada hacia “el deber ser”. En esta visión, la ciencia y los científicos guardan una intencionalidad explícita por discutir o influir directamente en medidas particulares de política que transformen el entorno circundante. El impacto de la ciencia en las políticas se evalúa, entonces, mirando los procesos a través de los cuales las actividades científicas y académicas determinan algún aspecto específico de la forma o el contenido de las decisiones de política pública (la manera cómo se diseña la política, la implantación de una nueva ley o una nueva norma, su aplicabilidad en el mundo real, la evaluación de sus métodos y sus resultados, etc.).

No obstante, la medición directa de algunos de estos aspectos puede ser problemática y conducir a conclusiones incompletas sobre las interacciones posibles entre actividad científica y políticas públicas sociales. Establecer, por ejemplo, el grado de participación y responsabilidad de la ciencia en el diseño o transformación de políticas o marcos institucionales formales, implica considerar múltiples aspectos sociales, económicos e incluso culturales, en cuanto a la formulación de políticas en una sociedad. Implica adentrarse en procesos concretos de toma de decisiones. Obliga a identificar, para cada política pública en particular, la posición y la influencia directa de científicos, centros de investigación, universidades, etc., en el debate y la interacción política que hay con otros agentes y organizaciones sobre lo que es mejor para una sociedad y lo que la administración pública debe hacer para lograrlo. Asimismo, determinar el grado de apropiación social de la ciencia requiere un extenso análisis sobre las formas de aprendizaje, formal e informal, de la sociedad, además de un amplia reflexión concerniente a las maneras en que se difunden los procesos y los productos de la ciencia. La importancia de esta clase de estudios es indiscutible. Sin embargo, requieren un

abordaje más general del que se deriva de la noción de impacto. Aquí se propone la idea de acompañamiento<sup>2</sup>.

El acompañamiento se refiere a la influencia potencial que puede tener un proyecto de investigación en la identificación, comprensión y transformación social de determinadas realidades o problemáticas relevantes en el ámbito de la política pública. Esta potencial incidencia puede consistir en la creación o el “descubrimiento”, desde la investigación científica, de nuevos espacios o dimensiones para la acción colectiva o estatal que antes no eran visibles para el hacedor de política o para el conjunto de la sociedad<sup>3</sup>. Es posible, entonces, que una indagación científica, sin pretensiones de transformar su entorno inmediato, redunde en un mayor entendimiento colectivo sobre una realidad social determinada.

El acompañamiento de la ciencia a la política pública no se reduce, entonces, a la creación o proposición de alguna medida o política particular para transformar el entorno. Consiste, también, en el intercambio que puede surgir entre la investigación científica (no-prescriptiva) y el entorno que la rodea. En esta relación recíproca, la ciencia puede complementar el conocimiento social; puede identificar nuevas realidades y sacar a flote problemáticas o preocupaciones sociales que antes no eran visibles para la sociedad. Incluso, puede jalonar las decisiones y las acciones políticas<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup> Hay que partir de la realidad de que no toda ciencia se propone transformar directamente su entorno. Hay actividades y procesos científicos que, incluso, no pretenden tener ninguna aplicabilidad especial en la realidad o algún *impacto* específico en el mundo real. Sin embargo, por eso no dejan de tener un valor social y económico para el conjunto de la sociedad. La ciencia en su conjunto, complementa y sirve de soporte para el conocimiento social de una comunidad (acompaña el avance o el retroceso de una sociedad); éste, a su vez, influye en las decisiones y las posibilidades de una sociedad para transformar positivamente su entorno.

<sup>3</sup> La construcción de un nuevo indicador de pobreza, por ejemplo, puede no estar directamente relacionada con alguna política pública en algún sector particular de la sociedad. Sin embargo, su desarrollo puede revelar detalles antes ignorados, por la sociedad o por los hacedores de política, sobre la composición o la dinámica interna de la población pobre. Este avance en la comprensión de una realidad específica puede facilitar el diseño y ejecución de medidas políticas que la transformen positivamente.

<sup>4</sup> Por ejemplo, la investigación sobre tuberculosis, malaria, dengue, leishmaniasis, enfermedad de chagas, VIH, etc., son aspectos reconocidos en las leyes 715 y 100 como enfermedades cuyo tratamiento, estudio y prevención presenta externalidades positivas, por tanto temas de salud pública.

En la medida que los agentes científico puedan brindar medidas e indicadores concretos de cómo sus resultados pueden ser pertinentes para promover algún cambio social, el impacto en las políticas públicas puede ser importante<sup>5</sup>.

Vale la pena aclarar que en la visión de acompañamiento que aquí se expone, la ciencia puede influir en las políticas, pero no las determina<sup>6</sup>.

### **Principales temas y políticas de desarrollo social en Colombia**

En el diseño y ejecución de políticas públicas para el bienestar social hay ciertos aspectos que las sociedades consideran más relevantes que otros. Las organizaciones privadas, la comunidad, los partidos políticos, los hacedores de política, y la sociedad en general, realizan, además de valoraciones técnicas y económicas, debates y consensos de carácter político, social y cultural en cuanto a los medios y los fines que consideran más preferibles para impulsar el progreso. Asimismo, la magnitud y la complejidad de los problemas sociales que un Estado se propone resolver, también influyen en la elección, el diseño, la ejecución y el seguimiento de esas políticas<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup> Otro ejemplo que ilustra la noción de acompañamiento que aquí se plantea es el observado en la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá. En los últimos años, esta entidad distrital ha venido financiado una serie de proyectos de investigación que han resultado pertinentes para el progreso del sistema de salud en el Distrito. Su desarrollo ha permitido ampliar y mejorar la comprensión de los hacedores de política sobre el problema que enfrenta el gobierno distrital. A partir de esas investigaciones, se propuso a COLCIENCIAS la financiación de un proyecto que en cierta forma reuniera las inquietudes y los resultados de todos estos proyectos. El título de este gran proyecto es “*Análisis de alternativas de políticas para ampliar la cobertura de aseguramiento en salud de la población excluida del seguro de salud en Bogotá*” y lo presentaron, en conjunto, la Secretaría Distrital de Salud, ASSALUD y la Universidad del Rosario. El propósito de este trabajo es evaluar la suficiencia de las fuentes de financiación y su sostenibilidad en el tiempo en función del plan de beneficios deseado, buscando la cobertura universal en el SGSSS en el Distrito Capital. Es posible, entonces, que los resultados de esta investigación redunden en una serie de medidas de política pública que permitan mejorar la eficiencia y la efectividad del sistema de salud en la capital.

<sup>6</sup> La política, a su vez, puede orientar las inquietudes o los desarrollos de la ciencia.

<sup>7</sup> Por magnitud se entiende el tamaño de la población afectada, los recursos necesarios para mejorar su calidad de vida, la disponibilidad financiera para lograrlo, etc. La complejidad de los problemas se refiere a la multiplicidad de agentes involucrados en el proceso, a la heterogeneidad de sus intereses, a la variedad de

Las políticas sociales y económicas en torno al desarrollo no son, por lo tanto, universalmente definidas ni se aplican de manera uniforme para todas las sociedades. Cada comunidad define sus propios caminos y objetivos hacia el desarrollo, según sus contextos institucionales particulares (informales y formales).

En Colombia, aspectos como el estado casi permanente de distintas formas de violencia (local, regional o nacional); cambios institucionales integrales como la asamblea constituyente de 1991; las reformas estructurales de la década de los 90's; el proceso de descentralización, e, incluso, la naturaleza pluriétnica y multicultural de su población, han venido configurando una serie de percepciones particulares sobre los temas fundamentales de desarrollo social. Sin duda, los marcos institucionales, unidos a los procesos políticos particulares del país, han hecho que ciertas temáticas alrededor del desarrollo sean más tenidas en cuenta que otras.

En el presente artículo no se hace un análisis particular de cada uno de los factores que, implícita o explícitamente, han influido en la configuración o aplicación de las políticas públicas para el desarrollo. Aunque tal estudio es indispensable para comprender la naturaleza y los logros de la política pública en Colombia, su realización trasciende los intereses inmediatos del presente trabajo. Aquí se hace, más bien, una identificación y una clasificación particular de las temáticas que más sobresalen en los planes y las políticas sociales como tales. La idea es construir un primer esquema temático que sintetice y enumere aquellos ejes o tópicos alrededor de los cuales han girado las políticas públicas colombianas para el bienestar y el desarrollo social. El interés en este estudio es, por lo tanto, de carácter metodológico. Aquí lo que se busca es construir y aplicar metodologías que permitan determinar el grado de acompañamiento y relación de la investigación científica patrocinada por COLCIENCIAS con uno o varios de los temas de política social agrupados en el esquema.

Para estudiar la experiencia colombiana reciente en temas y políticas de desarrollo social se realizará un breve análisis de los siguientes documentos oficiales asociados a estas políticas:

- Los planes de desarrollo de 1990 y 1994

---

desafíos impuestos por el entorno institucional (formal e informal) que unas veces favorecen el cambio programado por las políticas y otras veces lo entorpecen.

- Los documentos CONPES<sup>8</sup> relacionados con el tema de desarrollo social y políticas públicas afines
- Publicaciones especializadas de organismos gubernamentales involucradas en el diseño, ejecución y seguimiento de políticas sociales.

La identificación y clasificación de los ejes temáticos fundamentales no debe hacerse, sin embargo, en el vacío. Por una parte, es necesario definir unos mínimos referentes teóricos y conceptuales en torno al tema del desarrollo, de forma que sea posible organizar e interpretar la extensa información condensada en los CONPES, los planes de desarrollo y demás documentos relacionados con el tema. Por otra parte, es claro que en Colombia una buena parte de las ideas que soportan las políticas públicas para el bienestar y la equidad social se enmarcan o se derivan de las discusiones más recientes en la teoría económica del desarrollo social. Se requiere, por lo tanto, un apoyo teórico general para resolver lo que a partir de ahora se entenderá por políticas públicas para el desarrollo y el bienestar social.

En adelante, el presente artículo se adscribe a la definición global de desarrollo social propuesta por Amartya Sen (1985, 1988, 1999). Según este autor, el desarrollo social tiene que ver con la disposición y la suficiencia de una sociedad para expandir las capacidades y las oportunidades de hombres y mujeres para realizar, libre y dignamente, el tipo de vida que consideran más valiosa. En ese sentido, las políticas públicas sociales son el conjunto de transformaciones de carácter institucional en las reglas formales, que tiene como finalidad la realización o promoción de “avances en el desarrollo”. Estos avances son transformaciones sociales que potencian a los individuos y las organizaciones a realizar actividades elegidas y valoradas libremente, propiciando una vida social más prolongada, libre y fructífera (Sen, 1998). Mayor educación, mejores servicios de salud, ampliación de derechos políticos, entre otros aspectos, constituyen “avances en el desarrollo”. Ellos representan progreso y bienestar social en la medida que posibilitan a las personas ser más libres y vivir el tipo de vida que juzgan más adecuado.

---

<sup>8</sup> “El Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) fue creado por la Ley 19 de 1958. Es la máxima autoridad nacional de planeación y se desempeña como organismo asesor del Gobierno en todos los aspectos relacionados con el desarrollo económico y social del país. (...) [Está] encargado de coordinar y orientar a los organismos encargados de la dirección económica y social en el Gobierno, a través del estudio y aprobación de documentos sobre el desarrollo de políticas generales que son presentados en sesión”. Texto extraído de [http://www.dnp.gov.co/03\\_PROD/CONPES/CONPES.HTM](http://www.dnp.gov.co/03_PROD/CONPES/CONPES.HTM)

Este enfoque del desarrollo y el bienestar social no es el único; tampoco ha estado exento de serias críticas, tanto desde el punto de vista teórico como empírico<sup>9</sup>. Sin embargo, la propuesta teórica de Amartya Sen ha sido ampliamente acogida y discutida en diversos medios académicos y políticos. Ha servido, incluso, como base teórica para la configuración de múltiples planes de desarrollo y variadas operaciones de política internacional de organismos multilaterales como el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo<sup>10</sup>. La vigencia teórica y práctica de este enfoque sirve, entonces, como una garantía para adelantar una descripción objetiva y general de las políticas públicas para el desarrollo social en Colombia.

### **Identificación de temáticas de política y desarrollo social en Colombia**

Con el objetivo de identificar y agrupar las temáticas en torno al desarrollo social en Colombia, se examinaron, en el periodo comprendido entre 1990 y 2002, 65 CONPES SOCIALES, 56 CONPES clasificados en el área de “política social+política social para el desarrollo”<sup>11</sup> y 2 planes de desarrollo (“La revolución pacífica” y “El salto social”). También se revisaron publicaciones del Departamento Nacional de Planeación (DNP) en torno al tema de desarrollo social, incluidos textos sobre indicadores sociales y estudios técnicos sobre salud, empleo y educación.

### **Temáticas en los CONPES SOCIALES**

La primera impresión que se extrae de los CONPES SOCIALES es su alto contenido técnico y metodológico. En la gran mayoría de estos documentos (+ de 40), se hace referencia a:

---

<sup>9</sup> El enfoque propuesto por Sen contrasta, por ejemplo, con las visiones utilitaristas del desarrollo o con la perspectiva de bienestar y justicia en bienes primarios de Rawls (1995). Asimismo, algunos elementos básicos de la propuesta teórica de Amartya Sen han sido fuertemente criticados. Cohen (1993) señala, por ejemplo, la ambigüedad de Sen en torno a la definición del concepto de capacidad (¿la capacidad es lo que efectivamente un individuo hace con los bienes o lo que puede llegar a hacer?), mientras que Gaertner (1993), destaca las dificultades prácticas y metodológicas para llegar a medir de forma satisfactoria las libertades, las capacidades y las oportunidades disponibles en una sociedad.

<sup>10</sup> Ver, por ejemplo, Social Development Department (2004) Social Development in World Bank Operations: Results and way forward. Discussion Draft (Feb. 12<sup>th</sup>). World Bank

<sup>11</sup> Este grupo de CONPES son los que resultan de realizar una búsqueda selectiva en la bases de datos del Departamento Nacional de Planeación con los siguientes conceptos extraídos del diccionario que allí construyeron (palabras clave): “Política social” y “política social para el desarrollo”.

- Reajustes en la cuantía de los presupuestos de los municipios o en los cupos de créditos
- Modificaciones en las reglas contables para las asignaciones presupuestales a nivel regional o municipal
- Modificaciones en la repartición y destinación de excedentes financieros; incrementos o reajustes salariales, etc.
- Autorizaciones del Consejo para la contratación de créditos externos con entidades multilaterales internacionales.
- Algunos otros documentos de los CONPES SOCIALES se refieren a la fijación de normas y procedimientos legales para la ejecución del presupuesto de los municipios o a la distribución de los situados fiscales.

Al analizar más detenidamente el significado de esta clase de documentos, se encuentra que ellos representan un aspecto esencial del bienestar social: el desarrollo político y la organización civil. En efecto, estos documentos reflejan procesos nacientes de descentralización del poder político, económico y social. Constituyen una muestra visible del proceso por el cual el Estado empieza a otorgar ciertas facultades a las regiones, los municipios y los individuos en general, de forma que adquieren unos derechos y deberes económicos y políticos que les permite tomar ciertas decisiones importantes sobre su entorno inmediato.

En este conjunto de documentos también se encuentran otros textos que definen otra clase de pautas, más de carácter político y social:

- la focalización del gasto social (CONPES SOCIAL 040);
- la realización de programas especiales como la prevención y control del SIDA (CONPES SOCIAL 013),
- la protección de segmentos particulares de la población como la mujer rural (CONPES SOCIAL 023), las víctimas del terrorismo (CONPES SOCIAL 006)
- el desarrollo de sectores específicos como la universidad pública (CONPES SOCIAL 015), el cine (CONPES SOCIAL 005), el sector agrario (CONPES SOCIAL 010), las empresas solidarias de salud (CONPES SOCIAL 001), sector hospitalario (CONPES SOCIAL 004).

Se observa una tendencia de la política social a girar en torno a dos dimensiones del desarrollo: Una, referida al desenvolvimiento de ciertos sectores económicos que se consideran fundamentales para el progreso social del país, y otra, relacionada con la protección o la asistencia temporal a

segmentos vulnerables de la población<sup>12</sup>. Una cosa es, entonces, la política social que trata sobre la inversión y promoción de sectores y bienes meritorios de la actividad económica y social<sup>13</sup>, y otra, la política social que gira en torno a la asistencia y protección social de mujeres, jóvenes, grupos étnicos, familias desplazadas, etc.

### **Temáticas en los CONPES de “política social+política social para el desarrollo”**

En estos CONPES hay, claramente, mayores consideraciones en cuanto a la discusión, el diseño, la planeación y la ejecución de políticas sociales relacionadas con el desarrollo. Su contenido no es tan técnico como en los CONPES SOCIALES. Hay, además, un elemento importante que no se encuentra en otros documentos gubernamentales de este tipo: hay una constante revisión y evaluación que se hace de las mismas políticas planteadas por el consejo. No sólo se encuentran, por lo tanto, los planes que tienen cada uno de los gobiernos para promover el desarrollo social en un municipio, una región o en la totalidad del país, sino los resultados percibidos de estos programas y las líneas de acción que se proponen para ulteriores avances en esas áreas (ver CONPES 3195, 2966, 2941, 2858, 2838, entre otros). Estos documentos representan una de las subtemáticas del desarrollo social que podrían integrar el tópico general del desarrollo político y la organización civil que se menciona arriba: la rendición de cuentas o “accountability”. En términos generales, la rendición de cuentas consiste en el compromiso social y político de aquellos que ejercen el poder legítimamente otorgado por la sociedad, de hacerse responsables por sus acciones y permitir el control transparente y efectivo de la comunidad.

En los CONPES de “política social+política social para el desarrollo” se observa, nuevamente, la tendencia de dividir las políticas sociales en dos dimensiones específicas: las políticas sociales de tipo asistencial y temporal que se aplican a segmentos particulares de la población como la mujer, las comunidades afro-colombianas, las víctimas del terrorismo, etc.; y las políticas públicas que se aplican con relación a sectores específicos como la educación, la salud o el empleo que, según la

---

<sup>12</sup> Son segmentos de la población que, de acuerdo con la percepción de los hacedores de política, han asumido ciertos costos sociales ocasionados por procesos de reestructuración y ajuste económico, violencia política o económica, exclusión social, discriminación racial o de género, etc.

<sup>13</sup> Supuestamente, estos sectores tienen un impacto global en el desarrollo, pues potencian a toda clase de individuos y organizaciones a actuar y desenvolverse libremente dentro de la sociedad (salud, educación, medio ambiente, etc.)



percepción del gobierno, son áreas de la economía o de la sociedad que permiten a las personas mejorar su calidad de vida; es decir, crean las condiciones materiales y sociales para que los individuos tengan recursos, capacidades y oportunidades reales de liderar el modo de vida que consideran más adecuado.

### **Temáticas en los estudios del Departamento Nacional de Planeación**

Los estudios adelantados por los propios organismos oficiales encargados de diseñar, ejecutar y evaluar la efectividad de las políticas públicas, no difieren mucho de los documentos CONPES. Ni en su contenido, ni en su forma. Hay documentos técnicos y científicos relacionados con la medición de la pobreza, la desigualdad económica, el nivel de empleo, la cobertura y la calidad de la educación, la evaluación al sistema general de seguridad social, etc. Asimismo, estos textos proporcionan lineamientos técnicos para la realización de encuestas de hogares, estratificaciones socioeconómicas, recolección de datos estadístico relacionados con bienestar y pobreza, etc. Sin embargo, no son tan frecuentes los estudios que planteen críticas o propuestas concretas a las políticas públicas aplicadas por el DNP. Estos estudios tienden, más que todo, a evaluar desde un enfoque técnico casos concretos de desarrollo social, y a utilizar instrumentos analíticos o estadísticos ya elaborados para el medir ciertos aspectos puntuales del desarrollo social colombiano.

### **Temáticas en los planes de desarrollo**

Al revisar los planes de desarrollo de los últimos años, se encuentran varios elementos que caracterizan claramente esta clase de documentos, tanto en forma como en contenido. En primer lugar, los planes abordan las temáticas sociales casi siempre con este orden:

- Exposición de los fundamentos políticos y económicos del Plan
- Identificación y evaluación de los problemas de desarrollo social (diagnóstico)
- Propuesta de estrategias para abordar y resolver esos problemas
- Planificación de la política (aspectos financieros y programas de inversión)
- Propuesta de programas específicos de la acción estatal

En segundo lugar, todos los planes proponen, de manera explícita o implícita, metas globales de bienestar, desarrollo y equidad social. Lógicamente, se distinguen entre sí en cuanto a los mecanismos y los medios precisos para alcanzar esos objetivos.

En tercer lugar, las políticas sociales propuestas en los planes parecen tener un alto contenido sectorial, en el sentido de que concentran sus argumentaciones en la promoción o el crecimiento de ciertas áreas de la economía, de forma que se constituyan en un motor autónomo del desarrollo y el

bienestar global de la sociedad. Unas veces es la construcción, otras veces es el sector educativo; en ocasiones es la modernización de la infraestructura física, o la promoción de la actividad exportadora. Aunque la naturaleza de las políticas que promocionan esas áreas de la actividad económica no es comparable con la que se observa en los modelos de desarrollo basados en los sectores líderes de la economía, sí parece existir la convicción de que hay ciertas áreas de la actividad económica y social que son más adecuadas que otras para crear riqueza, generar equidad y promover el progreso y el desarrollo social.

En general, los planes conciben el desarrollo social como una estrategia macroeconómica específica que tiene como pilar fundamental una combinación de inversiones en determinados sectores de la economía, cuyo progreso contribuye simultáneamente a la prosperidad económica y al desarrollo social. Los planes reconocen que, de todas formas, la problemática del bienestar social es algo multidimensional que debe integrar estrategias económicas, políticas, culturales, etc. Quedaría por establecer qué tan puntuales son los diferentes planes a la hora de proponer programas o líneas de acción precisas que precisamente integren esas diferentes dimensiones en estrategias de desarrollo social efectivas y duraderas.

Por último, los planes de desarrollo casi siempre establecen una relación muy estrecha entre la estabilidad macroeconómica y el desarrollo social. Pareciera que entre los hacedores de política existe la convicción de que un tema esencial del desarrollo social, es, justamente, la estabilidad y el equilibrio macroeconómico. Sin embargo, el énfasis en el equilibrio macroeconómico y su compatibilidad con la política social es distinto en cada Plan. Se podría decir que, incluso, mientras en unos planes el crecimiento de la producción y la estabilidad macroeconómica son los medios escogidos para alcanzar ciertas metas de desarrollo social, en otros se les ve como un fin en sí mismo para el cual la política social es una herramienta que puede mitigar los costos causados por las reformas estructurales que en determinados se requieran.

A continuación se hace un corto análisis de las temáticas de desarrollo social más sobresalientes en cada uno de los Planes de Desarrollo contemplados en este estudio.

### **Plan 1: La revolución pacífica (1990-1994)**

En este plan se partió de la premisa fundamental de que el país requería acelerar ciertos procesos de transformación institucional de forma que fuera posible que la gestión estatal pudiera satisfacer las necesidades y las expectativas de un mayor número de personas. El objetivo fundamental era promover la transformación de ciertos procedimientos y responsabilidades de carácter institucional, para que el Estado se concentrara en sus “obligaciones sociales básicas”, se deshiciera de funciones

que no le correspondía en el campo económico, se aumentara la eficiencia en la asignación de recursos públicos y privados y así se alcanzaran metas básicas de crecimiento y equidad social (ver prólogo, p. 11 y 12).

Entre estos cambios institucionales sobresale el de la descentralización. En el plan, era indispensable otorgar una mayor autonomía política y económica a las regiones y los municipios de forma que los ciudadanos tuvieran una mayor participación y un mayor poder de decisión en las problemáticas de su comunidad. Sin duda, este era uno de los ejes básicos de la política pública a comienzos de la década de los 90.

La política para el desarrollo que se proponía en este plan, también partía del supuesto básico de que el equilibrio macroeconómico era un aspecto central en la promoción del crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas. La estabilidad cambiaria, monetaria, comercial y fiscal de la economía era el marco necesario para que los agentes empezaran a realizar decisiones más productivas y eficientes, que fueran compatibles con las metas de desarrollo y crecimiento que se habían establecido.

Dado que el énfasis del Plan era el estímulo directo de la oferta agregada de la economía, la política social se concibió para impulsar sectores estratégicos que se consideraban los más adecuados para crear efectos multiplicadores positivos en toda la economía. El Plan los denominó los “sectores horizontales”<sup>14</sup>.

En general, la política social se concibió como una estrategia para construir una verdadera “infraestructura social” que fuera coherente con la reducción de la desigualdad, la apertura económica y la consolidación de la paz (ver Capítulo III, p. 3 “Las estrategias del Plan” en “La

---

<sup>14</sup> “La práctica de una verdadera economía de oferta y su aplicación a los problemas de la planeación, obligan a priorizar las acciones y las inversiones del Estado en las áreas denominadas “horizontales” (vías, salud, comunicaciones, medio ambiente, etc.) que beneficien al conjunto de la economía, y en especial a los llamados sectores “verticales” (agricultura, industria, vivienda, etc.) y “grupos vulnerables” (niños, jóvenes, mujeres). Las áreas horizontales, semejantes a nodos o articulaciones económicas, tienen mayores efectos multiplicadores, por sus externalidades y su poder de irrigar beneficios, en forma general. El énfasis sobre las verticales, o sobre un grupo de ellos –los denominados sectores líderes- ha sido desechado por la teoría y la práctica del desarrollo económico.” (Prólogo, p. 13 de “La revolución Pacífica”, Plan de Desarrollo económico y Social (1990-1994). DNP y Presidencia de la República)

revolución Pacífica, Plan de Desarrollo económico y Social (1990-1994)”. DNP y Presidencia de la República).

De acuerdo con el plan, las cuatro áreas principales sobre las que debía actuar el gobierno y el Estado para promover la eficiencia, la equidad y el crecimiento eran:

- a. La ampliación del capital humano
- b. La construcción de infraestructura física
- c. El fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica
- d. La estrategia ambiental

Alrededor de estos cuatro elementos giraron, entonces, las políticas públicas para el desarrollo y el crecimiento económico en Colombia, en el periodo 1990-1994<sup>15</sup>.

### **Plan 2: El salto social (1994-1998)**

En este plan hay una clara intención por diseñar y ejecutar un modelo de desarrollo alternativo a los que hasta el momento se habían implantado en Colombia: alternativo al esquema proteccionista e intervencionista del Estado de bienestar moderno, y alternativo también al modelo y a las reformas enmarcadas en el enfoque neoliberal (Ver Los fundamentos del Plan de “El salto social”, Plan de Desarrollo económico y Social (1994-1998). DNP y Presidencia de la República).

En el Plan de desarrollo del gobierno del presidente Samper, la política social se constituye en el centro de la acción estatal. Las metas principales pasan a ser la equidad y el bienestar social, mientras que el equilibrio macroeconómico y el crecimiento del producto agregado se convierten en condiciones necesarias pero no los objetivos últimos del plan.

El Plan se sustenta en cinco elementos fundamentales:

- Equidad y solidaridad

---

<sup>15</sup> Algunos críticos señalaron en su momento que “Con Gaviria, la prioridad fue el crecimiento global y la estabilización interna y externa (...). Suponiendo que el crecimiento llevaría a un mayor desarrollo y equidad (y que) lo social tenía un carácter apenas residual” (Corredor, 1995, p. 57). Aunque el presente estudio no pretende examinar los aspectos negativos o positivos de cada plan de desarrollo considerado, es claro que en el Plan de 1990-1994 la política social se ve no como un fin en sí mismo sino como un punto intermedio para preparar a los ciudadanos para los procesos de apertura, modernización productiva y el crecimiento económico en general.

- El crecimiento depende [tanto] de la inversión de los agentes individuales como de la acumulación de capital social
- Las ventajas competitivas son creadas y , por lo tanto, el mayor dinamismo económico no es un resultado automático del libre funcionamiento de las fuerzas del mercado
- El logro de los objetivos requiere una movilización de toda la sociedad
- El desarrollo requiere el reconocimiento y el respeto de la diversidad étnica, cultural y regional en la formación de la identidad colombiana

Estos aspectos del plan se integran a través de estrategias e inversiones en dos sectores fundamentales de la actividad social y económica: la educación y el empleo. El Plan los denomina los puntos articuladores del desarrollo social y el crecimiento económico.

A pesar de su insistencia en constituirse en un plan alternativo de desarrollo, el Plan guarda una gran similitud con el resto de planes de desarrollo de los gobiernos anteriores. El plan se propone, como los demás, apoyar y promocionar ciertos sectores y actividades económicas que se suponen tiene un alto impacto en el desarrollo económico y social. Se considera vital, por ejemplo, incentivar áreas como las exportaciones, el sector manufacturero, el campo agropecuario, el turismo, etc. De todas formas, los dos sectores principales que integran y atraviesan todas las estrategias globales y locales del Plan, son la educación y el empleo.

Vale la pena resaltar que, en su momento, se crítico el Plan por no profundizar lo suficiente en estrategias y medidas concretas para desarrollar y corregir algunos de los aspectos centrales del ámbito de la organización civil, el desarrollo político y el cambio institucional. Para Corredor (1995), por ejemplo, “el Plan aborda el desarrollo en sus dimensiones económica, social y ambiental, pero se queda corto en la esfera política. Los sentidos de pertenencia, identidad y cohesión social son fundamentales en la construcción de una cultura política que supere las relaciones primarias de compadrazgo, clientelismo y lealtad persona” (Corredor, 1995, p. 68)

Con base en lo anterior, y teniendo como marco de referencia la propuesta de Sen sobre desarrollo social, es posible clasificar en cuatro grandes ejes generales las políticas públicas colombianas para el desarrollo social

## **Esquema temático de las políticas para el desarrollo social**

### **1. Políticas sociales re feridas al entorno macroeconómico para el desarrollo**

El desarrollo social en Colombia está altamente condicionado por la política macroeconómica (conjunto de medidas que pretenden alterar (positiva o negativamente) la frecuencia, la longitud y/o profundidad de los ciclos económicos, reales y monetarios, según las circunstancias internas y

externas que rodean a la economía nacional). Las políticas macroeconómicas afectan la disponibilidad de los recursos y los ingresos de los agentes públicos y privados, modificando, a su vez, sus decisiones de consumo e inversión. Las medidas macroeconómicas de este tipo también transforman los mercados de bienes y servicios, y cambian la posición de cada agente económico en estos escenarios. Alteran la probabilidad de insertarse o mantenerse en el mercado laboral, lo cual lógicamente afecta los ingresos y la calidad de vida global de los agentes económicos. En general, estas políticas se refieren a los procesos económicos de creación, acumulación y distribución de riqueza social, lo cuales afectan, directamente, la capacidad individual de los agentes para conservar o transformar sus condiciones materiales y sociales de vida.

Las reformas estructurales y las políticas de ajuste, también forman parte de este eje de la política social. Ellas determinan la capacidad del Estado para cumplir con sus “compromisos sociales”; afectan su capacidad para brindar bienes y servicios que satisfagan las necesidades básicas y permitan la realización de diversos sectores de la población, sobre todo los más vulnerables.

Dentro de este amplio conjunto de políticas, interesa en particular las referidas al crecimiento económico, y las relacionadas con la generación de ingresos para la población económicamente activa.

### *1.1 Crecimiento económico*

Estas políticas se refieren a la promoción de procesos económicos de creación y acumulación de riqueza social (consumo-inversión), lo cuales afectan, directamente, la capacidad individual de los agentes para conservar o transformar sus condiciones materiales y sociales de vida

### *1.2 Reformas estructurales*

Estas medidas se relacionan con aquellos cambios de carácter institucional que se conciertan con organismos multilaterales, para alcanzar o sostener estados de equilibrio macroeconómico en cuenta corriente, en la balanza de pagos o el gasto público. Estas reformas también incluyen cambios en las reglas de juego y la configuración de determinados mercados económicos (empleo, capital, moneda extranjera, etc.) que se consideran esenciales para la creación y acumulación de producto y riqueza social, compatibles con el equilibrio macroeconómico.

## **2. Políticas pública referidas a la acción social para el desarrollo**

Como su nombre lo indica, se refiere al conjunto de sectores de la economía y áreas de la sociedad que permiten aumentar la capacidad de las personas para realizar actividades “elegidas y valoradas libremente” (Sen, 1998, p. 89). Acceder a servicios de salud, invertir en educación, tener un espacio digno de vivienda, o expresarse libremente, constituyen avances sociales en la medida que

potencian a los individuos a formar y cultivar las preferencias y los modos de vida que consideran más adecuados. La promoción y el desarrollo de estos sectores sociales y económicos permiten a los individuos cultivar y llevar a cabo aquellos objetivos o preferencias que consideran más deseables.

#### *2.1 Salud y Nutrición*

Se refiere a aquellas actividades que favorecen la promoción, la prevención, el tratamiento o la rehabilitación del bienestar física y mental de las personas; tanto en lo colectivo como lo individual

#### *2.2 Educación, Ciencia y Tecnología*

Aquí se incluyen varios temas: Por una parte, están los aspectos cuantitativos y cualitativos de la educación (cobertura educativa, demanda de cupos, calidad de la educación, formulación de metodologías o programas educativos, etc.). Por otra parte, están los temas en torno a la ciencia y tecnología, como creación y apropiación de conocimiento, innovación tecnológica, “impacto de la ciencia en la sociedad”, etc. En general, la acumulación, la difusión y la creación de nuevo conocimiento constituyen un avance social en la medida que permite a las personas y a la sociedad, en general, crear y tomar decisiones de forma más creativa y autónoma.

#### *2.3 Empleo*

#### *2.4 Seguridad Social (pensiones; cajas de compensación, etc.)*

#### *2.5 Urbanismo, Vivienda y Medio ambiente*

#### *2.6 Cultura*

### **3. Políticas sociales referidas al reconocimiento y protección social de grupos vulnerables**

Aquí se incluyen los tipos de población que, generalmente, son objeto de políticas sociales particulares, y que se consideran vulnerables por sus enormes limitaciones materiales y sociales para elegir y aprovechar libremente las oportunidades disponibles en una sociedad.

#### *3.1 Niñez*

#### *3.2 Adultos mayores*

#### *3.3 Juventud*

#### *3.4 La mujer*

#### *3.6 Desplazados*

#### *3.7 Grupos étnicos*

### **4. Políticas sociales referidas a la organización civil y el desarrollo político institucional**

En este tópico se reúnen aquellas medidas de política relacionadas con el fomento y el fortalecimiento de la coordinación social, la cooperación y la participación social y política. Son

políticas encaminadas a construir y desarrollar marcos y sistemas institucionales abiertos que permitan a los individuos participar y decidir en los procesos políticos, sociales y económicos de su comunidad. En este tópico también se incluyen aquellas políticas sociales que promueven la cohesión y la inclusión social de los integrantes de la sociedad.

*4.1 Descentralización y participación ciudadana*

*4.2 Rendición de cuentas (Accountability)*

*4.3 Convivencia social*

*4.4 Justicia, Derechos Humanos y seguridad*

En estos cuatro tópicos de las políticas sociales se abordan dos problemas fundamentales (de forma independiente o combinada): el desarrollo social, y la reducción de la pobreza y la desigualdad económica<sup>16</sup>. Claramente, estas dos elementos están interrelacionados y, normalmente, se ven como un solo conjunto. Sin embargo, no es lo mismo una política dirigida a aumentar o proteger el ingreso de los más pobres en el sector rural, que una política diseñada para reivindicar los derechos de la mujer o un plan para mejorar la calidad de la educación o para aplicar una innovación pedagógica. En ambos casos hay, sin duda, un impacto positivo en el desarrollo y el bienestar de la sociedad. Sin embargo, su naturaleza es distinta y su aporte al progreso social no es el mismo. En ese sentido, cada eje de la política social (el macroeconómico, el sectorial, el poblacional y el político) puede dirigirse, o al desarrollo social, o a la reducción de la pobreza, o a ambas. Para la clasificación que interesa, por lo tanto, no sólo se podrá especificar el tópico al cual corresponde una investigación, sino también si su énfasis es en desarrollo social o reducción de la pobreza y la desigualdad económica.

---

<sup>16</sup> Por desarrollo social se entiende la ampliación de la capacidad de la población para realizar actividades elegidas y valoradas libremente. Por reducción de la pobreza y la desigualdad económica, se entiende aquel proceso mediante el cual uno o varios individuos superan un estado inicial de privación e insatisfacción de unas necesidades básicas (en diferentes dimensiones sociales, económicas, políticas, etc.), a través de la mejora de su ingreso monetario o de su disponibilidad de una canasta de bienes y servicios que le permiten realizarse libremente. Es claro que estos dos conceptos son inseparables, pero para los objetivos del presente estudio, es conveniente su diferenciación para la identificación de tópicos y temas de políticas sociales diversos. Sobre una definición más detallada de pobreza ver World Development Report 2000/1, *Attacking Poverty* (Banco Mundial)



Los sub-temas que componen cada tópico se definieron según su aparición, explícita o implícita, en los documentos oficiales de políticas públicas señalados arriba.

Vale la pena hacer una aclaración en cuanto al contenido y el significado del esquema aquí propuesto. En la realidad de las políticas públicas, los componentes de este esquema no son fijos ni completamente independientes entre sí. Aunque el esquema descompone en cuatro categorías diferentes las políticas públicas referidas al bienestar social, esta clasificación no pretende ser una división completamente exacta de los ejes temáticos de las políticas públicas en Colombia. Es posible que algunas políticas o temáticas propuestas en los últimos años no se encuentren aquí<sup>17</sup> o sean una combinación particular de unas u otras categorías. Asimismo, en cada sub-tema es posible diferenciar otros sub-ejes o sub-categorías. En educación, por ejemplo, hay políticas referidas a mejorar la calidad de los programas y las metodologías, mientras que hay otras medidas encaminadas a ampliar la cobertura y aumentar la oferta de los servicios educativos. Sin embargo, tales refinamientos no se han realizado pues por ahora se pretende hacer un ejercicio exploratorio que ofrezca unos primeros indicios sobre el acompañamiento de la ciencia a los temas y las problemáticas de la política social en Colombia.

Lo que aquí se pretende es dibujar un primer esquema temático de las principales políticas públicas para el desarrollo social, tal y como se encuentra delineadas en los documentos CONPES y los planes de desarrollo revisados. No hay que olvidar que lo que se busca es establecer cómo se distribuyen y se articulan los proyectos de investigación aprobados en COLCIENCIAS a cada uno de los temas y sub-temas que componen el esquema arriba propuesto.

En el presente estudio, se hará un breve análisis de la distribución, la articulación/no-articulación y cobertura relativa de la investigación patrocinada por COLCIENCIAS con respecto a los tópicos de políticas sociales señalados arriba.

Para ello, se han desarrollado y aplicado tres metodologías diferentes pero complementarias. Una, que hace una asignación manual de los proyectos según el esquema temático arriba expuesto. Otra, en la que también se realiza una clasificación manual, pero que agrega otros cinco criterios que se consideran especialmente relevantes para el tema de políticas públicas sociales en salud y

---

<sup>17</sup> Temas como la coordinación social, los mecanismos de resolución de conflictos, el capital social, entre otros, son aspectos que podrían formar parte de la definición general que aquí se ha utilizado de desarrollo pero que no aparecen explícitamente en el esquema.

educación. La última metodología, consiste en una asignación “automática” de los proyectos a través de un algoritmo competitivo en un modelo de redes neuronales.

### **Metodología 1**

En la primera metodología, se clasificaron los proyectos aprobados en los programas de Ciencias Sociales y Estudios Científicos de la educación. La asignación de cada proyecto en cada sub-tema o tema de políticas sociales, se hizo considerando la información básica que había sobre el título de la investigación, sus autores, las palabras clave, los campos temáticos, el contenido de los resúmenes, los objetivos generales y específicos, la metodología, las conclusiones, los resultados directos e indirectos, etc. En caso de que el proyecto de investigación cubriera múltiples aspectos se forzó su asignación a solo una de las categorías o sub-categorías establecidas<sup>18</sup>.

El procedimiento de clasificación es relativamente sencillo. Primero se analiza la información disponible del proyecto y se establece si corresponde inicialmente a un sub-tema particular en alguna de las cuatro categorías establecidas en el esquema:

<i>1.1 Crecimiento económico</i> <i>1.2 Reformas estructurales</i>
<i>2.1 Salud y Nutrición</i> <i>2.2 Educación, Ciencia y Tecnología</i> <i>2.3 Empleo</i> <i>2.4 Seguridad Social (pensiones; cajas de compensación, etc.)</i> <i>2.5 Vivienda y Medio ambiente</i> <i>2.6 Cultura</i>
<i>3.1 Niñez</i> <i>3.2 Adultos mayores</i> <i>3.3 Juventud</i> <i>3.4 La mujer</i>

<sup>18</sup> La labor de asignación no es perfecta ni está exenta de críticas. Estas clasificaciones “manuales” están significativamente influenciadas por los criterios subjetivos del investigador que las realiza. Sin embargo, es una herramienta útil que desarrollada por expertos puede dar indicios muy importantes sobre el acompañamiento percibido de la ciencia a diversos ámbitos y problemáticas de la sociedad.

*3.6 Desplazados*

*3.7 Grupos étnicos*

*4.1 Descentralización y participación ciudadana*

*4.2 Rendición de cuentas (Accountability)*

*4.3 Convivencia social*

*4.4 Justicia, Derechos Humanos y seguridad*

Si no es posible hacer esta asignación, se mira su correspondencia con alguno de los cuatro temas generales:

**1. Políticas sociales referidas al entorno macroeconómico para el desarrollo;**

**2. Políticas pública referidas a la acción social para el desarrollo;**

**3. Políticas sociales referidas al reconocimiento y protección social de grupos vulnerables**

**4. Políticas sociales referidas a la organización civil y el desarrollo político institucional.**

Si tampoco es posible clasificarlo en alguna de esas grandes categorías, se le da la asignación de (NA), es decir, no Asignado o no aplica. Es conveniente aclarar que dentro de esta categoría, es preciso diferenciar aquellos proyectos que no tienen ninguna relación temática con alguna de las dimensiones o sub-dimensiones identificadas, de aquellos que no pudieron ser clasificados por falta de información sobre su contenido.

En esta metodología, también se especifica si su énfasis es en desarrollo social o reducción de la pobreza y la desigualdad económica. Como se ha señalado más arriba (p. 16), no es lo mismo una política dirigida a aumentar o proteger el ingreso de los más pobres en el sector rural, que una política diseñada para reivindicar los derechos de la mujer o un plan para mejorar la calidad de la educación, o para aplicar una innovación pedagógica en el sector rural. En estos casos hay, sin duda, un impacto positivo en el desarrollo y el bienestar de la sociedad. Sin embargo, su naturaleza es distinta y su aporte al progreso social no es el mismo. En ese sentido, en cada eje de la política social (el macroeconómico, el sectorial, el poblacional y el político) pueden encontrarse políticas sean más pertinentes, o al desarrollo social o a la reducción de la pobreza, o a ambas.

Cada proyecto sólo puede ser asignado a una de las categorías o sub-categorías<sup>19</sup>.

## Metodología 2

Además de clasificar los proyectos bajo los criterios y los procedimientos de la metodología 1, esta metodología clasifica los proyectos aprobados en el programa de ciencia y tecnología de la salud, de acuerdo con el tipo de estudio que puede adelantar:

Estudios sobre *Sociedad*: Se estudian los comportamientos sociales relacionados con la salud (usos, costumbres, creencias, fisiología, etc.).

Estudios sobre *Infraestructura*: Se analizan la disponibilidad y las características de los elementos y recursos de apoyo a la prestación de un servicio de salud (equipos médicos con alguna tecnología específica e infraestructura física).

Estudios sobre *Investigación*: Corresponden a estudios científicos y técnico-médicos

Estudios sobre *pruebas y análisis médicos y no médicos*

Estudios sobre *Investigación y Desarrollo en salud*: Estudios que desarrollan e implementan algún adelanto médico. Por ejemplo, una vacuna.

Cada proyecto se clasifica, entonces, en tres dimensiones diferentes: Una relacionada con el esquema construido en este trabajo. Otra, en la que se determina si el proyecto tiene algún énfasis hacia política para el desarrollo o política para la pobreza extrema. La última, si el estudio corresponde a uno que analiza aspectos sociales, o de infraestructura, o si es un proyecto de investigación básica, de investigación y desarrollo en salud, o si es un estudio médico o no-médico.

## Metodología 3<sup>20</sup>

En esta metodología se hace una clasificación “automática” de algunos de los proyectos aprobados por COLCIENCIAS<sup>21</sup>. En ella se trabajó un modelo particular de redes neuronales<sup>22</sup>, y se aplicó con

---

<sup>19</sup> Cuando un proyecto se asigna a un sub-tema, automáticamente queda asignado en el tema general. Por ejemplo, si un proyecto es asignado en el sub-tema de justicia, DDHH y seguridad, también queda registrado como perteneciente al tema de Organización civil y desarrollo político.

<sup>20</sup> Por Mará Velasco (mvelasco@ieee.org)

<sup>21</sup> **Base de Datos BID:** 339 registros con información de proyectos financiados por diferentes programas, con apoyo del BID. Se distribuyen así: Agropecuarias 21, Básicas 32, Biotecnología 24, Desarrollo Tecnológico 6, Educación 45, Electrónica 12, Energía 7, Salud 55, Ciencias Sociales 88, Mar 27, Medio Ambiente 22.

el fin de evaluar si era posible resolver los problemas de subjetividad y manejo de la información que se originaban en las clasificaciones manuales.

En la clasificación manual de los proyectos, se corre el riesgo de imponer criterios demasiado subjetivos y sesgados en la asignación y la interpretación de las investigaciones. Es posible, incluso, que tales criterios sean manipulados para adecuarse a los intereses y las necesidades particulares de cada investigador que pretenda probar alguna clase especial de acompañamiento de la ciencia a las políticas públicas. Por otra parte, la extensión de la información (en cada programa del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología hay un mínimo de 100 o 200 proyectos aprobados en diversas temáticas, por numerosos autores) hizo muy problemática y dispendiosa la clasificación manual de cada proyecto, en cada programa.

Dados estas limitaciones, se decidió probar la suficiencia de un algoritmo competitivo en un modelo de redes neuronales, para la clasificación automática de algunos proyectos aprobados en ciertos programas de investigación de COLCIENCIAS.

En el caso particular de la presente investigación, se utilizó un algoritmo de aprendizaje competitivo (Howard, 2001), llamado “algoritmo de perros y conejos” (Looney, 1997). El algoritmo de aprendizaje competitivo se utiliza cuando, por la definición del problema, no se conocen los grupos, ni se tiene una base de datos con elementos clasificados de la cual aprender a identificar patrones. Para el caso que interesa, este algoritmo parece ser muy útil. Con su desarrollo, sería posible clasificar proyectos de investigación, sin más información que la que está contenida en la base de datos.

En el análisis de los resultados de esta metodología particular se hace una descripción más detallada de los procedimientos que la componen.

---

**Base de Datos Maestra:** 294 registros con información de proyectos financiados por diferentes programas, distribuidos así: Ciencias Sociales y Humanas 85, Educación 130, Biotecnología 78, Medio ambiente 1.

<sup>22</sup> El origen de la metodología corresponde a experiencias con problemas similares (Velasco, 2002) que indicaban que la clasificación de texto en temas era posible con un cierto grado de confiabilidad, cuando se utilizaba el lenguaje y las palabras de los textos como insumo en la identificación de patrones (Qian y Shanghai, (2000), Petridis et. al (2001), Merkl et al (1999), Ahmad, Bale, and Burford, (1999) y Dasigi (1998)). En estas experiencias se suponía que la aparición de un conjunto de palabras en un texto determinado, implicaban la aparición de un concepto relacionado con una temática particular. También, que era posible determinar qué palabras buscar, a partir de textos conocidos, en los que apareciera el concepto que se buscaba.

## Los resultados

De acuerdo con la clasificación realizada, se encuentra que en cada programa, un poco más de la mitad de los proyectos aprobados hacen alguna reflexión explícita o producen resultados relevantes desde el punto de vista de la discusión, diseño y/o evaluación de políticas públicas particulares.

Sin embargo, hay una proporción igualmente importante de proyectos (entre el 45 y el 50%), en 2 de los 3 programas analizados (Estudios científicos de la educación y ciencia y tecnología de la salud), en los que no parece existir alguna contribución concreta o relevante a la comprensión o la discusión colectiva de problemas o realidades significativas desde el punto de vista del desarrollo y la política social para el bienestar.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos con cada una de las metodologías expuestas arriba.

### Metodología 1

#### Ciencias sociales y humanas

Se analizaron un total de 341 proyectos aprobados. De ese agregado, se obtuvieron las siguientes clasificaciones:

Tema	N° de proyectos asignados	Porcentaje de proyectos asignados frente al total
<b>1. Políticas sociales referidas al entorno macroeconómico para el desarrollo</b>	37	10.850%
<b>2. Políticas pública referidas a la acción social para el desarrollo</b>	60	17.595%
<b>3. Políticas sociales referidas al reconocimiento y protección social de grupos vulnerables</b>	49	14.370%
<b>4. Políticas sociales referidas a la organización civil y el desarrollo político institucional</b>	104	30.499%
<b>No aplica</b>	91	26.686%
<b>Total</b>	<b>341</b>	<b>100.00%</b>

Vale la pena aclarar que en el grupo de proyectos de “No aplica”, hay que distinguir entre aquellos que no pudieron ser asignados porque no había información suficiente ni confiable para determinar cuál era su temática exacta y aquellos que por los datos considerados no parecía realizar algún

acompañamiento directo o indirecto a alguna de las problemáticas de desarrollo social. Es posible que algunos de los proyectos tuvieran alguna relevancia para los temas considerados aquí, pero por la información adquirida hasta el momento, no se podía establecer si ese era el caso.

No aplica	N° de proyectos asignados	Porcentaje
No tiene relación con ningún tema o sub-tema	47	51.65
No hay información suficiente para clasificar el proyecto	44	48.35
<b>Total</b>	<b>91</b>	<b>100</b>

En el programa de Ciencias Sociales, parece haber una cierta tendencia a estudiar aspectos relacionados con la organización civil y el desarrollo político e institucional del país. Un poco más de la tercera parte de las investigaciones aprobadas se refieren a ese aspecto. Sin embargo, de ese conjunto de investigaciones, el 34% no pudo ser asignado en ninguno de los sub-temas específicos que componían el tema *4. Políticas sociales referidas a la organización civil y el desarrollo político institucional*. Este resultado puede tener dos explicaciones: Por una parte, era posible que algunos de los proyectos incluidos en este grupo abarcaran simultáneamente varias sub-temáticas y no pudieran ser catalogados en una sola. Por otra parte, se daba el caso de que el proyecto tuviera relación con el tema, pero desarrollara temáticas muy generales o no consideradas en el esquema original.

Tema	Subtema	N° de proyectos asignados	Porcentaje
4. Políticas sociales referidas a la organización civil y el desarrollo político institucional	General	36	34.62
	41 Descentralización	12	11.54
	42 Accountability	0	0.00
	43 Convivencia	24	23.08
	44 Justicia, DDHH y seguridad	32	30.77
	<b>Total</b>	<b>104</b>	<b>100</b>

Asimismo, es muy visible la concentración de la investigación en temas de convivencia y seguridad. La mitad de los proyectos que fueron asignados en el tema 4, se refieren a estos sub-temas. Algo que llama la atención, es la inexistencia de proyectos que aborden explícitamente el sub-tema particular de “Accountability”. Aunque hay numerosos y variados proyectos que se refieren al sistema político colombiano, tanto a nivel nacional como regional y local, la información que se

revisó de ellos no permitió asociarlos con la problemática particular del seguimiento y la evaluación de la sociedad a la actividad y la gestión pública de los hacedores de política.

Un resultado llamativo es la concentración de la investigación en temas culturales y en problemáticas asociadas con la dimensión pluriétnica de la sociedad colombiana. Un poco más de la tercera parte de los proyectos clasificados en el numeral 2 (Políticas pública referidas a la acción social para el desarrollo) trataban sobre el papel y la dinámica general de la cultura, mientras que en el numeral 3 (Políticas sociales referidas a la acción social para el desarrollo), casi el 35% de los proyectos analizan ciertos aspectos de las negritudes, las comunidades indígenas, las lenguas aborígenes, etc.

Tema	Subtema	N° de proyectos asignados	Porcentaje
2. Políticas pública referidas a la acción social para el desarrollo	General	6	10.00
	21 Salud y Nutrición	8	13.33
	22 Educación, Ciencia y tecnología	11	18.33
	23 Empleo	8	13.33
	24 Seguridad Social	0	0.00
	25 Urbanismo y medio ambiente	7	11.67
	26 Cultura	20	33.33
	<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

Tema	Subtema	N° de proyectos asignados	Porcentaje
3. Políticas sociales referidas al reconocimiento y protección social de grupos vulnerables	General	7	14.29
	31 Niñez	6	12.24
	32 Adultos Mayores	0	0.00
	33 Juventud	5	10.20
	34 Mujer	8	16.33
	36 Desplazados	6	12.24
	37 Grupos Etnicos	17	34.69
	<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100</b>

Otro resultado notable de la clasificación manual es el tipo de distribución que se observa de la investigación en el tema de políticas sociales referidas al entorno macroeconómico. Sin duda, este tema general es recurrente en los proyectos aprobados en el programa de ciencias sociales. La mayoría de estos proyectos corresponden al área de la economía. Sin embargo, muy pocos parecen analizar detenidamente cuál es la potencial influencia o el impacto observado de determinados



procesos y transformaciones estructurales sobre el bienestar colectivo y el desarrollo social. Sólo dos proyectos pudieron ser asignados en el sub-tema de reformas estructurales del tema 1.

Asimismo, la mitad de los proyectos que fueron clasificados en este numeral no pudieron ser asignados a ningún sub-tema específico, dado que trataban temáticas muy generales y poco relacionadas entre sí. Unos estudiaban la posición de Colombia en la integración comercial a nivel regional y mundial, mientras otros evaluaban los efectos macroeconómicos globales de los shocks ocasionados en el mercado mundial del petróleo. Tales proyectos no están totalmente desconectados del problema de la generación de riqueza y el aumento del ingreso en Colombia, lo cual es un tema relevante en políticas públicas sociales. No obstante, no hacían una referencia directa a los procesos de crecimiento económico o a las reformas estructurales macroeconómicas aplicadas en Colombia .

Tema	Subtema	N° de proyectos asignados	Porcentaje
1. Políticas sociales referidas al entorno macroeconómico para el desarrollo	General	20	54.05
	11 Crecimiento económico	15	40.54
	12 Reformas Estructurales	2	5.41
	<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>100</b>

En general, el programa de Ciencias Sociales parece haber promovido una gran cantidad de investigaciones altamente pertinentes en cuanto a las problemáticas fundamentales de política social en Colombia. Sin embargo, el acompañamiento de estos trabajos a las políticas sociales sigue siendo muy general y poco específico. Sobre todo en los tema 1. Políticas referidas al entorno macroeconómico y 2. Políticas sociales referidas a la organización civil y el desarrollo político institucional.

De total de proyectos clasificados, 160 no pudieron ser asignados a ningún sub-tema en particular, incluyendo aquellos que se agruparon en la categoría de “no aplica”. Es decir: cerca del 47% de los proyectos no hacen un acompañamiento explícito a las sub-temáticas particulares de desarrollo social que aquí se han escogido. Esto no indica que no hubo acompañamiento en absoluto. Como se observó en la primera tabla, casi el 73% es relevante para los temas globales de política social que

aquí se han establecido. Pero al momento de hacer un análisis más detallado, se encuentra que el acompañamiento no ha sido tan profundo y sistemático como podría pensarse en un principio.

### **Estudios Científicos de la Educación**

El total de proyectos analizados fue de 220. La clasificación manual de estos proyectos produjo los siguientes resultados:

Tema	N° de proyectos asignados	Porcentaje de proyectos asignados frente al total
<b>1. Políticas sociales referidas al entorno macroeconómico para el desarrollo</b>	0	0.0%
<b>2. Políticas pública referidas a la acción social para el desarrollo</b>	94	42.7%
<b>3. Políticas sociales referidas al reconocimiento y protección social de grupos vulnerables</b>	17	7.7%
<b>4. Políticas sociales referidas a la organización civil y el desarrollo político institucional</b>	7	3.2%
<b>No aplica</b>	102	46.4%
<b>Total</b>	<b>220</b>	<b>100.0%</b>

Es fácil notar que a diferencia del programa de ciencias sociales, el programa de estudios científicos de la educación tiene un menor número de proyectos relacionados con las temáticas y sub-temáticas de las políticas sociales. En principio, se podría argumentar que todos los proyectos aprobados en este programa son automáticamente relevantes para las políticas sociales referidas a la educación; tanto en los aspectos cualitativos como en los cuantitativos. Sin embargo, al revisar la información disponible sobre estos proyectos, se encuentra que hay una gran mayoría que no aborda explícitamente el valor social, o cultural o económico de la educación, sino que se concentra en los aspectos estrictamente metodológicos y conceptuales de la misma. En estas investigaciones el trabajo se especializa en la educación como tal y no en su impacto potencial o real sobre distintos ámbitos de la sociedad.

Casi el 39% de los proyectos aprobados tienen, como era de esperarse, una relación directa con el sub-eje 2.2 educación para el desarrollo social. Por la información disponible, se puede inferir que estos proyectos tienen un marcado énfasis hacia el análisis, la evaluación o la proposición de aspectos cualitativos de la educación.

Tema	Subtema	N° de proyectos asignados	Porcentaje
2. Políticas pública referidas a la acción social para el desarrollo	General	3	3.19
	21 Salud y Nutrición	0	0.00
	22 Educación, Ciencia y tecnología	84	89.36
	23 Empleo	0	0.00
	24 Seguridad Social	0	0.00
	25 Urbanismo y medio ambiente	0	0.00
	26 Cultura	7	7.45
	<b>Total</b>	<b>94</b>	<b>100</b>

Prácticamente, el 90% de los proyectos en clasificados en el tema general N° 2 hacen un seguimiento de modelos, programas e innovaciones educativas que, ciertamente, pueden tener una influencia potencial muy grande en el diseño y ejecución de políticas públicas para mejorar la calidad de la educación en lo local, lo regional y lo nacional.

Esta notable orientación hacia la investigación de casos y problemas concretos de la educación, contrasta con el escaso acompañamiento de los proyectos a temas como los de cultura o convivencia.

Tema	Subtema	N° de proyectos asignados	Porcentaje
4. Políticas sociales referidas a la organización civil y el desarrollo político institucional	General	4	57.14
	41 Descentralización	0	0.00
	42 Accountability	0	0.00
	43 Convivencia	3	42.86
	44 Justicia, DDHH y seguridad	0	0.00
	<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Dentro del grupo de proyectos clasificados en el tema N° 4, el porcentaje de proyectos relacionados con convivencia es alto. Sin embargo, frente al total, son realmente pocos los proyectos que trabajan esta temática.

También son considerablemente escasos los proyectos que indagan o demuestran algún impacto o valor específico de la educación en la reivindicación o la “recuperación” social de segmentos vulnerables de la población. En el numeral 3. sólo se clasificaron un poco más del 7% de proyectos aprobados.

Tema	Subtema	N° de proyectos asignados	Porcentaje
3. Políticas sociales referidas al reconocimiento y protección social de grupos vulnerables	General	1	5.88
	31 Niñez	6	35.29
	32 Adultos Mayores	0	0.00
	33 Juventud	6	35.29
	34 Mujer	0	0.00
	36 Desplazados	0	0.00
	37 Grupos Etnicos	4	23.53
	<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

Igualmente, es muy reducido el número de proyectos dedicados a investigar o hacer aproximaciones en torno al papel de la educación en la organización civil y el desarrollo político institucional.

En general, hay una evidente concentración de la investigación en educación hacia temas eminentemente pedagógicos, académicos y metodológicos. Esto podría indicar que hay muy pocos proyectos en los que se estudia el aporte de los modelos, los programas y las innovaciones educativas que tanto se examinan, a la convivencia, la cultura, la organización civil, el desarrollo político, el crecimiento económico, y en general, el desarrollo social. En otras palabras, el programa parece haberse concentrado en proponer o evaluar alternativas y modelos educativos con criterios estrictamente pedagógicos y académicos, sin revisar la pertinencia o efectividad de tales innovaciones en los ámbitos culturales, políticos, económicos o sociales.

En este último programa también se encontró que del total de proyectos que resultaron clasificados en algunos de los grandes ejes o en los sub-ejes de desarrollo social propuestos en este estudio, 64 daban indicios de tener una orientación clara hacia políticas públicas para el desarrollo social como tal, más que a políticas para la superación o el tratamiento de la pobreza extrema. En este último caso, sólo se encontraron 2 proyectos cuyo contenido podía ser asociado a problemáticas particulares de pobreza extrema.

## Metodología 2

### Análisis de la Base de Datos del programa Ciencia y Tecnología de la Salud

Para la clasificación manual de esta base de datos de 421 proyectos se analizaron los proyectos utilizando tres criterios:

1. Relación con el esquema temático ya desarrollado.

2. Clasificación según tipo de estudio.

Los proyectos se han clasificado según el tipo de estudio que adelantan<sup>23</sup>:

*Sociedad:* Se estudian los comportamientos sociales relacionados con aspectos de la salud (usos, costumbres, creencias, fisiología)

*Infraestructura:* Se analizan los aspectos cuantitativos y cualitativos de la infraestructura existente o necesaria para prestar el servicio de salud. Por ejemplo, la cantidad y calidad de equipos médicos disponibles, la tecnología existente, los requerimientos de infraestructura física, etc.

*Investigación:* Corresponde a los estudios científicos y técnico-médicos<sup>24</sup>.

*Estudio general:* Son los estudios médicos y no-médicos, complementarios o alternativos a las investigaciones científicas y académicas.

*I&D:* Son las investigaciones que resultan en algún adelanto médico específico. Por ejemplo, el desarrollo de una vacuna.

3. Dirección de la política social: Política enfocada al desarrollo social o a la reducción de la pobreza extrema (ver p. 16)

Los resultados obtenidos son los siguientes:

relacion	# proyectos	I&D	infraestructura	investigacion	estudio	sociedad	dillo social	red. Pobreza y desigualdad	vacias
1.1	3				3			3	
2	1				1		1		
2.1	404	18	6	369		11	126	15	263
2.4	1				1			1	
4	6				6		6		
4.1	3				3		1	2	
4.2	1				1		1		
na	2				2				2
	421	18	6	369	17	11	135	21	265

---

<sup>23</sup> Al analizar documentos como “Colombia: Poverty Assessment Report” Banco Mundial (Agosto 1994 y Agosto 2003); Reina, Mauricio y Denisse Yanovich (1998) Salud, Educación y Empleo. Fedesarrollo; May, Ernesto (comp.) (1996) La pobreza en Colombia. Banco Mundial, se encuentra que, generalmente, se estudian cinco dimensiones principales del desarrollo social.

<sup>24</sup> Se podría decir que los proyectos clasificados dentro del campo "investigación" promueven de alguna forma el desarrollo social puesto que realizan avances que forman la base del conocimiento social disponible en una sociedad.

Como es de esperarse, el 96% de los proyectos se relacionan directamente con el área de la salud. Del total de proyectos clasificados, el 91.3% son estudios científicos y técnico-médicos; el 4.5% son investigaciones que han terminado en el desarrollo de algún adelanto médico; el 2.7% son proyectos que han estudiado comportamientos sociales relacionados con aspectos de la salud; y el 1.5% se relaciona con elementos de apoyo a la prestación de un servicio de salud.

De otro lado, el 31.2% de los 404 proyectos mostraron coherencia con el direccionamiento de las políticas sociales dirigidas al desarrollo social y el 3.7% a la reducción de la pobreza y la desigualdad. Sin embargo, un abrumador 65% de los proyectos no mostró alguna incidencia explícita en el diseño, ejecución y/o evaluación de alguna política pública social.

Otro resultado interesante es el escaso seguimiento que realiza la investigación patrocinada por COLCIENCIAS en el programa de Salud, a los tópicos de infraestructura institucional (1.4%), oferta y demanda agregada de servicios de salud en términos de ingreso, gasto e inversión (0.72%), oferta y demanda de servicios de salud en el orden municipal (0.72%) e interacción de la salud, educación y vivienda como elementos básicos para desarrollar una sociedad (0.24%).

Asimismo, un bajísimo porcentaje de los proyectos evalúa temáticas relacionadas o relevantes para el tema de seguridad social (0.24%)

Relación del campo de trabajo en salud y el direccionamiento de la política social

eje	# proyectos	dlo social	red. Pobreza y desigualdad	vacias
I&D	18	9	6	3
infraestructura	6	3	1	2
investigacion	369	105	7	257
estudio	17	9	6	2
sociedad	11	5	1	1
	421	131	21	265

El 87.6% de los proyectos son estudios científicos y técnico-médicos de muy alta especialización en relación con las etapas del servicio de salud: promoción, prevención, tratamiento y/o rehabilitación. De estos 369 proyectos el 28.5% mostró coherencia con el direccionamiento de las políticas sociales dirigidas al desarrollo social y el 1.9% a la reducción de la pobreza y la desigualdad.

El 4.28% de los proyectos son desarrollos de algún adelanto médico. De estos 18 proyectos, el 50% mostró coherencia con el direccionamiento de las políticas sociales dirigidas al desarrollo social y el

33.3% a la reducción de la pobreza y la desigualdad. En este caso el 16.6% de los proyectos no mostraron alguna incidencia en el diseño, ejecución y/o evaluación de alguna política pública social.

El 4% de los proyectos son estudios médicos y no médicos. De estos 17 proyectos el 53% mostró coherencia con el direccionamiento de las políticas sociales dirigidas al desarrollo social y el 35.3% a la reducción de la pobreza y la desigualdad. El 11.8% de los proyectos no mostraron alguna incidencia en el diseño, ejecución y/o evaluación de alguna política pública social.

El 2.6% son estudios de comportamientos sociales relacionados con aspectos de la salud. De estos 11 proyectos el 45.5% mostró coherencia con el direccionamiento de las políticas sociales dirigidas al desarrollo social y el 9.1% a la reducción de la pobreza y la desigualdad. El 9.1% de los proyectos no mostraron alguna incidencia en el diseño, ejecución y/o evaluación de alguna política pública social.

El 1.4% son proyectos que se relacionan con elementos de apoyo a la prestación de un servicio de salud. De estos 6 proyectos el 50% mostró coherencia con el direccionamiento de las políticas sociales dirigidas al desarrollo social y el 16.7% a la reducción de la pobreza y la desigualdad. Aquí el 33.3% de los proyectos no mostraron alguna incidencia en el diseño, ejecución y/o evaluación de alguna política pública social.

Relación del direccionamiento de la política social con el total de proyectos del programa Ciencia y Tecnología de la Salud

<b>direccion pp</b>	<b># proyectos</b>
dlo social	135
red. Pobreza y desigualdad	21
vacías	265
	421

Es importante resaltar que el 32% del total de proyectos mostró coherencia con el direccionamiento de las políticas sociales dirigidas al desarrollo social y el 5% a la reducción de la pobreza y la desigualdad. De forma preocupante, el 63% de los proyectos no mostraron alguna incidencia en el diseño, ejecución y/o evaluación de alguna política pública social.

Todos los proyectos relacionados con la salud pudieron ser asociados con alguno de los cinco tipos de estudios posibles que se pueden realizar en torno a la salud y el desarrollo social. No obstante, la gran mayoría de estos proyectos no muestran de forma clara su relación con las tareas de promoción, prevención, tratamiento y rehabilitación establecidas por las leyes 715 y 100.

Prácticamente no hay proyectos relacionados al nuevo vector de desarrollo y prioridad de la política pública de salud que es la organización institucional del Estado y los particulares, para la prestación del servicio conforme a la nueva Constitución Política, la cual ordena universalidad, calidad, eficiencia y equidad. Así mismo los aspectos prioritarios de la nueva política Estatal de salud no tienen la ponderación que corresponde en la cantidad de proyectos: coberturas, calidad, flujo de recursos, participación social, descentralización, prestación del servicio, etc. Lo anterior es vital para el diseño, ejecución y/o evaluación de alguna política pública de salud.

Es bajo el porcentaje de los proyectos que se han materializado y que presentan evidencias de haber concretado soluciones reales para la población.

Los proyectos apuntan a temas y problemas de interés en relación con soluciones a los problemas colombianos en salud (vectores, tuberculosis, malaria, dengue, leishmaniasis, *elicobacter pilori* – gastritis, cáncer de cuello uterino, enfermedad de chagas, VIH) de manera general, sin embargo no hay información sobre su desenlace. Como recomendación debe darse alcance en el futuro a los proyectos en el sentido de definir su horizonte de tiempo, beneficios y cobertura de población, tipo de negocio o proyecto empresarial publico o privado que va a generar. De aquí, COLCIENCIAS no solo debe trabajar sobre los temas actuales, sino también los temas que surgirán mas adelante en el campo de la salud.

## **Resultados en el modelo de redes neuronales**

### **La clasificación realizada por la red y su interpretación**

#### **Aprendizaje y redes neuronales**

Las redes neuronales son algoritmos computacionales que, de una u otra forma, simulan el aprendizaje humano. Algunos algoritmos han sido probados en muchos contextos y se consideran procedimientos estándar para ciertos tipos de problemas de clasificación.

Para entrenar a las redes neuronales en el proceso de clasificación de datos, el algoritmo debe recibir información sobre cada uno de los elementos que se van a clasificar. Tales datos se reciben en forma de vectores numéricos de dimensión  $n \times 1$ . Lo que representan los vectores es diferente en cada problema de clasificación específico.

Los vectores numéricos constituyen la descripción de una serie de puntos en el espacio  $n$ -dimensional. El que los vectores de entrada de dos puntos sean similares (posicionen el punto a corta distancia en el espacio  $n$ -dimensional) indica que los puntos “se parecen”, mientras que la diferencia entre los vectores (una separación considerable entre los puntos en el espacio) indica que los puntos “son distintos”. Clasificar los puntos en grupos implica separar nubes de puntos en el



espacio, indicando la pertenencia de cada punto a un “grupo” o “nube de puntos”. No es necesario conocer a priori cuantas nubes aparecerán pues la “observación” del espacio n-dimensional permite determinarlas.

En el aprendizaje competitivo, se indica un numero de nubes tentativo N. El algoritmo genera entonces N vectores con valores aleatorios, colocando estos puntos en el espacio, junto con los puntos que se quieren clasificar. Luego, con un algoritmo iterativo desplazan los N puntos en el espacio hasta lograr que se encuentren en una posición que represente el *centroide* o centro de masa de una nube de puntos. El aprendizaje competitivo es un algoritmo de optimización, que en cada iteración, revisa cada punto a clasificar. Para cada punto, determina cual *centroide* está mas cerca, este *centroide* gana sobre los otros (el punto a clasificar pertenece a la nube que este *centroide* representa). Para optimizar las distancias, el *centroide* se acerca entonces al punto que acaba de ganar. Pero, para estabilizar el *centroide* (que no salte en cada iteración y finalmente tenga una posición en el centro de la nube de puntos), este tiene memoria de cuantos puntos ya ha ganado, y a medida que gana más puntos, empieza a moverse menos. Puede suceder que algunos *centroides* no ganen puntos. Si esto sucede, se sabe que en el espacio existe al menos una nube menos de la que se supuso al iniciar las iteraciones. No puede suceder que algún punto se quede sin *centroide*, pues el punto se incluye en aquella nube que esté mas cerca (aunque en realidad esté lejos de ella). Sin embargo, es posible saber si un punto está muy alejado de todas y cada una de las nubes, pues al correr el algoritmo varias veces, este punto resultará clasificado en distintos grupos. Las nubes que sí están definidas, se clasificarán, generalmente, en el mismo grupo.

La analogía con perros y conejos permite describir este algoritmo fácilmente: los perros representan los centros de las nubes de puntos, los conejos, los elementos a clasificar. En el espacio, los perros persiguen a los conejos; tratan de atraparlos. Cuando un conejo aparece (en cada iteración se revisa cada conejo), el perro que está mas cerca corre a tomarlo y no permite que los otros se acerquen (el *centroide* gana el punto). Pero, a medida que el perro corre, se cansa, y corre con menos velocidad (tiene memoria de cuantos puntos ha ganado). Así, después de un determinado numero de iteraciones, el perro que está cansado, deja de moverse. Su posición es estable y sabe cuántos y cuáles conejos le corresponden. Cada perro representa entonces un grupo, y todos los conejos están clasificados.

### **De proyectos a vectores**

Para poder utilizar el algoritmo de aprendizaje competitivo, era necesario transformar registros de las bases de datos de proyectos de COLCIENCIAS en vectores numéricos. En este punto, dada la experiencia previa con el *coeficiente de rareza* con palabras en clasificación de textos (Velasco,

2002; Ahmad et al., 1999; Petridis et al., 2001), se asumió que las palabras representaban la unidad de información mínima en los textos de los proyectos y su aparición junto con otro grupo de palabras, era un indicio de conceptos en los textos (patrones identificables).

El coeficiente de rareza implica que dado un conjunto de palabras que pertenecen a textos, puede determinarse cuales de ellas son relevantes para determinar la separación entre una clase y otra. Si se quiere separar textos de las clases A y B, se debe buscar las palabras que son muy frecuentes en textos de A pero no son frecuentes en textos de B o muy frecuentes en B pero no en A. Sin embargo, si se tiene palabras que son frecuentes en A y B, o no son frecuentes ni en A ni en B, estas no son importantes, pues no ayudan a “separar” un grupo de otro.

En la definición del problema propuesto, se construyeron 4 conjuntos de palabras clave que por sus características (frecuencias de apariciones) permitían diferenciar proyectos que por su contenido podrían acompañar o tener alguna trascendencia para las políticas públicas dirigidas al desarrollo social, de aquellos que no. Para cada registro de la base de datos, se realizó un conteo de la aparición de estas palabras clave, y estos conteos, corresponden a los vectores de entrada a la red neuronal.

Se partió de la idea básica de que aquellos proyectos que tengan relevancia en el ámbito de políticas públicas tendrán un lenguaje común con textos que claramente se identifican con temas de políticas públicas e impacto en políticas públicas. Los cuatro diccionarios de palabras clave se conformaron utilizando grupos de textos preparados para tal fin, así:

**Primer diccionario:** Documentos CONPES Sociales (No. 1, 2, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 36, 37, 38, 40, 43, 44, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 3024)

**Segundo diccionario:** Documentos correspondientes al Plan de desarrollo 1998-2002 y Plan de Gobierno 2002-2006.

**Tercer diccionario:** Documentos CONPES sociales y de política social (No. 1, 8, 23, 29, 34, 51, 54, 2722, 2726, 2729, 2735, 2745, 2750, 2752, 2761, 2778, 2794, 2798, 2808, 2823, 2827, 2831, 2838, 2851, 2858, 2901, 2901, 2909, 2917, 2941, 2966, 2991, 3077, 3078, 3121, 3144, 3155, 3162, 3169, 3171, 3179, 3180, 3191, 3192, 3194, 3195, 3196, 3199, 3200, 3204)

**Cuarto diccionario:** Boletines del DNP (No. 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31) y documentos del DNP (“Desempeño del mercado laboral en 2000 y perspectivas para 2001”, “Documentos de trabajo N° 5, El mercado laboral urbano y la Informalidad en Colombia: evolución” y “Reciente, sostenibilidad financiera del régimen Subsidiado en salud”)

En la construcción de los diccionarios, el primer proceso consistió en realizar conteos de todas las palabras que aparecían en los textos. Puesto que nos se tenía una segunda clase en la cual determinar palabras no relevantes para clasificación (definir textos que no tienen relevancia en políticas públicas era particularmente difícil, por el amplio espectro posible), se determinó eliminar palabras del castellano que se esperaban aparecieran en todos los textos (artículos, preposiciones, pronombres, etc.). Adicionalmente, se establecieron equivalencias entre palabras que tuvieran una misma raíz. Por ejemplo, la aparición de la palabra cultura, indica el mismo concepto que si se incluye culturas, culturalmente, o cultural. Tras identificar las equivalencias en el diccionario, se procedió a determinar un conjunto de palabras claves. En este caso, se seleccionaron las 30 palabras con más frecuencia en los cuatro textos (una vez eliminadas las palabras no relevantes y considerando las equivalencias).

En el caso particular que interesa, los conjuntos de palabras claves, presentadas en orden de mayor repetición a menor repetición, fueron los siguientes:

Primer diccionario	Segundo diccionario	Tercer diccionario*	Cuarto diccionario
Recursos	Recursos	desarrollo	total
salud	ley	recursos	salud
millones	salud	social	cuadro
municipios	departamento	ministerio	población
ley	municipios	<b>programa</b>	social
educación	social	<b>programas</b>	educación
social	millones	política	años
servicios	educación	millones	ingresos
población	conpes	proyectos	pobreza
distribución	proyectos	entidades	zona
conpes	fiscal	<b>cultura</b>	gasto
participación	participación	<b>culturas</b>	mujeres
departamento	plan	<b>cultural</b>	desempleo
fiscal	situado	<b>culturales</b>	fuente
ministerio	artículo	<b>culturalmente</b>	boletín
desarrollo	desarrollo	plan	servicios
entidades	servicios	sistema	tasa
total	distribución	ha	mayor
acuerdo	población	salud	ingreso
situado	municipio	servicios	edad
nación	rural	población	base
artículo	nación	rural	dane
municipio	indígenas	gobierno	gráfico
territoriales	departamentos	ley	hogares
proyectos	ingresos	año	participación
departamentos	nivel	parte	nivel
sistema	resguardos	participación	cálculos
documento	ministerio	vivienda	rural
plan	entidades	educación	pobres
ingresos	cobertura	país	indicadores
		municipios	
		gestión	
		red	
		ejecución	
		empleo	

\* Las palabras en negrilla representan equivalencias

Puede notarse la similitud entre los diccionarios, a pesar de haber sido construidos con documentos diferentes. En el caso de los diccionarios uno y tres, la similitud podría explicarse considerando que en la construcción de ambos se utilizaron documentos CONPES, y en algunos casos, el mismo documento se incluyó en ambos grupos. Sin embargo, en los dos diccionarios restantes, las palabras coincidentes respaldan el supuesto de que los diccionarios contienen palabras utilizadas comúnmente en documentos relacionados con políticas públicas.

Los registros de la base de datos a clasificar se convirtieron en vectores, realizando un conteo de las repeticiones de las palabras claves. Para las pruebas, se trabajaron 2 bases de datos conformadas así:

- **BD BID** – 339 registros con información de proyectos financiados por diferentes programas (con apoyo del BID), distribuidos así: Agropecuarias 21, Básicas 32, Biotecnología 24, Desarrollo Tecnológico 6, Educación 45, Electrónica 12, Energía 7, Salud 55, Ciencias Sociales 88, Mar 27, Medio Ambiente 22.
- **BD Maestra** – 294 registros con información de proyectos financiados por diferentes programas, distribuidos así: Ciencias Sociales y Humanas 85, Educación 130, Biotecnología 78, Medio ambiente 1.

En todos los casos se utilizó información proporcionada directamente por COLCIENCIAS, la cual fue procesada por el equipo de trabajo de este proyecto. Se utilizaron solo registros de proyectos en que se tenían objetivos, alcances y otros textos propios de la ficha técnica, y se eliminaron los registros de proyectos en que sólo aparecía el título y la institución (no existían textos de descripción del proyecto). Se eliminaron los campos con instituciones, fechas, o montos de financiación, en los que no se esperaba encontrar palabras claves revelantes para la clasificación.

Para cada base de datos, y para cada registro contenido en ellas, se realizaron conteos de las apariciones de las palabras clave. Para evitar un aprendizaje erróneo de la red neuronal, se normalizaron los vectores (el número del conteo de cada palabra es remplazado por el número del conteo dividido el número total de repeticiones de la palabra en todos los registros) y se eliminan de los vectores las palabras que no aparecen en ningún registro de la base de datos que se está procesando (en general, esto implica la eliminación de 3 o 4 palabras claves específicas en cada base de datos).

### **Cuantos perros para estos conejos**

El siguiente paso en la clasificación fue determinar la arquitectura de la red, es decir, determinar el número de perros y qué tan rápido deben cansarse al perseguir conejos (número de *centroides* y el valor de los coeficientes de conciencia). En estos casos, se quería ver el número de perros que al finalizar el entrenamiento, no lograban alcanzar ningún conejo (*centroides* sin puntos). Se

realizaron 3 pruebas con cada base de datos y grupo de diccionario (24 pruebas en total), con lo que se pudo concluir que la organización ideal es una clasificación en 4 grupos. Con 4 *centroides* permitía una sana competencia entre los grupos: no quedaban perros fuera, pero no forzar un agrupamiento no “natural” de los conejos. También se verificó que la clasificación realizada era estable, y la conformación de los grupos era similar.

Una vez se había determinado la arquitectura de la red y se había verificado su capacidad de lograr una clasificación estable, se realizaron clasificaciones adicionales utilizando las bases de datos preparadas.

Al realizar la clasificación con cada uno de los diccionarios, y compararla con la clasificación de los proyectos según los programas de COLCIENCIAS, pueden observarse varios resultados interesantes. En la clasificación de la BD-BID, los proyectos de Educación tienen marcada tendencia a ser clasificados en el mismo grupo, mientras que los de Ciencias Sociales se dividen en los cuatro grupos. Igualmente, los proyectos de Desarrollo tecnológico, se agrupan cerca de los proyectos de Educación, mientras que los proyectos de Salud se dividen de forma similar a los de Ciencias Sociales.

Tabla 1. Clasificación de la BD-BID, según programas de COLCIENCIAS

<b>Primer diccionario</b>
---------------------------

		Ciencias		Desarrollo				Ciencias			M.
Total	Agricultura	Básicas	Biotec.	Tecnológico	Educación	ETI	Energía	Salud	Sociales	Mar	Ambiente
182	9	0	20	5	29	5	3	31	53	16	11
45	1	24	0	0	5	0	0	1	8	1	5
38	1	2	0	0	4	0	0	12	15	2	2
74	10	6	4	1	7	7	4	11	12	8	4

<b>Segundo diccionario</b>
----------------------------

		Ciencias		Des.	Desarrollo				Ciencias			M.
Total	Agricultura	Básicas	Biotec.	Tecnológico	Educación	ETI	Energía	Salud	Sociales	Mar	Ambiente	
104	3	11	15	0	4	1	1	26	25	11	7	
107	6	13	5	5	26	3	2	3	34	6	4	
65	8	4	3	1	9	6	3	10	9	7	5	
63	4	4	1	0	6	2	1	16	20	3	6	

**Tercer diccionario**

		Ciencias		Des.				Ciencias			M.	
	Total	Agricultura	Básicas	Biotec.	Tecnológico	Educación	ETI	Energía	Salud	Sociales	Mar	Ambiente
80	2	3	11	0	4	1	0	21	23	5	10	
18	3	1	1	1	2	2	1	3	2	0	2	
106	9	11	2	2	9	6	1	20	32	10	4	
135	7	17	10	3	30	3	5	11	31	12	6	

**Cuarto diccionario**

		Ciencias		Des.				Ciencias			M.	
	Total	Agricultura	Básicas	Biotec.	Tecnológico	Educación	ETI	Energía	Salud	Sociales	Mar	Ambiente
149	9	19	9	5	33	5	4	14	37	8	6	
40	5	7	1	1	2	3	1	6	7	4	3	
104	2	4	12	0	7	2	2	27	35	8	5	
46	5	2	2	0	3	2	0	8	9	7	8	

Tabla 2. Clasificación de la BD-Maestra, según programas de COLCIENCIAS

**Primer diccionario**

	Ciencias			Medio
Total	Sociales	Educación	Biotecnología	Ambiente
77	18	42	17	0
110	24	41	44	1
46	17	20	9	0
61	26	27	8	0

<b>Segundo diccionario</b>
----------------------------

<b>Total</b>	<b>Ciencias</b>			<b>Medio</b>
	<b>Sociales</b>	<b>Educación</b>	<b>Biotecnología</b>	<b>Ambiente</b>
93	37	47	9	0
40	14	18	8	0
161	34	65	61	1

<b>Tercer diccionario</b>
---------------------------

<b>Total</b>	<b>Ciencias</b>			<b>Medio</b>
	<b>Sociales</b>	<b>Educación</b>	<b>Biotecnología</b>	<b>Ambiente</b>
66	28	24	13	1
72	33	35	4	0
63	8	46	9	0
93	16	25	52	0

<b>Cuarto diccionario</b>
---------------------------

<b>Total</b>	<b>Ciencias</b>			<b>Medio</b>
	<b>Sociales</b>	<b>Educación</b>	<b>Biotecnología</b>	<b>Ambiente</b>
36	11	13	12	0
146	35	78	32	1
78	17	28	33	0
34	22	11	1	0

**Tabla 3. Comparación de la composición de grupos clasificados (BD-BID) – Numero de proyectos clasificados en cada uno de los 4 grupos.**

<b>Primer diccionario</b>	<b>Segundo diccionario</b>				
		<b>A2</b>	<b>B2</b>	<b>C2</b>	<b>D2</b>
	<b>A1</b>	89	77	7	9
	<b>B1</b>	13	19	0	13
	<b>C1</b>	0	1	6	31
	<b>D1</b>	2	10	52	10



La tabla 3 relaciona la composición de los grupos al utilizar el primer y segundo diccionario. Por ejemplo, 89 proyectos fueron clasificados en el primer grupo con el primer diccionario A1 y en el primer grupo con el segundo diccionario A2. Solo 7 proyectos del primer grupo del primer diccionario A1 fueron clasificados en el tercer grupo del segundo diccionario C2.

Al observar esta relación, puede verse que, por ejemplo, los grupos D1 y C2 son equivalentes (tienen una composición de proyectos similares), y que A1 está superpuesto en el espacio con A2 y B2. Sin embargo, el análisis de la clasificación en si misma, solo muestra patrones interesantes desde el punto de vista de analizar la calidad del aprendizaje de las redes y su sensibilidad a la conformación de los diccionarios.

### **Conclusiones**

Con los instrumentos elaborados en este trabajo, puede afirmarse que la investigación científica patrocinada por COLCIENCIAS en los programas nacionales de ciencia y tecnología en Ciencias Sociales y Humanas, Estudios Científicos de la Educación y Ciencia y Tecnología de la Salud, ha realizado un notable acompañamiento a las políticas públicas en Colombia, en especial las referidas a la promoción y el mejoramiento del bienestar social. Más de la mitad de los proyectos analizados en cada programa parecen tener alguna relevancia o pertinencia en la discusión y comprensión de las políticas sociales más importantes en Colombia.

Sin embargo, este acompañamiento parece ser todavía muy general e indefinido. Generalmente, los proyectos se relacionan o estudian temáticas de política social muy generales y abstractas. No hay un número significativo de proyectos que analicen temáticas particulares y concretas de la política pública social. Se ha encontrado, por ejemplo, que si bien se adelantan numerosas y destacadas investigaciones en torno al sistema político nacional, hay muy pocas investigaciones que trabajen detalladamente el tema de la descentralización, la justicia o la administración pública como tal. Existe, entonces, un seguimiento permanente de la ciencia a las problemáticas del desarrollo social, pero su acompañamiento es todavía impreciso y poco concreto.

Asimismo, se ha encontrado que en los programas de salud y educación, las investigaciones adelantan trabajos altamente especializados, lo cual parece haber desplazado los estudios de tipo interdisciplinario. No se encuentran, entonces, proyectos que evalúen el impacto o el valor de la educación o la salud en los entornos económico, social o cultural. Hay una alta concentración de la investigación en temas muy particulares de educación y salud

En síntesis, el acompañamiento de la ciencia a las políticas sociales parece flotar entre dos extremos: Por una lado, se encuentran las investigaciones que tratan temáticas muy globales y generales, y por el otro, se ubican los proyectos que realizan avances muy concretos en sus respectivos programas pero sin ninguna aplicación o relevancia diferente al área particular de trabajo en la que se desarrolla.

Desde el punto de vista metodológico, los ejercicios realizados en este trabajo pueden considerarse satisfactorios. Tanto las dos clasificaciones manuales como la asignación automática de textos, dieron pistas importantes sobre los aspectos fundamentales que hay que tener en cuenta para poder medir adecuadamente el acompañamiento de la ciencia a las problemáticas y temáticas fundamentales que componen su entorno inmediato. Aquí se intentó medir el seguimiento de la investigación científica a las políticas sociales referidas al desarrollo y el bienestar social. De este ejercicio exploratorio, se han podido descubrir algunas características importantes en cuanto a los sistemas de información de proyectos de investigación aprobados por COLCIENCIAS.

En primer lugar, cuando se quiere obtener información precisa y confiable sobre un proyecto de investigación, se encuentra que en muchos de ellos no hay datos sobre el contenido particular del mismo. Aunque hay abundante información sobre los aspectos formales y contractuales de cada uno de los proyectos, no hay información sistematizada sobre los resultados y las conclusiones finales de la investigación. Muy pocos proyectos tienen información completa concerniente a los objetivos del proyecto, el marco teórico, la metodología, las hipótesis y los supuestos de la investigación, los resultados esperados, los potenciales usuarios de los avances de la investigación, etc. Tampoco se especifica si la investigación fue objeto de alguna evaluación o reflexión por parte de los pares académicos, y si ésta tuvo alguna incidencia en el contenido final del proyecto. Además, no se encuentra información sobre los mecanismos escogidos por los investigadores para difundir y socializar los resultados de sus trabajos en la comunidad científica nacional o internacional. Sin duda este punto es importante dado que éste da indicios concretos de quiénes los usuarios reales de los avances científicos y en qué ámbitos los aplican o los utilizan.

En segundo lugar, no parece existir todavía un criterio unificado y explícito en cuanto a los campos y las áreas temáticas en los que pueden y deben ser clasificados los diferentes proyectos. Aunque se siguen algunas clasificaciones ya establecidas, éstas podrían ser adaptadas y refinadas para el medio científico nacional de manera que cuando un proyecto se adscribiera a un campo o a un área temática particular, toda la comunidad científica sepa y pueda certificar que su temática es efectivamente esa. Además, en la base de datos de proyectos aprobados en cada programa, hay una

gran mayoría de proyectos que no están clasificados lo cual hace más difícil la valoración de sus desarrollos y resultados.

En tercer lugar, la noción de acompañamiento que aquí se ha desarrollado permite tener un panorama más completo de la actividad científica nacional y su pertinencia en el medio colombiano. Gracias a este concepto, se ha podido hacer una valoración global de la actividad científica nacional que reconoce su aporte al conocimiento social y la acción colectiva en Colombia. Sin embargo, esta noción debe ser desarrollada. Hay que precisar las áreas o los campos en los cuales la ciencia puede realizar alguna clase de acompañamiento. En el caso de políticas públicas, por ejemplo, se requiere especificar en más detalle los campos de la política social y los tipos de medidas que se toman. En cada sub-tema es necesario identificar los aspectos en los cuales la ciencia puede realizar algún tipo de seguimiento o acompañamiento relevante a la política pública. Sobre la clasificación automática se ha podido corroborar la ventaja que ofrece para clasificar cualquier tipo de textos de forma eficiente y objetiva. Sin embargo, es indispensable que sus resultados se complementen con análisis cualitativos profundos que permitan sacar conclusiones generales sobre la forma y el contenido de los grupos que se forman.

Como una sugerencia de trabajo posterior, se considera necesario replicar el ejercicio con textos de los proyectos de investigación de mayor longitud. Se obtendría una mejor clasificación de los proyectos si se pudiera utilizar, por ejemplo, los textos de informes finales (en vez de las fichas técnicas, como se realizó en este ejercicio). Por una mejor clasificación, se entiende una asignación de proyectos mucho más variada y detallada. Con textos más largos, se podría determinar, con ayuda de algoritmos de aprendizaje de redes (ej. Back propagation), no sólo los subgrupos, sino también las temáticas que los identifican, sin requerir un análisis pormenorizado de los grupos.

## Bibliografía

- **Ahmad, K.; Bale, T.A.; Burford, D. (1999)** Text classification and minimal-bias training vectors;; Surrey Univ., Guildford, UK; Neural Networks, 1999. IJCNN '99.; International Joint Conference on; On page(s): 2816 - 2819 vol.4; 10-16 July
- **Corredor, Consuelo (1995)** “La equidad como propósito del desarrollo”, en Cuadernos de Economía, N° 22. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional, Bogotá.
- **Dasigi, V (1998)** Information fusion experiments for text classification; Dept. of Comput. Sci., Southern Polytech. State Univ., Marietta, GA, USA; Information Technology Conference, 1998. IEEE; On page(s): 23 - 26; 1-3 Sept.**Cohen, G. A. (1993)** “Equality of what? On welfare, goods and capabilities”, en *Quality of life*, Amartya Sen and Martha Nussbaum, eds., Clarendon Press. Oxford
- **Gartner, Wulf (1997)** “Amartya Sen: Capability and well-being (commentary)” en *Quality of life*, Amartya Sen and Martha Nussbaum, eds., Clarendon Press. Oxford
- **Herrera, Bernardo (2003)** “Procesos y Entornos: Lo local, lo regional, lo nacional y lo internacional”. en *Evaluación de los programas de investigación y de su impacto en la sociedad colombiana*. Informe de avance para COLCIENCIAS, capítulo 8. Universidad del Rosario, Universidad de los Andes y Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. Bogotá
- **Howard Demuth (2001)**.Neural Network Toolbox for Use with MATLAB®, User’s Guide Version 4, , Mark Beale. MathWorks Inc.,
- **Looney, Carl. G. (1997)** Pattern recognition using Neural Networks, Oxford University Press.
- **Merkl, D.; Rauber, A.; Editor(s): Gedeon, T., Wong, P., Halgamuge, S., Kasabov, N., Nauck, D., Fukushima, K.(1999)** Automatic labeling of self-organizing maps for information retrieval;; Inst. fur Softwaretech., Tech. Univ. Wien, Austria; Neural Information Processing; Proceedings. ICONIP '99. 6th International Conference on; on page(s): 37 - 42 vol.1
- **Petridis, V.; Kaburlasos, V.G.; Fragkou, P.; Kehagias, A. (2001)** Text classification using the /spl sigma-/FLNMAP neural network;; Dept. of Electr. & Comput. Eng., Aristotelian Univ. of Thessaloniki, Greece; Neural Networks, 2001. Proceedings. IJCNN '01. International Joint Conference on; page(s): 1362 - 1367 vol.2; pp. 15-19. July.
- **Qian Diao, Shanghai Jiaotong (2000)** Three term weighting and classification algorithms in text automatic classification; Univ., China; High Performance Computing in the Asia-

Pacific Region. Proceedings. The Fourth International Conference/Exhibition on; page(s): 629 - 630 vol.2; 14-17 May 2000

- **Rawls, John (1995)** Teoría de la justicia (2a edición). Fondo de Cultura Económica. México
- **Sen, Amartya (1985)** *Commodities and Capabilities*, Elsevier Amsterdam
- **Sen, Amartya (1989)** “The Concept of Development” in *Handbook of Development Economics*, Vol. 1, H. Chenery and T.N. Srinivasan, eds., North-Holland, Amsterdam
- **Sen, Amartya (1998)** “Capital humano y capacidad humana”, en Cuadernos de Economía, Vol. XVII, N° 29. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional, Bogotá.
- **Sen, Amartya (2000)** *Development as Freedom*, Anchor Books. New York
- **Velasco, M. (2002)** Algoritmo de clasificación automática de textos. Informe final de proyecto financiado por [www.conelprofe.com](http://www.conelprofe.com), no publicado. Bogotá, Colombia. Marzo.

## **PARTE IV**

### **Capítulo 3**

#### **Acompañamiento de la investigación a las grandes transformaciones culturales del país**

*Por Jaime Ruiz,  
Sergio Riaga y  
Ana María Villa*

#### **Presentación**

Dentro del contexto de la presente investigación uno de los ámbitos contemplados para evaluar el impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en la sociedad colombiana ha sido la dimensión cultural. Este informe corresponde a este objetivo del proyecto de investigación presentando ciertas especificidades, en función del ámbito cobijado, las cuales se consignan a continuación.

En primer lugar esta investigación, si bien corresponde al ámbito de la cultura, no es un estudio cultural. El objetivo de este trabajo consiste en elaborar una metodología que permita desarrollar indicadores cuantitativos que contribuyan a evaluar el desarrollo de una actividad de investigación. Este aspecto genera su primera y principal característica, en el sentido que este trabajo es ante todo un ejercicio de medición en el ámbito de la cultura, sin ninguna intención expresa de medir un fenómeno de orden cultural. En cierta medida podría hablarse de un trabajo en el campo de la sociología de la investigación, ya que intenta determinar la actividad de investigación que en un área del conocimiento, correspondiente a las ciencias sociales, ha desplegado el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología con el objeto de conocer la evolución de la sociedad colombiana, en términos de sus principales cambios culturales.

En segundo lugar, si bien el objetivo es desarrollar metodologías para la medición de impactos, en el campo de la cultura los cambios observados son muy difícilmente atribuibles a proyectos o causas específicas. La cultura colombiana ha sufrido cambios

profundos en la última década, sin embargo estas transformaciones son el fruto de numerosas relaciones, interacciones y sinergias entre actores, actividades, proyectos, acciones estatales, influencias internacionales, aspectos históricos, etc. A partir de este supuesto se ha considerado más pertinente evaluar el acompañamiento que el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología ha hecho a estos importantes cambios culturales en la sociedad colombiana.

Definir qué se entiende por acompañamiento tampoco es tarea sencilla, el mismo término se presta a ambigüedades. Por tanto, dentro de la perspectiva de la presente investigación se va a entender acompañamiento en el sentido de estudiar, a partir de los proyectos específicos que se han desarrollado dentro del sistema, durante este lapso de tiempo, la sintonía o paralelismo que estos han tenido con las profundas transformaciones culturales experimentadas por la sociedad Colombiana. El desarrollo de estos proyectos en alguna manera manifiesta la concreción de las políticas culturales desarrolladas dentro del SNCT, que permiten evaluar la pertinencia de estos programas para diagnosticar, entender y comprender la evolución y cambio cultural de la sociedad colombiana. La pregunta que en el fondo se intenta responder es la siguiente: ¿Cómo ha acompañado la ciencia y la tecnología-en especial las ciencias sociales-las grandes transformaciones culturales del país?

Con este interrogante como punto de partida de la investigación se planteó un enfoque que consiste básicamente en la construcción de un esquema básico de referencia y el estudio y asignación de un conjunto de proyectos de investigación en función de este esquema con el objeto de evaluar su concordancia. Posteriormente y a partir de los proyectos de investigación existentes se plantearon dos tipos de análisis de la información empírica con el objeto de desarrollar esta metodología. El primero consistió en una especie de asignación “automática” a partir de una metodología heurística denominada “Redes neuronales”, la cual, si bien no satisfizo totalmente las expectativas planteadas, generó, sin embargo una serie de hallazgos que señalan líneas de investigación a desarrollar. En el anexo No 3 del

presente informe se describe esta primera experiencia. El segundo consistió en una metodología de asignación “manual”, fácilmente replicable que constituye la estructura central de este estudio y la cual se describe detalladamente en los numerales subsiguientes del presente informe.

## **1 Introducción**

A partir del interrogante central enunciado en la sección anterior, cuya respuesta constituye el punto de partida de la investigación se elaboró una primera actividad consistente en describir una serie de transformaciones culturales profundas en la sociedad colombiana en los últimos 20 años. Para ello un grupo de pensadores de la cultura colombiana, entrevistados para este proyecto, contribuyó con su visión particular a la identificación y caracterización de estos cambios fundamentales. A partir de estas entrevistas y mediante la discusión y complementación por parte del grupo de trabajo, se establecieron estas transformaciones o este esquema de cambios culturales. Posteriormente se consultaron las bases de datos correspondientes a los proyectos que en el área de Ciencias Sociales se han desarrollado con el patrocinio de Colciencias en el período 1991-2002. A partir de estas dos fuentes y a través de un análisis que integra valoraciones cualitativas y cuantitativas, se obtuvieron resultados en los siguientes tres aspectos:

- i. Distribución de las investigaciones en los diversos temas asociados con los cambios culturales. (Concentración/dispersión)
  
- ii. Consonancia de la investigación colombiana con los temas culturales más destacados en los últimos quince años (Articulación /no-articulación)



iii. Cobertura temática en cada uno de las áreas y sub-áreas de cambio cultural (Cubrimiento/raleza).

El siguiente estudio se divide, por tanto, en cinco partes. En la primera, se hace una corta presentación e introducción del trabajo. En la segunda sección, se presenta la metodología mediante la cual se identificaron y esquematizaron los principales cambios culturales ocurridos en el país. Con el objeto de presentar en forma detallada el proceso mediante el cual se elaboró este esquema se muestran parte de las entrevistas realizadas al filósofo Jesús Martín-Barbero y al historiador Jaime Jaramillo Uribe. En la tercera sección estas reflexiones se sintetizan en un esquema general que ordena y clasifica en tres ejes fundamentales (Identidad, Comportamiento social y Evolución socio-económica) los cambios culturales más importantes de la vida nacional. En la cuarta parte se analiza la base de datos de Colciencias, en Ciencia Sociales, y se evalúa su contenido (proyectos de investigación aprobados en el programa de ciencias sociales entre 1990 y 2002), bajo los criterios mencionados anteriormente: Articulación, concentración y cubrimiento. En la última parte se presentan las principales conclusiones del estudio, tanto en términos de los criterios propuestos, como en relación con la metodología desarrollada.

## **2. Identificación y representación esquemática de los principales cambios culturales en Colombia**

El estudio del acompañamiento de la ciencia colombiana a las grandes transformaciones culturales del país planteó, en principio, dos desafíos. En primer lugar, se requería identificar de una manera objetiva los cambios culturales fundamentales. Había que captar las transformaciones estructurales globales más allá de las coyunturas particulares que llegara a identificar el grupo investigador. En segundo lugar, era preciso “aterrizar” la generalidad de esos cambios a una serie de ejes temáticos precisos que pudieran ser asociados con los diversos temas adelantados por los proyectos de investigación consignados en la base de Colciencias. Los cambios culturales debían concretarse en

temáticas que pudieran considerarse como posibles objetos de investigación de los proyectos aprobados por Colciencias.

Lo primero se abordó a través de entrevistas personales con expertos reconocidos por su trayectoria en la investigación social colombiana. Por medio de sus respuestas a la pregunta fundamental de cuáles consideraban ellos los cambios culturales en Colombia más importantes en los últimos tiempos, el filósofo Jesús Martín-Barbero y el historiador Jaime Jaramillo Uribe, contribuyeron con su visión particular a la identificación de tales transformaciones.

Lo segundo, la precisión de estos cambios en temas y sub-temas de cambio cultural, se resolvió con la construcción de un “esquema” particular de cambios culturales. Este esquema permitió sintetizar los planteamientos de los investigadores arriba señalados en tres dimensiones fundamentales de la vida social: La identidad percibida y auto-percibida de los actores sociales, el comportamiento y la interacción social de los mismos, y la evolución social y económica de la comunidad como agregado.

Cabe anotar que este esquema no pretende ser exhaustivo ni tiene como única fuente de elaboración las entrevistas arriba señaladas. Por una parte, el esquema busca hacer una primera identificación de algunos cambios culturales que reconocidos especialistas en las ciencias sociales señalan como los más destacados. Sus planteamientos, no obstante, son globales y pueden ser complementados con estudios más profundos del tema. Por otra parte, el esquema parte del índice temático planteado por Martín-Barbero (anexo No. 2) para el libro en gestación que este autor viene desarrollando. Asimismo, se propusieron unas versiones iniciales de esquemas que posteriormente fueron discutidas y enriquecidas por medio de conversaciones informales con algunos especialistas en ciencias humanas como Sergio de Zubiría, Luís Fernando Molina y Maria Victoria Uribe.

A continuación se hace un breve recuento de las entrevistas realizadas, y posteriormente se describe el contenido del esquema de cambios culturales.

## **2.1 Las entrevistas**

Con el fin de determinar los principales cambios culturales en Colombia, se procedió a indagar la opinión de especialistas en cuanto a cuáles eran, desde su perspectiva particular, esos cambios profundos en el entorno colombiano.

Para el filósofo hispanoamericano Martín-Barbero, las transformaciones más importantes son cuatro:

- i. El surgimiento de la sociedad de masas que se retroalimenta con los procesos migratorios y socio-culturales de la urbanización
- ii. La aparición y desenvolvimiento de los movimientos sociales urbanos, en el que se destaca especialmente el surgimiento y nuevo reconocimiento de la mujer en distintos ámbitos de la vida social
- iii. La transformación de la identidad nacional, regional y local, junto con la recomposición de la auto-percepción de las nuevas generaciones, los grupos sociales e, incluso, el agregado nacional.
- iv. La transformación tecnológica y sus efectos en la ciudadanía y la dinámica social.

Para Martín-Barbero, el primer cambio (i) consiste en la aparición de las masas como actores sociales distintos al Estado y a los agentes políticos dominantes. Desde el punto de vista del filósofo español, las masas reivindican los intereses y las necesidades de la mayoría, y las convierten en demandas legítimas al Estado y a la sociedad; son requerimientos que, desde la perspectiva de las mayorías, la sociedad representada en el Estado, los partidos políticos, el mercado, etc., debe reconocer y asumir. Al surgimiento de las mayorías, o de las sociedades mestizas de masas como las identifica Martín-Barbero, se complementan los procesos de “acercamiento de las regiones” y la “desfragmentación” del país. La urbanización, desde el punto de vista de este autor, no es un simple proceso de migración demográfica del campo a la ciudad. Es, esencialmente, una forma de integración y articulación de diversas comunidades locales y regionales que a través de fenómenos

como la masificación de los medios de comunicación, van conformando una identidad nacional.

El segundo cambio cultural importante (ii) consiste en el surgimiento y desenvolvimiento de los movimientos sociales. Según Martín-Barbero, estos movimientos consisten en la manifestación de un malestar colectivo generalizado (fundamentalmente urbano) frente a la escasa representatividad y el nulo acompañamiento de los partidos políticos convencionales a las tensiones y las inquietudes existentes en la sociedad. En palabras del mismo autor, el accionar de los movimientos sociales desborda el de los movimientos políticos formales. Al mismo tiempo, estos grupos permiten la aparición del municipio como actor social agregado que trasciende la cabeza visible de un alcalde o un concejo. El movimiento social sustenta, entonces, el levantamiento cívico y la manifestación colectiva en las grandes y pequeñas ciudades.

En este marco de levantamiento y accionar de nuevos actores sociales, colectivos e individuales, el autor destaca el caso de la mujer. Para Martín-Barbero, la nueva presencia de la mujer constituye un motor de cambio fundamental que altera significativamente la mayoría de los espacios de interacción social existentes. Ámbitos como la familia, el trabajo, incluso, la política son modificados por el nuevo reconocimiento que se hace a la mujer como un sujeto social activo y particular.

El tercer cambio cultural importante (iii) trata sobre los cambios en la percepción de lo nacional, lo regional y lo local. De acuerdo con Martín-Barbero, los actuales cambios generacionales han evidenciado un cambio en la forma que los nuevos ciudadanos se reconocen y se identifican entre sí. La juventud ya no vive tanto lo nacional como lo mundial y lo local. En aspectos tan cotidianos como el baile o la música, los individuos y los grupos han dejado de ser estrictamente colombianos, para convertirse en fanáticos de la música europea, los ritmos caribeños, o el cine americano. Aunque en principio esto podría confundirse con una supuesta pérdida de identidad o un aparente conformismo a las corrientes globalizadoras, Martín-Barbero advierte que esto es más bien transformación

activa de la identidad que no encuentra en su entorno nacional reconocimientos o representaciones satisfactorias. El autor habla, incluso, del fracaso de la política en esta dimensión del reconocimiento y la identidad nacional; de la incapacidad de los grupos políticos convencionales para leer esas nuevas identidades e incorporarlas a sus agendas políticas.

El cuarto cambio cultural (iv) tiene que ver con la rápida y profunda transformación tecnológica que ha afectado, fundamentalmente, las formas de comunicación entre los individuos y la disponibilidad de la información para el conjunto de la sociedad. Martín-Barbero se concentra en las implicaciones de estos cambios en la conducta y la interacción de los ciudadanos. Hoy en día, señala este filósofo, hay que acceder a ciertos servicios públicos de información y comunicación para poder ser un ciudadano activo que debata e influya en las decisiones importantes de su país. Estos servicios demandan una infraestructura física y social que, en adelante, debe ser promovida y desarrollada por cualquier sociedad que pretenda sobrevivir y progresar. De lo contrario, los riesgos de exclusión social son muy altos.

Junto a estas grandes transformaciones, el investigador discute otras complementarias que de manera directa o indirecta se retroalimentan con los cuatro grandes cambios mencionados arriba. Es el caso de la Asamblea Nacional Constituyente de 1991 y la respectiva constitución. Para el autor, este fenómeno es un hito fundamental en la vida social y política del país, dado que descubre muchos de los cambios que en Identidad, comportamiento social y evolución social y económica se habían venido acumulando en el pasado. Para Martín-Barbero, la constitución de 1991 supo leer los cambios que se desenvolvían en el país; sobre todo los relacionados con el reconocimiento y accionar de los grupos étnicos, los movimientos sociales y el nuevo rol social de la mujer.

Este autor también destaca el papel de la educación en la formación de nuevas conciencias individuales y colectivas que tuvieron que ver significativamente con la conformación de los movimientos sociales urbanos y el surgimiento de la mujer como actor social activo.

Para Jaime Jaramillo Uribe, los cambios fundamentales tienen que ver, fundamentalmente, con:

- i. La evolución demográfica del país
- ii. La presencia casi permanente de distintas formas de violencia nacional, regional y local
- iii. La revolución educativa (en términos de cobertura y de contenidos pedagógicos y programáticos)
- iv. Ciertas transformaciones implícitas y explícitas en las conductas y los espacios de acción e influencia de algunos actores sociales como la mujer, la familia, la iglesia y el Estado.

Aunque su exposición no es tan sistemática como la de Martín-Barbero, Jaime Jaramillo Uribe coincide con este y otros autores en que indudablemente han ocurrido cambios trascendentales en la dinámica social, política, económica y cultural del país. Han sido transformaciones que no sólo se dan en términos objetivos como en el incremento en el número de estudiantes universitarios, o en el tamaño de la población urbana frente a la población rural, sino que también se dan en aspectos subjetivos como las actitudes de la mujer y el hombre frente al sexo, el valor social de la familia, los gustos estéticos, las preferencias religiosas, los contenidos de la educación superior, etc.

Al igual que Martín-Barbero, Jaramillo reconoce un importante papel a la constitución de 1991, aunque destaca aspectos más de carácter formal. Para este historiador, innovaciones constitucionales como la tutela representan un cambio institucional significativo que parece tener efectos positivos en la relación de los ciudadanos con el Estado. Para Jaime Jaramillo

la constitución del 91 es generador de cambios mientras que para Martín-Barbero es más que todo un catalizador de estos.

Jaime Jaramillo Uribe también destaca el papel nacionalizador de los medios masivos de comunicación. Sin embargo, su aproximación al tema es distinta a la que hace Jesús Martín-Barbero. Esto hace que aparezcan temáticas diferentes en torno al papel cultural de los medios. Para Jaime Jaramillo, los medios parecen tener un “incalculable efecto” sobre las mentalidades, los gustos y las actitudes de la población, mientras que para Martín-Barbero, la relación entre medios e identidad, o comportamiento social, no es tan lineal ni unívoca. Para este filósofo, los medios no son tanto causantes del cambio cultural como más bien mediadores o reflejos aproximados de transformaciones culturales más profundas. Lo anterior implica que para la posterior elaboración del esquema de cambios culturales hay que hacer una diferenciación temática con respecto a los medios de comunicación. Una cosa es el papel de los medios en la cultura de la sociedad, y otra, el papel de la cultura en los medios.

De este breve recuento de los planteamientos expuestos por los expertos, es necesario, entonces, concretar estas ideas en un esquema de ejes y áreas temáticas, relacionados con los grandes cambios culturales.

La idea fundamental de este esquema, o “árbol”, es resumir y organizar los principales planteamientos y conclusiones expuestos por los expertos consultados. Esto, con la idea de poder sistematizar el análisis de los proyectos de investigación aprobados por el Programa de Ciencias Sociales, de forma que cada proyecto pudiera ser asociado con uno de los temas o sub-temas expuestos por los especialistas entrevistados.

El método que se escogió para ordenar y clasificar los planteamientos de los investigadores entrevistados, fue bastante sencillo. Por una parte, se elaboraron dos listados con todas las temáticas mencionadas por los autores interrogados, teniendo como marco de referencia el

índice temático planteado por Jesús Martín-Barbero para su más reciente libro. Para cada autor se construía un listado particular. Luego, se comparaban las dos listas y se establecían áreas temáticas comunes y divergentes. Aquellos campos temáticos en los que se pudiera establecer una clara afinidad entre los autores entrevistados, se unificaban en una sola área, mientras aquellos temas o planteamientos que no permitían tal unión, se mantenían independientes y se proponían como espacios temáticos autónomos. En algunos temas, sin embargo, las diferencias o similitudes entre los planteamientos no eran tan explícitas. Aunque los autores se referían a un mismo tema, por ejemplo, lo hacían en niveles de análisis distintos o desde perspectivas completamente diferentes. La tarea consistió, entonces, en establecer campos generales de cambio cultural, para luego definir temas específicos dentro de esas grandes temáticas de cambio cultural, o si se daba el caso, subtemas dentro de los temas.

Los cambios culturales se agregaron, entonces, en tres grandes ejes que para el grupo investigador eran los más generales y que enmarcaban en una unidad coherente, cada uno de los temas, y sub-temas mencionados por los expertos. Los tres grandes ejes fueron: Identidad, Comportamiento social y Evolución Socioeconómica. El resultado, puede observarse en el anexo 1.

Este esquema constituye un espacio de interacciones culturales. Es decir, sus componentes no tienen una relación lineal ni se asume que son campos aislados o estáticos en el tiempo. Cada eje guarda una evidente relación con los demás. Identidad es un aspecto inseparable de comportamiento social, al tiempo que la evolución social y económica del país sólo puede entenderse como una serie de complejas interacciones sociales entre múltiples agentes con identidades heterogéneas y reglas de comportamiento diversas.

Asimismo, el esquema no es exhaustivo ni sugiere resultados definitivos. Es evidente que su carácter es provisional, aunque se refiere, en forma ordenada, a transformaciones culturales precisas.



Como se mencionó anteriormente, el esquema está compuesto, por lo tanto, de 3 niveles básicos: Identidad, Comportamiento social y Evolución social y económica. El primer nivel está compuesto, entonces, por tres 3 Ejes centrales del cambio cultural. Estos se desagregan, a su vez, en 15 Temas. Cada tema se compone de un número variable de elementos que van desde 0 hasta 5 de manera indistinta. Estos elementos están concebidos como Sub-temas.

Con base en este esquema se clasifican los proyectos de las bases de datos de Colciencias, intentando con ello determinar en qué medida los proyectos desarrollados dentro del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología corresponden a los Ejes, Temas y Subtemas en los cuales se han esquematizado las grandes transformaciones culturales en el país. En esta medida se puede determinar la forma en que el SNCyT, expresado a través de los proyectos desarrollados en el programa de Ciencias Sociales de Conciencias, acompañó el proceso de cambio cultural vivido en el país en estos últimos tiempos.

Este mismo ejercicio de ordenación y clasificación de proyectos se puede hacer con cualquier base de datos, de cualquier institución o centro de investigación que haga parte del Sistema de Ciencia y Tecnología.

A continuación, se dan unas definiciones básicas de los Ejes y los temas ordenados en este esquema.

### **3. Esquema de Transformaciones culturales en Colombia**

#### **1. Identidad**

Este eje contiene todos aquellos cambios observados en el reconocimiento y la caracterización (la percepción y la auto-percepción) que los diferentes actores sociales

hacen de sí mismos y de los demás. Ser colombiano, o ser mujer, o ser joven, tiene múltiples significados dentro de la sociedad, además de generar cambios de distinta naturaleza en ámbitos tan diversos como la familia, la política, la cotidianidad, etc.

## **1.1 Multiculturalidad**

En sociedades mestizas como la colombiana, la identidad de los agentes no se define exclusivamente por las actividades que ellos adelantan de forma individual o colectiva. También cobra importancia su herencia étnica y el entorno cultural particular que lo rodea. Estos dos componentes determinan junto con la experiencia y la formación personal los diversos modos de interpretar el entorno. En este apartado de cambio cultural también se incluyen las transformaciones en las formas que tienen los demás agentes sociales de percibir a las comunidades y los grupos étnicos colombianos.

### **1.1.1 Grupos étnicos colombianos: tradiciones y transformaciones**

### **1.1.2 Vigencia y reconfiguración en las comunidades tradicionales**

## **1.2 Género y Sexualidad**

Como lo indica el título, aquí se incluyen todos aquellos cambios observados en el reconocimiento que diversos agentes hacen, en diferentes ámbitos de la sociedad, de la mujer como agente social activo. Se toman en cuenta cambios en el entorno familiar, el medio laboral, el proceso político, etc. Se identifica el nuevo rol social de la mujer como un motor de cambio cultural significativo que trasciende el espacio privado de la familia y se extiende a otros escenarios de la vida social del país.

### **1.2.1 Nuevo rol social de la mujer**

### **1.2.2 Control natal**

### **1.2.3 Cambios en el núcleo familiar**

### **1.2.4 Género y poder**

### **1.2.5 Comportamientos contruidos como masculinos y femeninos**

### **1.3 Identidad Nacional y Local**

En la actualidad existe una clara tensión entre la dimensión mundial, la nacional y la local. El actual proceso de globalización induce nuevas formas de percibir el entorno local y nacional, que trastocan la visión de los individuos como ciudadanos nacionales y/o internacionales.

#### **1.3.1 Desubicación de lo nacional y reubicación de lo local**

#### **1.3.2 Cambio generacional**

### **1.4 Nueva Ciudadanía**

Este cambio se refiere a los nuevos requerimientos que deben satisfacer los individuos para poder participar en las deliberaciones y las decisiones de su comunidad. Para poder ser reconocidos como ciudadanos, los individuos están obligados a articularse a redes de comunicación e información que día a día van transformándose, y que requieren una infraestructura física y social que no todas las sociedades construyen de la misma manera.

#### **1.4.1 Nuevos servicios públicos de información y comunicación**

#### **1.4.2 Espacio cultural Latinoamericano**

El actual contexto de globalización parece entrar en conflicto con el concepto de región Latinoamericana. Sin embargo, se destaca la profunda afinidad entre los intereses y las dinámicas culturales de las diversas naciones latinoamericanas

## **2. Comportamiento social**

En este eje se analizan todos aquellos cambios observados en la conducta de diversos agentes sociales, que se derivan o contienen un alto componente cultural que se refiere a transformaciones en las convenciones, los hábitos y las formas de relación y comunicación de las personas y los grupos.

## **2.1 Cotidianidad**

Los cambios en la cotidianidad se refieren a las transformaciones observadas en los hábitos y las convenciones sociales que los individuos consideran aceptables y necesarias para funcionar en su vida diaria. Son reglas de comportamiento, implícitas y explícitas, que ciertos individuos o grupos de individuos acuerdan seguir para interactuar fácilmente con los demás. Estos hábitos y convenciones se dan en diferentes ámbitos de la sociedad y determinan costumbres y preferencias frente a determinados aspectos como la moral, la estética, la política, etc.

### **2.1.1 De las costumbres a los estilos de vida**

### **2.1.2 Valores y gustos estéticos**

## **2.2 Religión**

Los cambios culturales observados en la religión se refieren a dos aspectos fundamentales. Por una parte a los profundos cambios en las preferencias de la sociedad frente a la religión, y por otra parte, a la transformación en el rol social de la iglesia.

### **2.2.1 La multiplicación de las iglesias**

### **2.2.2 Cambios en los espacios de influencia de la religión**

## **2.3 Movimientos sociales**

La aparición de los movimientos sociales constituyó un cambio cultural profundo en la medida en éstos canalizaron muchas de las insatisfacciones y de los requerimientos de la sociedad de masas, y de sectores específicos de la población como la juventud y la mujer, frente al Estado, los partidos políticos y el conjunto de la sociedad colombiana. En el

desenvolvimiento de estos grupos, también se transformó el papel y la percepción del ciudadano frente a su municipio, su región, y el conjunto de la Nación.

#### **2.3.1 Intersección local, regional y nacional**

#### **2.3.2 Nueva definición de democracia y ciudadanía: diversidad y pluralidad de demandas y derechos al Estado**

#### **2.3.3 Percepción local del Estado**

### **2.4 La Violencia**

Colombia se ha desenvuelto en un estado casi permanente de violencia que se manifiesta de diferentes formas y se explica por diversas razones que abarcan aspectos ideológicos, políticos, económicos y sociales. En los últimos años, se destaca sobre todo el impacto del Narcotráfico en la evolución de los conflictos sociales y económicos del país. Todo este contexto altera, indudablemente, las formas de interacción y convivencia del país, al punto que convivencia y conflicto son dos conceptos inseparables en el medio colombiano.

#### **2.4.1 Convivencia**

#### **2.4.2 Convivencia y conflicto**

#### **2.4.3 Derechos Humanos**

#### **2.4.4 Guerrilla y Paramilitarismo**

#### **2.4.5 Narcotráfico**

### **3. Evolución Social y Económica**

Como se indica en este eje, aquí se clasifican aquellos cambios culturales que se relacionan con la dinámica económica y social del país, y que en parte son causa o efecto de esas transformaciones. Aquí no se pretende establecer causalidades, sino simplemente asociar ciertos fenómenos económicos y sociales con cambios culturales profundos identificados por el grupo investigador.

### **3.1 Educación: cambios cualitativos y cuantitativos**

Ambos autores advierten que la educación es un factor importante de cambio cultural ya que influyó significativamente en la formación de muchos de los movimientos sociales que alteraron el panorama político y social del país.

Asimismo, se destaca el acceso de más personas a los servicios educativos como un cambio importante en la medida que mejoraron las condiciones de vida de muchas personas y propició la modernización del país.

#### **3.1.1 En programas y metodologías**

#### **3.1.2 Oferta y demanda de servicios educativos**

### **3.2 Constitución de 1991**

La Asamblea constituyente y la constitución que se derivó de ella, representa un cambio institucional trascendental en la dinámica política y social del país. La Constitución cristalizó muchos de los cambios que se venían viviendo en la sociedad colombiana, sobre todo las relacionadas con el reconocimiento y la interacción de nuevos movimientos y actores sociales. Asimismo, propició cambios sustanciales en las relaciones de la sociedad con las diversas ramas del poder.

#### **3.2.1 Poder Judicial**

##### **3.2.1.1 Acción de Tutela**

### **3.3 Urbanización**

El proceso de Urbanización constituye un cambio cultural importante en la medida que, además de propiciar una enorme migración del campo a la ciudad, representa una forma de Nacionalización y “desfragmentación” del país que poco a poco va formando núcleos urbanos estables (grandes, medianos y pequeños) que interactúan a través de la política, la economía y los mismos medios de comunicación.

### **3.3.1 Modernización con exclusión – Violencia física y simbólica en espacios urbanos**

### **3.3.2 Antropología Urbana**

### **3.3.3 Cambios demográficos – Migraciones**

### **3.3.4 Nuevas comunas urbanas**

## **3.4 Industrialización**

Como su nombre lo indica, este proceso de transformación en los procesos y los productos (bienes y servicios) de la economía colombiana implica nuevos marcos institucionales y organizacionales que modifican las relaciones laborales, las estructuras del mercado, el papel del estado en la economía, etc. Sin embargo, lo que más llama la atención es el creciente papel que se le asigna a la tecnología y la innovación en medio de esta transformación económica, y las consecuencias de estos cambios en los aspectos laborales y económicos del país.

### **3.4.1 Transformación tecnológica**

### **3.4.2 Tecnificación: Importación sin apropiación**

### **3.4.3 Nuevos imaginarios Laborales**

## **3.5 Globalización**

Ninguna sociedad moderna parece estar ajena a los actuales procesos de Globalización. Sin embargo, la forma de afrontar ese fenómeno varía entre las naciones y tiene efectos diversos entre los grupos y los individuos, según los contextos y las especificidades culturales de cada sociedad. Para el caso colombiano, como para muchas sociedades periféricas, el cambio fundamental está en la nueva percepción que se tiene de lo nacional frente a lo internacional, o lo global, y los caminos que diversos agentes sociales (juventudes, mujeres, políticos, ciudadanos, etc.) parecen tener que escoger, o inventar, para sobrevivir y desenvolverse en ese nuevo medio globalizado.

### **3.5.1 Globalizados avatares de las comunidades nacionales**

### **3.5.2 Políticas de nación en tiempos de globalización**

## **3.6 El nuevo rol de los medios**

Los medios masivos de comunicación pueden verse como causantes de cambios culturales profundos o como manifestaciones de los mismos. Aquí se incluyen ambas perspectivas y se consideran todas aquellas transformaciones culturales que parten de los medios o se proyectan en ellos. Sin embargo, a esto se suma la interacción de los medios en diversos ámbitos de la vida nacional como la convivencia y el conflicto, la política, la cotidianidad, etc.

### **3.6.1 Imágenes del miedo**

### **3.6.2 El lugar de los medios en la cultura**

### **3.6.3 El lugar de la cultura en los medios**

## **3.7 Cambios culturales no contemplados**

Esta sección se construyó luego de la clasificación manual que se hizo de los proyectos aprobados por el programa de ciencias sociales dentro del esquema arriba expuesto. Algunos proyectos de investigación planteaban temáticas inéditas que no necesariamente encajaban con los campos temáticos de cambio cultural que se señalaban en el esquema propuesto. Lógicamente guardan una relación con la esquematización de arriba, pero sus temáticas son tan específicas que no permiten clasificaciones adicionales.

## **4. El acompañamiento del sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y las transformaciones culturales en Colombia. Análisis Cuantitativo.**

A continuación se explora el acompañamiento que el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología ha hecho a los cambios culturales, tal y como fueron ordenados y clasificados en el esquema anteriormente expuesto. En esta parte se estudia la sintonía que los proyectos



aprobados en el Programa de Ciencias Sociales de Colciencias, entre 1990 y el 2002, han tenido con las principales transformaciones culturales observadas en la sociedad Colombiana. Esta exploración permite hacer una primera evaluación de la pertinencia de los programas y los planes patrocinados por Colciencias para diagnosticar, entender y comprender la evolución y cambio cultural de la sociedad colombiana.

Esta sección del informe está compuesta por 4 puntos: El primero describe la forma como se realizó la medición, a partir de la combinación de un conjunto de indicadores encaminados a evaluar el acompañamiento propuesto. Acompañamiento observado a través de los siguientes tres criterios: articulación, concentración y cubrimiento. El segundo presenta la forma como se realizó la asignación de los proyectos de investigación, de acuerdo con el esquema de transformaciones culturales, estudiando su articulación. En el siguiente numeral se muestran los aspectos relacionados con la dispersión o concentración de los proyectos, en función de las categorías propuestas. Posteriormente se describen las características del cubrimiento o raleza llevada a cabo por los proyectos de investigación, buscando integrar los tres criterios planteados anteriormente. Finalmente se introducen unas conclusiones en relación con el ejercicio desarrollado.

#### **4.1 Propuesta de indicadores.**

El establecimiento de indicadores de carácter cuantitativo en temas de orden cultural es un ejercicio generalmente discutible. Es difícil tratar de evaluar fenómenos de carácter fundamentalmente cualitativo, a partir de indicadores numéricos. Generalmente se argumenta que este tipo de ejercicios sesga o reduce la visión del hecho bajo estudio a una descripción numérica y simplista que no corresponde a la riqueza del fenómeno estudiado. Concientes de esta dificultad, el ejercicio desarrollado busca primordialmente proporcionar algunos instrumentos de carácter formal que permitan enriquecer la descripción del objeto de estudio de la presente investigación. Objetivo consistente en evaluar el acompañamiento que el SNCT realizó a los procesos de transformación cultural vividos en el país, a través

del estudio de los proyectos de investigación, que en el área de Ciencias Sociales, se llevaron a cabo en el periodo 1990-2002.

Este ejercicio evidentemente conlleva ciertos supuestos los cuales se harán explícitos en las secciones correspondientes. Desde el punto de vista metodológico se considera que es un ejercicio que se puede ajustar, complementar y replicar con el objeto de contar, en el futuro, con una metodología sencilla que facilite el estudio de fenómenos semejantes.

Las cuantificaciones propuestas buscan describir los siguientes tres aspectos:

- i. Existencia o ausencia de relaciones entre los proyectos de investigación alrededor de las tres categorías contempladas: Ejes, Temas y Subtemas. (Articulación/desarticulación).
- ii. Distribución de las investigaciones en los diversos temas asociados con los cambios culturales. (Concentración/dispersión)
- iii. Cobertura temática en cada uno de las áreas y sub-áreas de cambio cultural. (Cubrimiento/ raleza)

Estos tres criterios pueden evaluarse tanto desde un punto de vista cualitativo como cuantitativo. Sin embargo, su interpretación y apreciación será eminentemente cualitativa. Los indicadores constituyen una orientación, un instrumento que facilita el proceso evaluativo. Es importante señalar como la apreciación reviste un carácter acumulativo en el que interactúan y se van articulando las diferentes mediciones, con el fin de lograr una visión de conjunto. En la medida en que se adquieran criterios más consistentes se mejorará el instrumento. Su cálculo se realiza a partir de la asignación de los proyectos de acuerdo con el esquema propuesto. A partir de esa asignación se realizan conteos sencillos, los cuales se van agrupando de acuerdo con el nivel de agregación correspondiente.

Igualmente se acompañan de gráficos e indicadores estadísticos que permitan ilustrar las observaciones realizadas.

#### **4.2 Asignación de proyectos y articulación**

Uno de los aspectos primordiales de este ejercicio de cuantificación consiste en la asignación de los proyectos de investigación considerados de acuerdo con el esquema de transformaciones culturales propuesto en la primera sección de este informe. Esquema o árbol de transformaciones culturales compuesto de tres categorías correspondientes a: Ejes, Temas y Subtemas. La asignación de cada proyecto debe corresponder inicialmente a un Subtema, si no es posible se asigna a un Tema y si tampoco es posible se asigna a un Eje. En caso de no corresponder a una de estas categorías se incluye como (NA), es decir, No Asignado. Esto ocasiona que se puedan encontrar por tanto proyectos No Asignados en cada una de las tres categorías propuestas. Cada proyecto se asigna solo a una de estas categorías. En caso que se asigne a un Subtema automáticamente queda asignado a un Tema y a un Eje.

De esta manera se tomó la base de proyectos de Colciencias en el área de Ciencias Sociales correspondiente al período de 1990-2002 y se fueron asignando individualmente cada uno de los 341 proyectos de investigación que la integran. Esta asignación se hizo revisando aspectos básicos del proyecto que permitían al investigador decidir si correspondía a un Eje, un Tema o un Subtema del esquema de transformaciones culturales propuesto. A pesar que el proyecto de investigación cubriera múltiples aspectos se forzó su asignación a solo uno de estas tres categorías. Esta labor de asignación es compleja y discutible ya que depende de los criterios del investigador los cuales pueden diferir dentro del equipo. En la medida en que se adquiera una mayor experiencia en el trabajo del grupo se pueden lograr criterios más uniformes facilitando esta primera labor.

El cuadro No 1 que se muestra a continuación describe de manera global las cifras correspondientes a la No Asignación de proyectos.

**Discriminación de proyectos no asignados  
sobre un total de 341 proyectos**

	Asignados	No asignados	Porcentaje No Asignado
Total ejes	255	86	33,73
Total temas	249	6	2,41
Total subtemas	200	49	24,50

**Cuadro No 1**

Este primer cuadro se realiza a partir de los 341 proyectos considerados, de ellos como se muestra 255 fueron asignados a los Ejes y 86 No lo fueron. Posteriormente, de los 255 asignados a los ejes 249 fueron asignados a los Temas y 6 No lo fueron. Por último, de los 249 asignados a los Temas, 200 fueron asignados a Subtemas y 49 No lo fueron<sup>1</sup>.

Lo anterior muestra una proporción variable de los proyectos, en el campo de las Ciencias Sociales, cuyo interés se manifestó en una diversidad de temas específicos y proyectos puntuales, que en cierta medida están mostrando una carencia de articulación con el eje, tema o subtema considerado. En este sentido se considera este indicador como un indicativo de articulación de los proyectos en relación con el foco escogido.

Estas cifras proporcionan un porcentaje de No Asignación donde se destaca la cifra correspondiente a un 33.7% de proyectos que no pudieron ser ubicados en ninguno de los

---

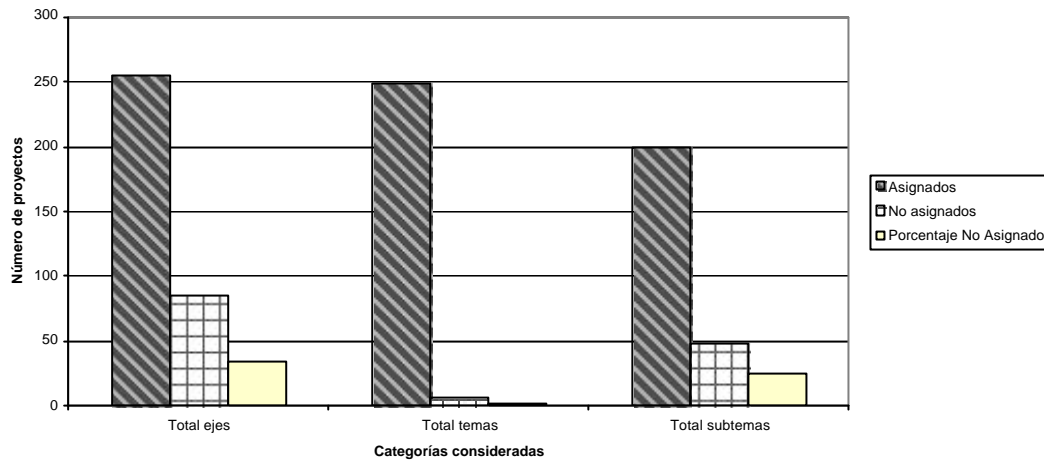
<sup>1</sup>El carácter de No Asignados se presenta para proyectos de naturaleza muy específica que no se pueden ubicar dentro del esquema. Algunos corresponden a proyectos de naturaleza económica muy especializados, por ejemplo: “La teoría macroeconómica y la tasa de interés en Colombia 1950 – 1990” o trabajos de naturaleza arqueológica: “Análisis bioantropológico de los esqueletos de Soacha y otras colecciones óseas de Colombia”. Se presentan también en campos especializados del comportamiento social como: “Efectos cognoscitivos del uso del basuco y la cocaína”. En otros casos el proyecto se puede ubicar en el Eje pero no en el Tema o en el Tema pero no en el Subtema, siguiendo este mismo proceso de asignación.

tres Ejes del cambio cultural. De acuerdo con el criterio de articulación definido se podría afirmar que se observa una dispersión importante de los proyectos en relación con los ejes definidos del cambio cultural, es decir la tercera parte de los proyectos de investigación en el campo de las Ciencias Sociales no se encuentran articulados a los cambios culturales. Posiblemente estudian otro tipo de problemáticas en el campo de lo social que responden a requerimientos dispersos y muy especializados.

Sin embargo, sobre el total de los 255 proyectos finalmente asignados, en su mayoría si lograron articularse a los temáticas del cambio, solo un 2.5% no correspondieron. A nivel más específico, por el contrario, vuelve a observarse una importante dispersión del 25% en el total de proyectos que no correspondieron a los Subtemas considerados dentro del esquema. Este primer cuadro muestra una notable dispersión y desarticulación de los proyectos de investigación a nivel de los ejes y subtemas del cambio cultura, por el contrario a nivel de los temas existe una notable articulación.

A continuación se presenta el Gráfico No 1, el cual ilustra esta primera observación, en el se detecta, como se mencionaba anteriormente, una mayor articulación en la distribución de los proyectos en relación con los Temas del cambio que con relación a los otros dos niveles considerados.

**Distribución de proyectos no asignados según categorías de cambio cultural.**



### **Gráfico No 1**

En la última parte de este informe se retornará sobre este aspecto de articulación en la distribución de los proyectos de investigación.

### **4.3 Concentración o dispersión**

Un primer conjunto de indicadores está encaminado a evaluar los aspectos de concentración o dispersión de la actividad investigativa a partir del análisis de la distribución y asignación de los proyectos siguiendo la lógica del esquema de interacciones culturales. El interés en esta parte es lograr determinar los énfasis que se dieron a la actividad de investigación en el conjunto de los aspectos tratados en relación con la problemática social colombiana

#### **4.3.1 Ejes del Cambio Cultural**

En el cuadro No 2 y gráfica No 1 se muestra la asignación de proyectos a los grandes ejes del cambio cultural, estas cifras muestran que del total de los 341 proyectos considerados, el mayor número correspondió al eje “Comportamiento Social” con 111, equivalente a un

32.6 % del total, en segundo término se ubica la categoría NA con un 25.2%<sup>2</sup>, es decir un total de 86 proyectos, seguido por el eje “Identidad”, con un 21% y finalmente el eje “Evolución social y económica” con un total de 70 proyectos correspondiente al 20% aproximadamente.

Total Proyectos según ejes

Cambio cultural

	Número	Porcentaje
Identidad	74	21,7
Comport Social	111	32,6
Evol soc y econ	70	20,5
No asignados	86	25,2
Total	341	100

**Cuadro No 2**

Adicional al gran número de proyectos No Asignados que se señalaba inicialmente, este cuadro muestra como eje temático primordial aspectos relacionados con el “Comportamiento social” y en menor medida los temas relacionados con “Identidad” y “Evolución social y económica”. En la gráfica No 2 se puede apreciar igualmente esta distribución, que en alguna manera refleja que aproximadamente las tres cuartas partes de los proyectos de investigación desarrollados tuvieron como foco de interés las grandes transformaciones culturales, destacándose el estudio de aspectos relacionados con el comportamiento social.

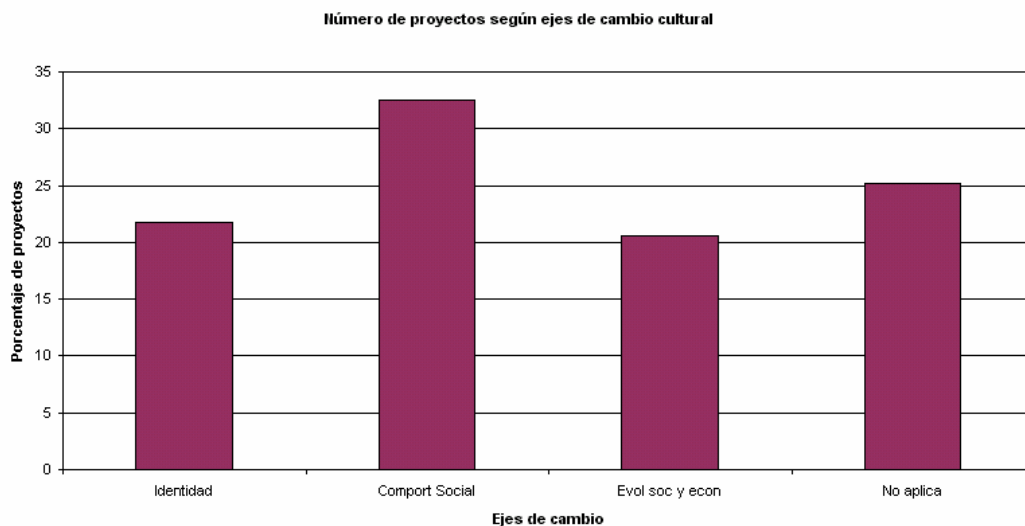
Un aspecto importante a notar en relación con estos primeros resultados consiste en que ellos permiten validar el esquema de transformaciones culturales construido con ayuda de

---

<sup>2</sup> Esta cifra difiere de la anterior ya que está tomada sobre el total de proyectos y no sobre el total de asignados como se hizo en el cuadro No 1.

los expertos, a pesar de la notable dispersión anotada. Un porcentaje bastante alto de los proyectos de investigación, aproximadamente el 75% de acuerdo con las cifras, corresponden a estos grandes ejes temáticos, mostrando una notable concentración en el estudio de la aparición y desarrollo de los movimientos sociales que irrumpieron en la sociedad colombiana de finales del siglo XX.

Estos primeros indicadores muestran un proceso de “acompañamiento con dispersión”, es decir, la actividad del Sistema, reflejada a través de sus procesos de investigación, se mostraba en sintonía con los cambios culturales del país, manteniendo, sin embargo, un margen importante de actividad y trabajo en otras temáticas puntuales y dispersas. Características que reflejan las coyunturas y una actitud reactiva a demandas de conocimiento en elementos muy especializados y dispersos de la temática social nacional.



**Gráfico No 2**



### **4.3.2 Ejes y Temas del Cambio Cultural**

Como se había mencionado en la metodología, el esquema propuesto considera tres categorías, las dos primeras son los “Ejes” y “Temas” los cuales se interrelacionan como se muestra en el cuadro No 3. En este cuadro se muestra la distribución de los 341 proyectos siguiendo estas dos primeras categorías. Este cuadro permite refinar las observaciones que se vienen realizando en el sentido de evaluar las concentraciones de los Temas.

Es así como el cubrimiento del Eje “Identidad” se da a través de 5 Temas, existiendo una notable concentración en los aspectos de “Multiculturalidad” con un 56% y “Género y sexualidad” con un 29.7%. La concentración en este Eje se da prácticamente en solo dos temas, mientras los otros tres temas únicamente logran un 12 % del total de los proyectos. Es decir, en relación con la Identidad temas como: “Identidad nacional y local”, “Nueva ciudadanía” y “Espacio cultural latinoamericano” fueron muy poco tratados. En este primer eje se podría afirmar que se dio un cubrimiento con alta concentración temática privilegiando la investigación sobre la Identidad, a partir de la multiculturalidad y el género. Se abordaron aspectos complementarios que si bien se tuvieron en cuenta, no se trataron en la misma medida en términos de profundidad y articulación con el fin de lograr una perspectiva más amplia en la investigación sobre este importante eje del cambio cultural.

**Total de proyectos según ejes y temas de cambio cultural**

<b>Ejes</b>	<b>Temas</b>	<b>Número</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Identidad</b>	No aplica	1	1,4
	Multiculturalidad	42	56,8
	Género y sexualidad	22	29,7
	Identidad nacional y local	6	8,1
	Nueva ciudadanía	1	1,4
	Espacio Cult. Latinoame	2	2,7
	<b>Total</b>	<b>74</b>	<b>100,0</b>
<b>Comportamiento social</b>	No aplica	2	1,8
	Cotidianidad	19	17,1
	Religión	4	3,6
	Movimientos sociales	36	32,4
	Violencia	50	45,0
	<b>Total</b>	<b>111</b>	<b>100,0</b>
<b>Evolución social y económica</b>	No aplica	3	4,3
	Educación cambios cualita	5	7,1
	Constitución 1991	4	5,7
	Urbanización	17	24,3
	Industrialización	13	18,6
	Globalización	19	27,1
	El nuevo rol de los medios	9	12,9
	<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100,0</b>
<b>No aplica</b>		<b>86</b>	<b>100</b>

**Cuadro No 3**

En relación con el segundo Eje o sea “Comportamiento Social”, como se había manifestado anteriormente es el eje con el mayor número de proyectos de investigación y simultáneamente con el menor número de temas que lo integran. Estos cuatro temas muestran una distribución más equilibrada de proyectos entre ellos que la descrita para el primer eje. Aunque el mayor porcentaje corresponde a “Violencia” con un 45%, los temas “Movimientos sociales” y “Cotidianidad” son relativamente representativos, quedando en último lugar “Religión” con un volumen de solo 4 proyectos. Estos aspectos revelan la permanencia en la temática de la violencia que presenta el mayor número de investigaciones, asunto reiterativo en la fenomenología social Colombiana. Sin embargo, surgen nuevos polos de interés investigativo como son los “Movimientos sociales” y estudios sobre la “Cotidianidad” que reflejan la consonancia en el desarrollo de esta actividad, con las vivencias sociales en este lapso de tiempo. Llama la atención sin

embargo, el desinterés por aspectos aparentemente tan ligados a la definición de la nacionalidad como lo han sido los temas religiosos y su muy poca participación en proyectos de investigación, llevados a cabo en este segundo eje de transformaciones culturales.

Con respecto al último Eje o sea “Evolución Social y Económica”, la situación es inversa a la detectada en el eje anterior, es decir contempla el mayor número de temas y simultáneamente tiene el menor número de proyectos. Se observa un cubrimiento temático más amplio, son 6 los que integran este Eje, teniendo una distribución de proyectos entre ellos menos concentrada mostrando un mayor equilibrio en su tratamiento. Los porcentajes mayores corresponden a “Globalización”, “Urbanización”, “Industrialización” y “El nuevo rol de los medios”. “Educación: Cambios cualitativos” y “Constitución 1991” fueron los menos cubiertos en términos de proyectos en este tercer eje. Estos temas reflejan inquietudes de una sociedad en pleno cambio e integración a un mundo más amplio. El interés de la investigación en estas cuatro primeras temáticas refleja, tanto una mirada hacia el futuro, como una conciencia clara de su mutación y su nuevo carácter urbano. Igualmente se puede inferir el deseo de conocer las implicaciones que esto genera, en términos de los cambios en los procesos productivos y la enorme importancia que en estos cambios han jugado los medios de comunicación de masas, Sin embargo llama la atención que el mínimo número de proyectos hayan correspondido al tema “Constitución 1991” habiendo sido uno de los asuntos centrales en el cambio de la sociedad Colombiana en este período. Igualmente la poca presencia de proyectos en temas educativos muestra un vacío en el estudio de uno de los pilares de desarrollo y cambio del país.

En este primer nivel de análisis podría afirmarse que no existe una concentración semejante de los Ejes básicos, se observa un desequilibrio en el tratamiento de los temas en que se ha esquematizado el proceso de cambio cultural. Mientras en algunos existe una notable concentración, en otros su cubrimiento es de carácter marginal. Sin embargo en cuanto al contenido de las temáticas se observa un acompañamiento importante a los procesos que ha

vivido el país. El comportamiento social, la identidad y la evolución social y económica han sido, como se ha descrito objeto de preocupación y tratamiento de la investigación en Ciencias Sociales. Igualmente la desagregación conceptual refleja intereses específicos que buscan describir y comprender estos cambios, con diferentes énfasis como lo muestran las cifras.

#### **4.3.3 Temas y Subtemas del cambio cultural**

En este numeral se describe la relación existente entre “Temas” y “Subtemas” de acuerdo con el esquema propuesto. Como se había explicado inicialmente, cada uno de los “Temas” se había desagregado en un número de “Subtemas”, a los cuales se les asignaron una cantidad variable de proyectos, los cuales se muestran en los cuadros que siguen a continuación, de acuerdo con los Ejes de cambio cultural.

#### **4.3.4 Eje: identidad. Temas y Subtemas.**

En el cuadro No 4 se muestra la distribución de los proyectos correspondientes a los temas y subtemas que hacen parte del eje Identidad. En este cuadro se observa claramente la forma como fueron tratándose los diferentes temas que integran este eje. En primer lugar se destaca la muy alta concentración de proyectos en el tema de multiculturalidad, dividiéndose a su vez en dos “Subtemas” denominados: “Grupos étnicos colombianos: Tradiciones y transformaciones” y “Vigencia y reconfiguración en las comunidades tradicionales”, a los cuales, se les asignaron 35 y 5 proyectos respectivamente.

Estas cifras reflejan la existencia, en la investigación en “Multiculturalidad” de una alta concentración de proyectos en solo dos aspectos, de los cuales se privilegió en gran medida lo relacionado con “Grupos étnicos”. Lo anterior sugiere un aspecto interesante en el sentido de abordar el estudio de la multiculturalidad, a partir de lo étnico, lo cual en alguna medida reduce el concepto de diversidad cultural a aspectos concretos y tangibles, evitando enfoques más abstractos de esta diversidad como son los correspondientes al mundo de los

valores, los comportamientos y las actitudes. Elementos que eventualmente pueden dar respuestas más adecuadas para entender nuestra diversidad cultural, dados los altos procesos de mestizaje a que hemos estado sometidos a lo largo de nuestra historia.

**Distribución de proyectos por temas y subtemas del eje "Identidad"**

<b>Temas</b>	<b>Proyectos</b>	<b>Subtemas</b>	<b>Proyectos</b>
<b>Multiculturalidad</b>	42	Grupos étnicos	35
		Vigencia y reconf	5
		No asignados	2
<b>Género y sexualidad</b>	22	Nuevo rol mujer	6
		Control natal	3
		Cambios núcleo	7
		Género y poder	4
		Comporta construidos masculino femenino	1
		No asignados	1
<b>Identidad nacional y local</b>	6	Desubica nacional	2
		Cambio gene	-
		No asignados	4
<b>Nueva ciudadanía</b>	1	Nuevos serv públicos	-
		No asignados	1
<b>Espacio Cult. Latinoame</b>	2	-----	-
		No Asignados	2
<b>No asignados</b>	1		1
<b>Total</b>	74		74

**Cuadro No 4**

Por el contrario al analizar el Tema de “Género y sexualidad” se presentó una notable dispersión en 5 “Subtemas” de los cuales el correspondiente a “Cambios en el núcleo familiar” fue el mayormente tratado con 7 proyectos. En segundo término se ubica el subtema “Nuevo rol de la mujer” y posteriormente con una presencia relativamente semejante se encuentra “Género y poder” y “Control natal”.

Comparando estos dos primeros subtemas componentes del eje “Identidad” se observa una clara diferencia en relación con su tratamiento. Mientras la mayoría de proyectos correspondientes a “Multiculturalidad” se concentran en estudios relacionados con “Grupos étnicos”; sin embargo, el segundo subtema en importancia: “Género y sexualidad” es tratado a través de un conjunto de estudios que abarcan una gama mayor de investigaciones centradas en diversos énfasis de la temática femenina. Temática que corresponde en gran medida a las preocupaciones más sentidas en la sociedad Colombiana en relación con las transformaciones de la mujer y lo que ello implica. En este sentido los temas evocados a través de los proyectos, como se observa en el cuadro, son aspectos integrales de la búsqueda de una nueva identidad que caracteriza a la sociedad colombiana contemporánea en el cual el papel de la mujer ha experimentado cambios vertiginosos.

Este mismo cuadro muestra como, a pesar de considerarse como importantes aspectos relacionados con: “Identidad nacional y local”, “Nueva ciudadanía” y “Espacio cultural latinoamericano” con su desagregación en “Desubicación de la regional”, “Cambio generacional” y “Nuevos servicios públicos”, el acompañamiento fue muy exiguo dada la poca presencia de proyectos de investigación. Únicamente el tema de “Identidad nacional y local” tuvo 6 proyectos, los cuales comparados con los dos temas centrales de este eje representan una cantidad mínima. Los otros dos temas contemplados tuvieron un cubrimiento prácticamente marginal.

En relación con este primer eje se podría afirmar que el estudio del problema de la Identidad mostró un nivel de concentración temático importante en solo dos aspectos, prácticamente el 80% del total de investigaciones. Aspectos que revelan un alto predominio del estudio de elementos étnicos y de género dejando por fuera elementos importantes para la adecuada comprensión de este Eje de cambio cultural. Temas que si bien fueron contemplados, a través de muy pocos proyectos de investigación, su tratamiento fue exiguo y marginal.

#### **4.3.5 Eje: Comportamiento social. Temas y Subtemas.**

El segundo eje básico del cambio cultural es el correspondiente a “Comportamiento Social”, el cual abarcó, como se había mencionado previamente, el mayor volumen de proyectos de investigación 111, el 32.6% del total. Su distribución temática se presenta en el cuadro No 5 que se muestra a continuación.

**Distribución de proyectos por temas y subtemas del eje  
"Comportamiento social"**

<b>Temas</b>	<b>Proyectos</b>	<b>Subtemas</b>	<b>Proyectos</b>
<b>Cotidianidad</b>	19	De las costumbres	7
		Valores y gustos	12
		No asignados	0
<b>Religión</b>	4	La multiplicación iglesias	2
		Cambios espacios	1
		No asignados	1
<b>Movimientos sociales</b>	36	Intersección local	9
		Nueva definic democracia	12
		Percepción estado	6
		No asignados	9
<b>Violencia</b>	50	Convivencia	10
		Conv y confli	20
		Derechos humanos	3
		Guerrilla y param.	4
		Narcotráfico	1
		No asignados	12
<b>No asignados</b>	2		2
<b>Total</b>	111		111

**Cuadro No 5**

Su acompañamiento a través de los proyectos de investigación, si bien presentó una mayoría importante en estudios relacionados con “Violencia”, se abordaron sin embargo otros temas, en el siguiente orden: “Movimientos sociales” “Cotidianidad” y en último



término “Religión” con solo 3 proyectos. Al interior de cada uno de ellos se observan preferencias temáticas, es así como en el caso de “Violencia” la mayoría de estudios se concentraron en proyectos sobre “Convivencia” y “Conflicto” y muy pocos tuvieron como objeto de investigación el tema del narcotráfico, solo uno de acuerdo con las cifras mostradas en el cuadro. Igualmente proyectos de investigación sobre “Guerrillas y paramilitares” y “Derechos humanos” son escasos comparativamente. Un aspecto importante en este tema es el correspondiente al número de “No asignados” que asciende a la cantidad de 12 sobre un total de 50 proyectos de investigación, mostrando por tanto una diversidad importante en relación con los subtemas definidos en el esquema. Se podría afirmar que, en relación con “Violencia” el acompañamiento fue parcial y concentrado, con la característica, que problemas, en el primer plano de la realidad durante este periodo, como lo son el Narcotráfico y la Guerrilla y los Paramilitares recibieron muy poca atención.

El tema “Movimientos sociales” se trató a partir de 27 proyectos de investigación, distribuidos equilibradamente en aspectos como “Nueva definición de la democracia”, “Intersección local, regional y nacional” y “Percepción local del estado” mostrando con ello un enriquecimiento en su tratamiento investigativo y evidenciando muy claramente la sintonía de estos proyectos con los procesos de cambio sucedidos en esta última década. Importante rescatar el interés por las “Nuevas definiciones de la democracia” que ha sido una preocupación central prácticamente en todos los estamentos de la sociedad Colombiana y en el cual se concentraron un total de 12 proyectos de investigación.

Igualmente notable es la alta presencia de investigaciones sobre la cotidianidad y su preocupación por los diferentes estilos de vida y aspectos relacionados con la diversidad de valores y gustos. Este foco investigativo pareciera sugerir el interés por enriquecer aspectos relacionados con la diversidad y la tolerancia temas centrales en las transformaciones nacionales.

Llama la atención finalmente el tema correspondiente a “Religión”, el cual cobijó el menor número de investigaciones, con solo 3 proyectos. Sin embargo y a pesar del carácter escaso, dos de ellos tienen como foco de estudio “La multiplicación de las Iglesias”. En cierta medida esto revela el movimiento de una comunidad tradicionalmente católica y tradicional, a una sociedad cada vez más laica y con alta penetración de nuevos credos y prácticas religiosas

En síntesis este segundo eje de cambio fue tratado a través de un trabajo de investigación el cual muestra una concentración importante, a nivel de los temas, el 80% en dos de ellos, y diversidad en el tratamiento de los subtemas. El total de No Asignados constituye más del 20% del total de proyectos desarrollados.

Si bien el tema de la Violencia sigue siendo el eje central de las investigaciones sobre nuestro Comportamiento Social, su estudio no refleja una percepción de la fenomenología correspondiente a su fisonomía de finales de siglo. El estudio de los movimientos sociales tan efervescente en este período es objeto de estudio importante enfatizando el interés en las nuevas formas de participación y democracia que constituyeron preocupación a diversos niveles de la sociedad. Por último la “Cotidianeidad” ha sido objeto de estudio relativamente importante, abordando temas relacionados con el estudio de las costumbres, los gustos y los valores.

#### **4.3.10 Eje: Evolución Social y Económica. Temas y Subtemas.**

El tercer eje “Evolución Social y económica” presentó el menor volumen de proyectos de investigación, el 20.5% del total. Sin embargo fue el que mostró una mayor apertura temática (6 Temas) con una amplia dispersión a nivel de los subtemas correspondientes, como se puede observar en el cuadro No 6 que se muestra a continuación. Es así como los temas tratados muestran distribuciones relativamente semejantes.

**Distribución de proyectos por temas y subtemas del eje  
"Evolución social y económica"**

<b>Temas</b>	<b>Proyectos</b>	<b>Subtemas</b>	<b>Proyectos</b>
<b>Educación cambios cualita</b>	5	Progra y metodo	2
		Oferta y demanda	-
		No asignados	3
<b>Constitución 1991</b>	4	Poder judicial	3
		No asignados	1
<b>Urbanización</b>	17	Moderniz con exc	2
		Antrop urbana	4
		Cambios demogra	4
		Nuevas comunas	5
<b>Indus trialización</b>	13	No asignados	2
		Transfor tecnol	2
		Tecnificación	1
		Nuevos imag labor	6
		No asignados	4
<b>Globalización</b>	19	Globaliza avata comun	5
		Políticas nación	12
		No Asignados	2
<b>El nuevo rol de los medios</b>	9	Imágenes del miedo	2
		Medios en cultura	2
		Cultura en medios	-
		No asignados	5
<b>No asignados</b>	3		3
<b>Total</b>	70		70

**Cuadro No 6**

En su orden los temas mayormente tratados fueron “Globalización”, “Urbanización”, “Industrialización” y “El nuevo rol de los medios”. Los menos tratados fueron: “Educación: cambios cualitativos” y “Constitución 1991”. Este ordenamiento muestra las prioridades que se fueron construyendo para el estudio de estos temas de cambio cultural. Llama la atención la mínima atención prestada a “Constitución 1991”, habiendo sido uno de los cambios institucionales centrales en la década considerada.

Los temas en general muestran la búsqueda de ubicación del país y de comprensión de sus profundas transformaciones sociales. El hecho que el tema “Globalización” sea el primero con 17 proyectos asignados y una alta concentración en “Políticas de nación en tiempos de globalización” revela el interés por participar en los procesos de ubicación nacional dentro del contexto internacional. Igualmente los temas de “Urbanización” e “industrialización” reflejan el interés por comprender los procesos de cambio y evolución del país.

Al contrario de la alta concentración mostrada por el tema de “Globalización” el tema “Urbanización” cubrió en forma equilibrada los 15 proyectos de investigación asignados en los siguientes cuatro subtemas: “Modernización con exclusión”, “Antropología Urbana”, “Cambios demográficos” y “Nuevas comunas urbanas”. En alguna medida la fenomenología urbana implica diferentes ángulos y énfasis para su comprensión a los cuales la actividad investigativa parece responder a través de la diversidad temática descrita.

El “Nuevo rol de los medios” cubrió cuatro proyectos de investigación a través de dos subtemas, reflejando la enorme importancia que los medios han tenido en Colombia y el interés de conocer a fondo sus características e implicaciones. Como se anotaba inicialmente los temas correspondientes a “Constitución de 1991” y “Educación” recibieron una atención de carácter marginal.

Es interesante observar la diferencia en la distribución de los subtemas, temas y ejes de acuerdo con las cifras mostradas anteriormente. A través de ellas se detectan aspectos de concentración, dispersión y cubrimiento que proporcionan pautas sobre el proceso de acompañamiento realizado a los aspectos relacionados con el tema cultural. Como se manifestaba inicialmente se puede hablar que el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología representado en los proyectos de investigación en Ciencias Sociales llevó a cabo una especie de “acompañamiento con dispersión” a los cambios culturales vividos por el país.

En una proporción cercana al 75% del total de proyectos podría afirmarse que correspondieron al estudio e investigación de estas profundas transformaciones. Sin embargo, el estudio específico de los temas presentó sincronías y asincronías con los cambios. Algunos muestran una alta pertinencia mientras otros sugieren apenas los aspectos a investigar sin lograr una mayor presencia en el volumen de proyectos respectivo.

Es importante igualmente anotar que estos resultados permiten validar el esquema de cambios culturales que se estableció como marco de referencia para el presente ejercicio de medición, aproximadamente las tres cuartas partes de los proyectos de investigación se pueden ubicar dentro de esta propuesta mostrando con ello su pertinencia.

#### **4.4 Cubrimiento o raleza**

De manera complementaria a los aspectos señalados en relación con la concentración o dispersión de la actividad de investigación desarrollada, en el presente numeral se quieren introducir aspectos relacionados con el cubrimiento o raleza de los cambios culturales descritos en el esquema analítico desarrollado. Se entiende por raleza, “algo que esta separado” es decir que no está suficientemente cubierto. Es decir, no basta con señalar la concentración o dispersión de la actividad de investigación, la cual como se ha mostrado es importante y en buena parte corresponde y alude a los cambios culturales que vivió el país. Es igualmente importante evaluar la profundidad con la cual se hizo este acompañamiento. Es justamente en este sentido que se han construido los indicadores que se presentan en este numeral.

Para desarrollar su estudio se han elaborado un cuadro y dos gráficas, a partir de los proyectos asignados, que permiten describir el cubrimiento de los diferentes Ejes, temas y subtemas. En cierta medida reflejan algunos de los elementos descritos anteriormente introduciendo nuevos aspectos para su apreciación. La presentación se hará globalmente es decir no se discriminarán por los tres ejes considerados. Si el lector quiere establecer este tipo de relaciones la información mostrada en este informe permite hacerlo.

#### 4.4.1 Distribución de proyectos

El cuadro No 7 que se presenta a continuación proporciona un conjunto de indicadores que describen la distribución de los proyectos de investigación de acuerdo con los elementos componentes del esquema de cambios culturales.

#### Distribución de proyectos de investigación de acuerdo con las categorías contempladas

Eje	Temas	Subtemas	Proy/eje	Proy/tema	Proy/ subte
<b>Ident</b>	5	10	74	12.6	6.3
<b>Comp social</b>	4	12	111	21.7	7.25
<b>Evol social</b>	6	15	70	8.8	3,5
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>37</b>	<b>85</b>	<b>16.6</b>	<b>5,4</b>

**Cuadro No 7**

Este cuadro permite observar las cifras correspondientes al indicador de número de proyectos en función de cada una de las categorías contempladas en función de los ejes de cambio cultural.

En el caso de los subtemas, por ejemplo este indicador oscila entre 3.5 proyectos por subtema para el eje de “Evolución social y económica” hasta un máximo de 7.25 proyectos en el eje de “Comportamiento Social” con un valor promedio de 5.4 proyectos.

En función de este primer indicador podría afirmarse que el Eje mayormente investigado correspondió al de “Comportamiento Social” con un cubrimiento de más del doble en

relación con el eje de “Evolución Social”. Igualmente el eje “Identidad” presenta un alto valor de cubrimiento, mayor que el promedio y un poco menor que el correspondiente al de “Comportamiento social”. En último término se ubica el eje “Evolución social y económica” el cual muestra un índice de apenas 3.3 proyectos por subtema. Esto en alguna medida refleja la mayor dispersión, con respecto a los otros dos ejes en temas y subtemas como se muestra en el cuadro No 7. Con base en estas cifras se puede afirmar que se observa una mayor rareza en el cubrimiento del eje “Evolución social y económica” que en los otros dos.

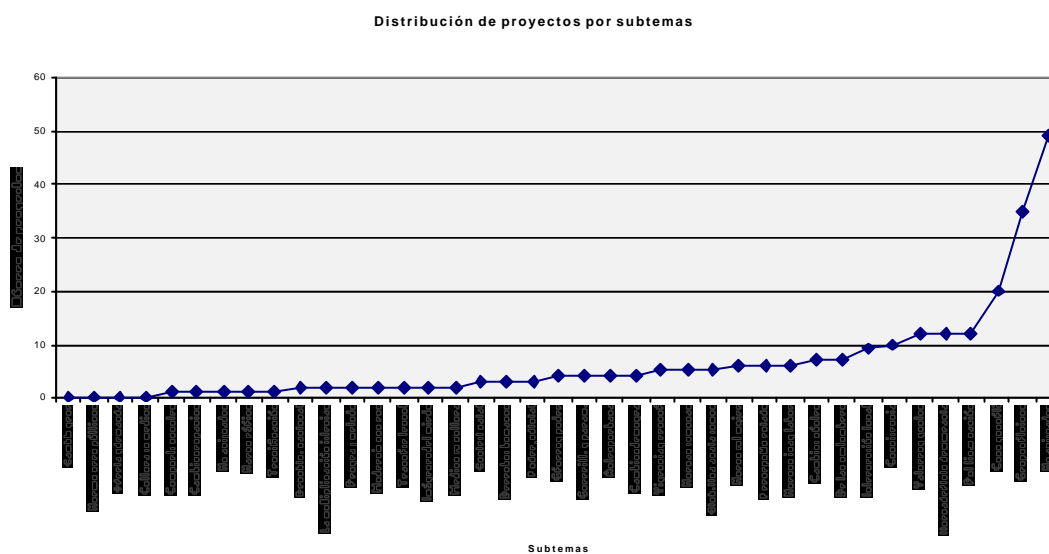
Cuando se estudia el indicador de proyectos por tema la situación es similar, en relación con el ordenamiento de los Ejes, es decir el mayor cubrimiento se presenta en el “Comportamiento social”. Sin embargo, las diferencias entre ellos se profundizan, el indicador oscila de 8.8 proyectos por tema para el eje de “Evolución social y económica” a 21.7 en el eje “Comportamiento social”.

A partir de esta información se observa que el eje de “Comportamiento Social” muestra un valor mayor seguido por “Identidad” y en último término por “Evolución social y económica”. Se presenta una mayor rareza en el cubrimiento de los temas y subtemas del eje “Evolución social y económica” que en los otros dos. Su significado, en términos de prioridades en relación con las políticas de investigación, refleja el mayor interés por conocer la fenomenología del comportamiento social colombiano a través del trabajo de investigación en aspectos relacionados con la violencia y los movimientos sociales. En segundo término dentro de estas prioridades investigativas se ubican los estudios relacionados con la identidad nacional en aspectos étnicos y de género. En último término y con un cubrimiento bastante menor en actividades de investigación, estarían los temas que permiten al país afrontar las nuevas coyunturas que señalan su evolución social y económica.

De igual manera y a un nivel de especialización mayor, en el estudio de estos temas, no se observa un cubrimiento de mayor profundidad y homogeneidad. Se abordan en una perspectiva congruente con los temas identificados pero sus proyectos apenas cubren en forma exigua y parcial estas desagregaciones conceptuales. A continuación se complementan estas observaciones.

#### 4.4.2 Distribución de proyectos por temas y subtemas

Con el objeto de precisar en mayor medida estas observaciones se presenta el Gráfico No 3 en el cual se muestra la distribución de los proyectos en función del total de subtemas considerados en los tres ejes del estudio.

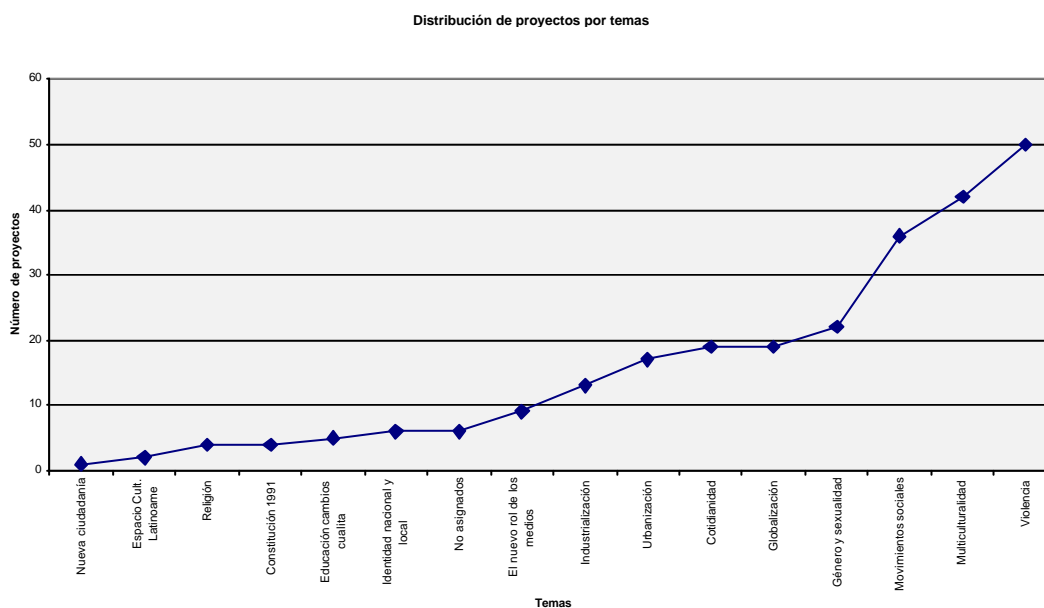




inferiores a 10 y algunos con solo 1 o 2 proyectos. Si se tiene en cuenta que esta base de proyectos recoge los estudios realizados en el período 1990-2002 se podría deducir que fueron subtemas que se estudiaron en forma esporádica, es decir 1 o 2 estudios en 10 años<sup>3</sup>. La gráfica No 5 muestra la distribución temporal de los proyectos de investigación.

Este hecho permite suponer la inexistencia de líneas de investigación establecidas, mostrando igualmente su escasa continuidad a través del tiempo y el carácter más bien reactivo y coyuntural con el cual se desarrollaban estos proyectos de investigación. Solamente podría decirse que los subtemas como: “Convivencia”, “Valores y gustos”, “Nueva definición de democracia”, “Políticas nacionales” y “Grupos étnicos”, los cuales se sitúan en la gráfica por encima de los 10 proyectos, mostraron un relativo cubrimiento y continuidad en este periodo.

A continuación se presenta el gráfico No 4 en el cual se muestra la misma distribución de proyectos pero en relación con los “Temas” del cambio cultural.



**Gráfico No 4**

<sup>3</sup> Aunque la cifra es fruto de información parcial, la duración promedio de los proyectos de investigación tiene un valor de 16 meses con un coeficiente de variación del 34%.

Esta distribución muestra los mayores cubrimientos en ciertos temas con un número apreciable de proyectos. Situados nuevamente en la perspectiva del tiempo se pueden inferir continuidades en temas relacionados con “Violencia”, “Multiculturalidad”, “Movimientos sociales” y “Género y sexualidad” con valores mayores a 20 proyectos en el espacio de 10 años considerados. Por el contrario temas como “Nueva ciudadanía”, “Espacio cultural latinoamericano”, “Religión” y “Constitución de 1991” podría afirmarse que recibieron un tratamiento marginal en este período.

Esta sección permite evaluar en cierta medida la falta de continuidad en los “Temas” y “Subtemas” y evidenciar el carácter reactivo en el desarrollo de actividades de investigación en aspectos centrales que requerirían un esfuerzo mayor de articulación y permanencia a través del tiempo.

#### **4.4.3 Cubrimiento continuidad y articulación**

En esta última parte del informe se presenta el cuadro No 8 el cual permite profundizar en aspectos de articulación en relación con los Temas del cambio cultural.

**Distribución de proyectos no asignados por tema**  
**Indicador de Articulación**

	<b>Total Proyectos</b>	<b>No asignados</b>	<b>% no Asigandos</b>
<b>Multiculturalidad</b>	42	2	4,76
<b>Género y sexualidad</b>	22	1	4,55
<b>Identidad nacional y local</b>	6	4	66,67
<b>Nueva ciudadanía</b>	1	1	100,00
<b>Espacio Cult. Latinoame</b>	2	2	100,00
<b>Cotidianidad</b>	19	0	0,00
<b>Religión</b>	4	1	25,00
<b>Movimientos sociales</b>	36	9	25,00
<b>Violencia</b>	50	12	24,00
<b>Educación cambios cualita</b>	5	3	60,00
<b>Constitución 1991</b>	4	1	25,00
<b>Urbanización</b>	17	2	11,76
<b>Industrialización</b>	13	4	30,77
<b>Globalización</b>	19	2	10,53
<b>El nuevo rol de los medios</b>	9	5	55,56
<b>Total</b>	<b>249</b>	<b>49</b>	<b>19,68</b>

**Cuadro No 8**

Las cifras que presenta este cuadro corresponden a la contabilización de los proyectos de investigación que, si bien pertenecen al Tema descrito, no pudieron ser asignados a ninguno de los Subtemas que lo integran, de acuerdo con el esquema de cambios culturales. En cierta medida este cuadro refleja la carencia de articulación de los proyectos alrededor del Tema. Por ejemplo, en el caso del tema Violencia de sus 50 proyectos de investigación, 12 no se pudieron ubicar en ninguno de los 5 Subtemas que lo integran.

Este cuadro es interesante ya que permite identificar temáticas del cambio cultural que muestran problemas de articulación, como sería el caso de “Educación”, “Identidad nacional y local” y el “Nuevo rol de los medios”. Mientras que en temáticas como “Globalización”, “Multiculturalidad” y “Género y sexualidad” la mayoría de los proyectos de investigación pudieron articularse en los subtemas correspondientes.

Intentando un esfuerzo de síntesis a partir de estos indicadores y de los temas objeto de estudio de la actividad de investigación desplegada por el SNCT, podría afirmarse que solo 8 temas mostraron una relativa continuidad y profundidad a lo largo del periodo de tiempo contemplado<sup>4</sup>. Estos temas son en orden de importancia: Violencia, Multiculturalidad, Movimientos sociales, Género y sexualidad, Globalización, Cotidianidad, Urbanización e Industrialización.

Dentro de estos temas “Violencia” fue el que individualmente presentó un mayor cubrimiento y continuidad, sin embargo, presentó una baja articulación entre los proyectos de investigación que estudiaron este importante fenómeno de la realidad colombiana. El segundo tema en cubrimiento correspondió al problema de “Multiculturalidad”, mostrando una importante continuidad y una mayor articulación de los proyectos de investigación enfocados fundamentalmente en aspectos de carácter étnico. En relación con “Movimientos sociales” tanto su continuidad como articulación fueron menores. Llama la atención dentro de este grupo de temas “Cotidianeidad” el cual muestra una gran articulación entre los

---

<sup>4</sup> Cada uno de ellos tiene un número mayor de 10 proyectos de investigación durante el periodo.

proyectos de investigación que lo trataron. En términos semejantes se puede afirmar de “Género y sexualidad”, “Globalización” y “Urbanización”.

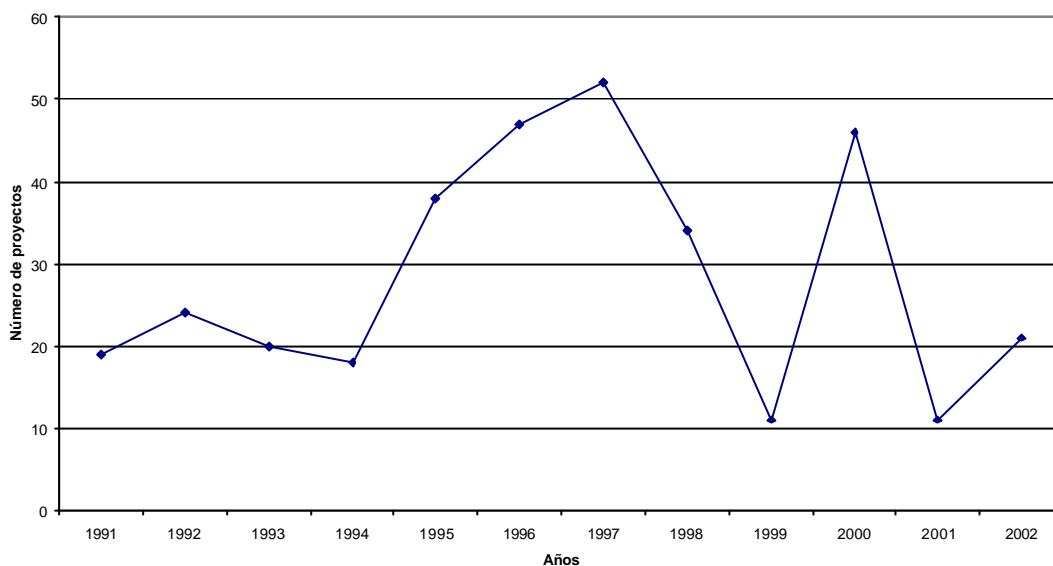
Es interesante señalar como estos ocho temas, en primer lugar reflejan un diagnóstico claro de los aspectos que en términos de cambios culturales han sido claramente sentidos e identificados por la sociedad colombiana, y en segundo término se distribuyen en forma bastante equitativa en los tres ejes que se han definido inicialmente como los más representativos de las transformaciones culturales profundas que ha vivido el país en la última década del siglo XX.

#### **4.4.4 Distribución temporal de los proyectos de investigación**

A continuación se introduce el gráfico No 5 el cual muestra la distribución del total de proyectos de investigación en el área de Ciencias Sociales a lo largo de la década considerada. La distribución tiene un comportamiento bastante irregular. En el período 1990-1994 el número de proyectos se ubica alrededor de los 20 proyectos anuales, posteriormente se presenta una fase de crecimiento importante hasta lograr un máximo de 50 proyectos al año en 1997, para descender posteriormente en forma vertiginosa a 10 proyectos al año en 1999. De ahí en adelante el comportamiento es bastante errático con un máximo de 45 proyectos en 2000.

Este comportamiento en alguna manera refleja discontinuidades que pueden obedecer bien sea a variaciones en las asignaciones presupuestales o en la presentación de proyectos de investigación.

**Distribución Proyectos de investigación.  
Ciencias Sociales. 1990-2002**



**Gráfico No 5**

Tratando de conjugar estos diferentes elementos podría afirmarse, a partir del proceso de medición desarrollado, que la actividad de investigación en términos de las transformaciones culturales ha correspondido a un “acompañamiento con dispersión, sin mayor profundidad y con escasa continuidad”. Se encuentran variabilidades y discontinuidades en los aspectos en que se ha enfocado la medición como son: Concentración, articulación y cubrimiento. Estas variabilidades y discontinuidades se presentan indistintamente a nivel de las categorías contempladas dentro del esquema o sea: Ejes, temas y subtemas, como se ha descrito en los numerales correspondientes del informe.

## **5. Conclusiones**

Como se mencionaba inicialmente en esta parte de las conclusiones se abordan aspectos relacionados con el acompañamiento cultural y asuntos metodológicos en relación con el ejercicio desarrollado.

1. La actividad de investigación desarrollada en el área de Ciencias Sociales muestra una cierta dualidad. Por un lado en un porcentaje considerable, aproximadamente el 75% de su actividad, se concentró en aspectos relacionados con las grandes transformaciones culturales que vivió el país en los últimos veinte años. El resto de su actividad correspondió a temáticas muy especializadas, fruto de necesidades coyunturales, sin mostrar mayor articulación con las transformaciones culturales de la sociedad colombiana. En este aspecto se podría decir que la actividad de investigación constituyó una especie de “Acompañamiento con dispersión”

2. En relación con el acompañamiento se observa una alta concentración en el estudio de aspectos relacionados con los cambios que en el comportamiento de la sociedad colombiana se estaban experimentando, en menor medida con aspectos relacionados con la identidad nacional y en último término con la evolución social y económica.

3 El tratamiento de los temas muestra comportamientos variables en términos de concentración, cubrimiento, articulación y continuidad. Comportamientos variables que reflejan el desarrollo o la evolución de políticas de investigación a largo plazo. Políticas que se dan fruto de una interesante combinación entre saber “leer las coyunturas” o proponer nuevas líneas de investigación. En el caso Colombiano se aprecia una pertinencia en lo primero y una falta de innovación e investigación en lo segundo.

4. En relación con los temas privilegiados por la investigación, siguen dominando los estudios sobre la violencia. En segundo término están los trabajos que se interesan en el carácter multicultural de la sociedad colombiana y en el estudio de los movimientos sociales. Es importante señalar que estas investigaciones han estado centradas en las temáticas de la convivencia, el conflicto, estudios étnicos y las nuevas definiciones de la democracia. Estos temas reflejan una notable sensibilidad a los procesos recientes de cambio cultural en Colombia

5. Con respecto a los aspectos metodológicos con los cuales se llevó a cabo este ejercicio de medición se busca, a partir de los elementos que se acaban de describir, proponer un sistema de medición que relacione el desarrollo de proyectos de investigación y su contribución a la comprensión de fenómenos culturales. Comprensión que se da en términos de diagnosticar, entender y acompañar los cambios culturales que ha vivido el país en una perspectiva de tiempo bastante reciente.

6. Las gráficas, cuadros y cifras mostradas y descritas en los numerales respectivos contribuyen a dar claridad y respaldar afirmaciones en relación con el proceso de acompañamiento proporcionado por el conjunto de proyectos patrocinados por Colciencias. Proyectos en el campo de las Ciencias Sociales analizados en función de las grandes transformaciones culturales vividas por la sociedad colombiana en la última década. Sin embargo, el ejercicio requiere ser refinado y complementado. Lo anteriormente expuesto se hace con base en una exhaustiva revisión de los proyectos de investigación desarrollados, es decir una evaluación a partir de los “Contenidos” de los proyectos de investigación.

7. En forma complementaria es necesario examinar detenidamente los grupos y los investigadores que abordan los temas relacionados con cultura, es decir hacer un análisis del proceso de elaboración de las investigaciones o sea la “forma” de la actividad investigativa. Examen no sólo en términos de su producción científica en esta área sino también en cuanto a su relación con los demás investigadores y la continuidad o estabilidad de sus programas de investigación, es decir la construcción y permanencia de redes de investigación en estos temas.

8. Finalmente y con el objetivo que el ejercicio sea integral sería importante explorar las causas que explican los actuales resultados. En ese sentido, es necesario responder preguntas en cuanto al por qué unos temas adquieren más relevancia que otros y si la financiación que coordina Colciencias tiene que ver en este aspecto.



9. En síntesis, lo que se muestra es un ejercicio de carácter metodológico que debe ser ensayado y complementado, con el objeto de contribuir al desarrollo de herramientas que permitan sustentar de manera más contundente y menos especulativa ejercicios de evaluación en temas en los cuales tradicionalmente no se utilizan en forma generalizada este tipo de instrumentos de cuantificación.

## **Anexo No 1**

### **Esquema de transformaciones culturales en Colombia**

#### 1. Identidad

##### 1.1 Multiculturalidad

1.1.1 Grupos étnicos colombianos: tradiciones y transformaciones

1.1.2 Vigencia y reconfiguración en las comunidades tradicionales

##### 1.2 Género y Sexualidad

1.2.1 Nuevo rol social de la mujer

1.2.2 Control Natal

1.2.3 Cambios en el núcleo familiar

1.2.4 Género y Poder

1.2.5 Comportamientos construidos como masculinos y femeninos

##### 1.3 Identidad Nacional y Local

1.3.1 Desubicación de lo nacional y reubicación de lo local

1.3.2 Cambio generacional

##### 1.4 Nueva Ciudadanía

1.4.1 Nuevos servicios públicos de información y comunicación

##### 1.5 Espacio cultural Latinoamericano

#### 2. Comportamiento social

##### 2.1 Cotidianidad

2.1.1 De las costumbres a los estilos de vida

2.1.2 Valores y gustos estéticos

##### 2.2 Religión

2.2.1 La multiplicación de las iglesias

2.2.2 Cambios en los espacios de influencia de la religión

##### 2.3 Movimientos sociales

2.3.1 Intersección local, regional y nacional

2.3.2 Nueva definición de democracia y ciudadanía: diversidad y pluralidad de demandas y derechos al Estado

2.3.3 Percepción local del Estado

2.4 La Violencia

2.4.1 Convivencia

2.4.2 Convivencia y conflicto

2.3.3 Derechos Humanos

2.4.4 Guerrilla y Paramilitarismo

2.4.5 Narcotráfico

3. Evolución Social y Económica

3.1 Educación: cambios cualitativos y cuantitativos

3.1.1 En programas y metodologías

3.1.2 Oferta y demanda de servicios educativos

3.2 Constitución de 1991

3.2.1 Poder Judicial

3.2.1.1 Acción de Tutela

3.3 Urbanización

3.3.1 Modernización con exclusión – Violencia física y simbólica en espacios urbanos

3.3.2 Antropología Urbana

3.3.3 Cambios demográficos – Migraciones

3.3.4 Nuevas comunas urbanas

3.4 Industrialización

3.4.1 Transformación tecnológica

3.4.2 Tecnificación: Importación sin apropiación

3.4.3 Nuevos imaginarios Laborales

3.5 Globalización

3.5.1 Globalizados avatares de las comunidades nacionales

3.5.2 Políticas de nación en tiempos de globalización

3.6 El nuevo rol de los medios

3.6.1 Imágenes del miedo

3.6.2 El lugar de los medios en la cultura

3.6.3 El lugar de la cultura en los medios

4 Cambios culturales no contemplados por los expertos entrevistados

## **Anexo No 2**

### **NUESTROS MALESTARES EN LA MODERNIDAD NACION Y CAMBIO CULTURAL EN COLOMBIA JESUS MARTIN –BARBERO**

#### **PRIMERA PARTE**

#### **PENSAR NUESTRA MODERNIDAD**

##### **I. Espacios del debate: figuras y razones del malestar**

###### **1. Los malestares del alumbramiento**

Opacidades latinoamericanas de lo nacional.

Nación imaginada y exclusión constituyente

###### **2. Perversiones dualistas del malestar.**

**17**

Las razones del dualismo.

Crítica de la razón dualista en las ciencias sociales.

###### **3. Los malestares del descentramiento.**

**34**

La impostergable necesidad de pensar crisis adentro.

Desmoralización intelectual y derrotismo político.

###### **4. Desencuentros y reencuentros con la modernidad**

**49**

Dos figuras colombianas de la modernidad-proceso latinoamericano.

La investigación social y el pensamiento filosófico encaran la modernidad colombiana.

## **II. Tiempos de lo social: mutaciones en la percepción de lo nacional.**

### **1. El país se descubre más ancho y ajeno 72**

Una cultura configurada por el aislamiento.

Masa y nación

### **2. La secularización se hace visible: nueva presencia de la mujer y emergencia de movimientos sociales.**

### **3. El país que se volvió urbano sin dejar de ser campesino**

De las plazas de mercado a los centros comerciales

De la agresión urbana a la comunicación ciudadana.

### **4. Las mediaciones del miedo: imágenes e imaginarios de la violencia.**

Miedos milenarios, violencias modernas

Laberintos urbanos del miedo

La violencia de las imágenes.

## **SEGUNDA PARTE**

### **DESCIFRAR LA CONTEMPORANEIDAD**

#### **I. Los escenarios del cambio cultural.**

##### **1. Procesos de cambio**

- Urbanización: modernización con exclusión
- Tecnificación importando sin apropiación

- Internacionalización: ganancias y paradojas.

**2. Transformaciones en los mundos de vida**

- De las costumbres a los estilos de vida
- Sexos, género y sensualidades varias
- Nuevos imaginarios laborales
- Estallido de los valores y gustos estéticos.

**3. La Percepción del cambio en los medios**

- El lugar de los medios en la cultura
- El lugar de la cultura en los medios
- Las culturas del periodismo colombiano.-

**4. Los diversos modos de leer el cambio**

**II. Esbozos de un nuevo mapa**

**1. Identidad: desubicaciones de lo nacional y reubicaciones de la comunidad local.**

- Nuevas comunas urbanas
- Globalizados avatares de las comunidades nacionales
- Vigencia y reconfiguraciones en las comunidades tradicionales.

**2. Política: desfiguraciones y nuevas figuras de lo público.**

- Desfiguraciones y reconfiguraciones
- Ensanchamientos de la política: nuevos sujetos y ciudadanías
- Reconfiguraciones comunicativas de lo público.

**3. Ecuación: desafíos culturales de la comunicación**

- Los desencuentros de la escuela con el país
- Las culturas que la escuela deja fuera

- Los jóvenes no caben en el sistema educativo
- Nuevos lenguajes para nuevas ciudadanía

**4. Televisión: perversiones del imaginario y mediaciones de la visibilidad.**

- La televisión desde la crítica y la investigación
- Premodernización política y modernidad novelesca.

**5. Políticas culturales: agenda para un debate nacional**

- El debate latinoamericano sobre cultura y política
- De políticas de gobierno a políticas de Estado
- Políticas de nación en tiempos de globalización
- Políticas para un *espacio cultural* latinoamericano.

### **Anexo No 3.**

#### **Proyectos y patrones: determinando impactos en ámbitos Ensayo en torno al impacto en la Cultura<sup>5</sup>**

##### **1. Definición del problema.**

Como parte del análisis de información de proyectos financiados por Colciencias, se planteó la necesidad de cuantificar y cualificar aquellos proyectos con impactos en ámbitos que no correspondían directamente con la división en los Programas de Ciencia y Tecnología. En el caso del impacto de la cultura, este hecho era particularmente relevante. De la observación y relación en las temáticas del programa, se identificaba una relación más cercana al ámbito de la cultura en los proyectos del programa de Ciencias Sociales. Sin embargo, no podía afirmarse que todos los proyectos financiados por el programa de Ciencias Sociales tendrían impacto en cultura, y mucho menos, que los proyectos financiados por otros programas no tendrían impacto en cultura.

Sin embargo, la determinación de la importancia de un proyecto en determinado ámbito es subjetivo, y depende de aquello que el investigador considere como relevante en el tema específico, a partir del estudio de los textos disponibles sobre el proyecto. La lectura de los proyectos por dos investigadores distintos, posiblemente, proporcionaría un resultado diferente sobre la clasificación de relevancia en los proyectos. A partir de esta consideración, se planteó la necesidad de desarrollar un método que permitiera determinar los proyectos que pueden tener importancia o pertenecer a un ámbito sin incluir un grado tan fuerte de dependencia de la persona que los clasifica. Una restricción adicional del problema consiste en el considerable volumen de información, dado el alto volumen de proyectos que se necesitaba clasificar. Dado el problema y la restricción, se sugirió utilizar un método de clasificación automática de los proyectos, utilizando herramientas computacionales disponibles.

---

<sup>5</sup> Elaborado por María Velasco.

Ajustes: Jaime Ruiz Gutiérrez



Experiencias pasadas ([1]) indicaban que la clasificación de texto en temas era posible con un cierto grado de confiabilidad, cuando se utilizaba el lenguaje y las palabras de los textos como insumo en la identificación de patrones([2][3][4][5][6]). En estas experiencias se suponía que la aparición de un conjunto de palabras en un texto implicaba la aparición de un concepto, relacionado con una temática particular. También, y en forma complementaria es posible determinar las palabras a buscar, a partir de textos conocidos, en los que apareciera el concepto objeto de la búsqueda.

Así, el problema de la relevancia en el ámbito de la cultura en los proyectos financiados por Colciencias se convirtió en un problema de ingeniería, que implicaría la utilización de redes neuronales para clasificar patrones.

## **2. Aprendizaje y redes neuronales**

Las redes neuronales son algoritmos computacionales que de una u otra forma, simulan el aprendizaje humano. Esta disciplina se asocia con varias ingenierías, ciencias cognitivas, inteligencia artificial, y tiene aplicaciones en prácticamente cualquier disciplina imaginable. La investigación en estos temas es aún actual, y la literatura sobre el tema, en constante evolución. Sin embargo, algunos algoritmos han sido probados en muchos contextos y se consideran procedimientos estándar para algunos tipos de problemas de clasificación.

En este caso particular, se utilizó un algoritmo de aprendizaje competitivo [8] (llamado en ocasiones de “Perros y conejos” [7]). Para un entrenamiento de redes neuronales, se requiere proporcionar al algoritmo información de cada elemento a clasificar en forma de vectores numéricos de dimensión  $n \times 1$ . Lo que representan los vectores es diferente en cada problema de clasificación específico, y constituye uno de los problemas fundamentales en redes neuronales. Pero, dejando de lado este problema por un momento, y centrándonos en los vectores numéricos, puede verse que estos representan la descripción de una serie de puntos en el espacio  $n$ -dimensional. El que los vectores de entrada de dos puntos sean similares (posicionen el punto a corta distancia en el espacio  $n$ -dimensional) indica que los

puntos “se parecen”, mientras que la diferencia entre los vectores (una separación considerable entre los puntos en el espacio) indica que los puntos “son distintos”. Clasificar los puntos en grupos implica separar nubes de puntos en el espacio, indicando la pertenencia de cada punto a un grupo o nube de puntos determinado. No es necesario conocer a priori cuantas nubes aparecerán, pues la “observación” del espacio  $n$ -dimensional permite determinarlas.

En el aprendizaje competitivo, se indica un número de nubes tentativo  $N$ . El algoritmo genera entonces  $N$  vectores con valores aleatorios, colocando estos puntos en el espacio, junto con los puntos que se quieren clasificar. Luego, con un algoritmo iterativo desplazan los  $N$  puntos en el espacio hasta lograr que se encuentren en una posición que represente el *centroide* o centro de masa de una nube de puntos. El aprendizaje competitivo es un algoritmo de optimización, que en cada iteración, revisa cada punto a clasificar. Para cada punto, determina cual *centroide* está más cerca, este *centroide* gana sobre los otros (el punto a clasificar pertenece a la nube que este *centroide* representa). Para optimizar las distancias, el *centroide* se acerca entonces al punto que acaba de ganar. Pero, para estabilizar el *centroide* (que no salte en cada iteración y finalmente tenga una posición en el centro de la nube de puntos), este tiene memoria de cuantos puntos ya ha ganado, y a medida que gana más puntos, empieza a moverse menos. Puede suceder que algunos *centroides* no ganen puntos, si esto sucede, se sabe que en el espacio existe al menos una nube menos de la que se supuso al iniciar las iteraciones. No puede suceder que algún punto se quede sin *centroide*, pues el punto se incluye en aquella nube que esté más cerca (aunque en realidad esté lejos de ella). Sin embargo, puede saberse si un punto está muy alejado de todas las nubes, pues al correr el algoritmo varias veces, este punto estará clasificado en distintos grupos. Las nubes definidas, generalmente se clasificarán en el mismo grupo.

Una analogía con perros y conejos permite describir este algoritmo fácilmente: los perros representan los centros de las nubes de puntos, los conejos, los elementos a clasificar. Los

perros en el espacio persiguen a los conejos, tratando de atraparlos. Cuando un conejo aparece (en cada iteración se revisa cada conejo), el perro que está mas cerca corre a tomarlo y no permite que los otros se acerquen (el *centroide* gana el punto). Pero, a medida que el perro corre, se cansa, y corre con menos velocidad (tiene memoria de cuantos puntos ha ganado). Así, después de un determinado numero de iteraciones, el perro está cansado, no se mueve. Su posición es estable y sabe cuantos y cuales conejos le corresponden. Cada perro representa entonces un grupo, y todos los conejos están clasificados.

El algoritmo de aprendizaje competitivo se utiliza cuando por la definición del problema, no se conocen los grupos, ni se tiene una base de datos con elementos clasificados de la cual aprender a identificar patrones. En este caso particular se ajusta adecuadamente, pues es necesario clasificar proyectos de Colciencias, a partir de los mismo proyectos de Colciencias, sin más información que la que está contenida en la base de datos.

### **3. De proyectos a vectores**

Para poder utilizar el algoritmo de aprendizaje competitivo, era necesario transformar registros de las bases de datos de proyectos de Colciencias en vectores numéricos. En este punto, dada la experiencia previa con el *coeficiente de rareza* con palabras en clasificación de textos ([1],[5],[3]), se asumió que las palabras representaban la unidad de información mínima en los textos de los proyectos y su aparición junto con otro grupo de palabras, es un indicio de conceptos en los textos (patrones identificables).

El coeficiente de rareza implica que dado un conjunto de palabras que pertenecen a textos, puede determinarse cuales de ellas son relevantes para determinar la separación entre una clase y otra. Si se quiere separar textos de las clases A y B, se debe buscar las palabras que son muy frecuentes en textos de A pero no son frecuentes en textos de B o muy frecuentes en B pero no en A. Sin embargo, si se tiene palabras que son frecuentes en A y B, o no son

frecuentes ni en A ni en B, estas no son importantes, pues no ayudan a “separar” un grupo de otro.

En la definición del problema propuesto, se construyó un conjunto de palabras clave que por sus características (frecuencias de apariciones) permitían separar proyectos que por su contenido podrían tener impacto en cultura de proyectos que no tuvieran temáticas relacionadas con cultura. Para cada registro de la base de datos, se realizó un conteo de la aparición de estas palabras clave, y estos conteos, corresponden a los vectores de entrada a la red neuronal.

“Aquellos proyectos que tengan relevancia en el ámbito de la cultura tendrán un lenguaje común con textos que claramente se identifican con temas de cultura e impacto en cultura.” El diccionario de palabras claves se construyó con este supuesto. En el proceso, inicialmente se seleccionaron 3 textos: La Ley General de Cultura (397/97), el documento CONPES 3080 (Política Nacional de Ciencia y Tecnología 2000-2002) y el documento CONPES 2739 (Política Nacional de Ciencia y Tecnología 1994-1998). Los tres textos contienen conceptos sobre los impactos en cultura, y dado el supuesto de que el conjunto de palabras representa conceptos, se determinó que abstraer de ellos las palabras relevantes a la clasificación, permitiría clasificar adecuadamente los proyectos en aquellos con impacto o sin impacto en cultura.

En la construcción del diccionario, el primer proceso consistió en realizar conteos de todas las palabras que aparecían en los textos. Puesto que no se tenía una segunda clase en la cual determinar palabras no relevantes para clasificación (definir textos que no tienen relevancia en cultura era particularmente difícil, por el amplio espectro posible), dada la experiencia previa en estos algoritmos se determinó eliminar como no relevantes palabras del castellano, que se esperaban aparecieran en todos los textos (artículos, preposiciones, pronombres, etc.). Adicionalmente, se incluyeron equivalencias entre palabras utilizando sus raíces o equivalencias. Por ejemplo, la aparición de la palabra cultura, indica el mismo

concepto que si se incluye culturas, culturalmente, o cultural. Tras identificar las equivalencias en el diccionario, se procedió a determinar un conjunto de palabras claves. En este caso, se seleccionaron las 30 palabras con mas frecuencia en los tres textos (una vez eliminadas las palabras no relevantes y considerando las equivalencias), y se declararon las palabras claves.

En este caso particular, el diccionario de palabras claves está conformado por las siguiente palabras: desarrollo, investigación, cultura (y sus equivalentes culturas, cultural, culturales, culturalmente), ciencia, programa (y su equivalente programas), innovación, centros, recursos, país, sistema, información, conocimiento, proyectos, política (y su equivalente políticas), consejo, formación, capacidad, ley, fortalecimiento, ministerio, social, entidades, empresas, productivo, inversión, apoyo, regionales, consejos, medio.

Los registros de la base de datos a clasificar se convirtieron en vectores, realizando un conteo de las repeticiones de las palabras claves. Para las pruebas, se construyeron 4 bases de datos, conformadas así:

- **BD Ciencias Sociales** – 93 con proyectos financiados sólo por el programa de Ciencias Sociales.
- **BD C. Sociales-Biotecnología** – 195 registros incluyendo los 93 de la BD Ciencias Sociales y 102 proyectos financiados por el programa de Biotecnología.
- **BD BID** – 339 registros con información de proyectos financiados por diferentes programas (con apoyo del BID), distribuidos así: Agropecuarias 21, Básicas 32, Biotecnología 24, Desarrollo Tecnológico 6, Educación 45, Electrónica 12, Energía 7, Salud 55, Ciencias Sociales 88, Mar 27, Medio Ambiente 22.
- **BD Maestra** – 294 registros con información de proyectos financiados por diferentes programas, distribuidos así: Ciencias Sociales y Humanas 85, Educación 130, Biotecnología 78, Medio ambiente 1.

En todos los casos se utilizaron Bases de Datos proporcionadas directamente por Colciencias, y que habían sido procesadas o compiladas por el equipo de trabajo de este proyecto. Se utilizaron solo registros de proyectos en que se tenían objetivos, alcances y otros textos propios de la ficha técnica, y se eliminaron los registros de proyectos en que sólo aparecía el título y la institución (no existían textos de descripción del proyecto). Se eliminaron los campos con instituciones, fechas, o montos de financiación, en los que no se esperaba encontrar palabras claves revelantes para la clasificación.

Para cada base de datos, y para cada registro contenido en ellas, se realizaron conteos de las apariciones de las palabras clave. Para evitar un aprendizaje erróneo de la red neuronal, se normalizaron los vectores (el número del conteo de cada palabra es remplazado por el número del conteo dividido el número total de repeticiones de la palabra en todos los registros) y se eliminan de los vectores las palabras que no aparecen en ningún registro de la base de datos que se está procesando (en general, esto implica la eliminación de 3 o 4 palabras claves específicas en cada base de datos).

#### **4. Cuantos perros para estos conejos**

El siguiente paso en la clasificación fue determinar la arquitectura de la red, es decir, determinar el número de perros y qué tan rápido deben cansarse al perseguir conejos (número de *centroides* y el valor de los coeficientes de conciencia). En el caso de la BD-Sociales, se realizaron 5 pruebas de clasificación con 5, 10, 15, 8 y 7 neuronas. En estos casos, se quería ver el número de perros que al finalizar el entrenamiento, no lograban alcanzar ningún conejo (*centroides* sin puntos). De estas pruebas, se concluyó que la red, con 8 perros, y un coeficiente de conciencia de 0.0001 permitía una sana competencia entre los grupos: no quedaban perros fuera, pero no forzar un agrupamiento no “natural” de los conejos. Se realizaron pruebas equivalentes de arquitectura en las tres bases de datos restantes.

La siguiente validación fue determinar si los grupos encontrados eran estables. Nuevamente, en el caso de la BD-Sociales, se realizaron 10 pruebas de clasificación, y se identificaron grupos de en promedio 5-6 proyectos que se presentan juntos en más del 80% de las pruebas, lo que se interpreta como nubes identificables de puntos, los grupos que se buscan. También se identificó que algunos proyectos quedaban clasificados en distintos grupos en cada clasificación, no podía establecerse la pertenencia a un grupo determinado. Estos grupos, se interpretan como puntos muy alejados de los centros, y que por lo tanto, no comparten las características comunes de los puntos en las nubes. Se realizaron también pruebas de estabilidad en grupos con 5 corridas en las bases de datos restantes, con resultados satisfactorios en términos de estabilidad.

Una vez se había determinado la arquitectura de la red y verificado su capacidad de lograr una clasificación estable, se realizaron clasificaciones utilizando las bases de datos preparadas.

## **5. La clasificación realizada por la red y su interpretación**

La primera prueba, se realizó con la Base de Datos de Ciencias Sociales. Esta base de datos había sido procesada por los investigadores trabajando en el ámbito de cultura: se habían marcado los 93 registros de la base de datos según su relevancia en impacto a la cultura. Las clasificaciones posibles eran: Muy relevante, No tan relevante, Puede ser relevante y No es relevante. Adicionalmente, los proyectos se encontraban clasificados según su área temática (definida por el programa de Colciencias). Las clasificaciones posibles eran: Desarrollo regional y dinámica social, Estudios sectoriales y teoría económica, Estudios sociales de la ciencia, Identidades culturales, Sistema político y relaciones de poder.

Las pruebas preliminares con las redes neuronales indicaban la aparición de 8 nubes en esta base de datos. Para comparar la clasificación automática con la clasificación realizada por los investigadores, se tomó una de las pruebas de clasificación al azar, y se comparó con

las dos clasificaciones disponibles. Los resultados indican que la relación entre las clasificaciones automática y la subjetiva no es fuerte.

**Tabla 1. Total de proyectos según su clasificación (BD-Sociales). Comparación entre las clasificaciones automática (redes neuronales) y subjetiva (relevancia en cultura y área temática).**

<b>Clasificación / Grupo de puntos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>Total</b>
Muy relevante	5	2	2		3	2	1	2	<b>17</b>
No tan relevante	1	2				3		3	<b>9</b>
Puede ser relevante	1	1	2	3	1	3	1	5	<b>17</b>
No relevante	5	8	4	12	8	2	8	3	<b>50</b>
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>93</b>

<b>Clasificación / Grupo (perros)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>Total</b>
Desarrollo regional y dinámica social	2	1				1		2	<b>6</b>
Estudios sectoriales y teoría económica	2	4			1	4	2	7	<b>20</b>
Estudios sociales de la ciencia	4		3		1	1	1		<b>10</b>
Identidades culturales	1	6	5	11	10	2	2		<b>37</b>
Sistema político y relaciones de poder	3	2		4		2	5	4	<b>20</b>
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>93</b>

En la clasificación por relevancia, puede notarse que, aunque en las nubes 2, 3, 4, 5 y 7 la predominancia de proyectos no relevantes es alta, las nubes 1, 6 y 8 tienen un porcentaje igual de proyectos clasificados como Muy relevantes y No relevantes. Es decir, la clasificación automática no identifica los conceptos que separan los proyectos relevantes de los no relevantes. La situación es muy parecida al comparar las clasificaciones automática y



de área temática. Algunas de las nubes se especializan en una temática (ej. 4 y 5 en Identidades culturales), pero otras (ej. 1 y 6) no separan una temática de otras.

El resultado no es sorprendente, considerando que las clasificaciones son muy específicas y no se realizan buscando conceptos particulares o temáticas puntuales previamente establecidas. La relevancia en cultura que identifica un investigador es mucho más amplia que la que puede identificarse a partir de la localización de un concepto particular. Adicionalmente, los textos utilizados para crear el diccionario tratan el tema de cultura de una forma general, no en temas particulares o puntuales. Por ello, las palabras claves permiten reconocer el lenguaje de temas de cultura de forma general, pero no temas puntuales de cultura.

Esta interpretación fue confirmada con las pruebas en la segunda base de datos, en que se combinaban registros de proyectos de los programas de Ciencias Sociales y Biotecnología. En esta base, se identificaban 4 nubes principales (al hacer los puntos más distantes entre sí, la red pierde resolución, es decir, identifica nubes con menos detalle). En todas las clasificaciones de pruebas, la clasificación automática coincidía en gran medida con la clasificación por programa. En 10 pruebas pudo verificarse que dos de las nubes se inclinan sobre ciencias sociales, y dos sobre biotecnología. La composición de proyectos que pertenecen a cada grupo por nube está claramente definida (composición más frecuente es 80%-20%) y permite identificar a que programa pertenece la nube. Pueden identificarse proyectos de Ciencias Sociales, cuyo lenguaje es más cercano a la cultura, de los proyectos de Biotecnología. Lo más interesante de este resultado es el análisis de los proyectos que están “mal clasificados”; en particular, aquellos proyectos del programa de Biotecnología que aparecen en las nubes con proyectos de Ciencias Sociales.

**Tabla 2. Total de proyectos según su clasificación (BD C. Sociales-Biotec). Comparación entre las clasificaciones automática (redes neuronales) y por programa.**

<b>Programa / Grupo de puntos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Total</b>
C. Sociales	37	10	14	32	<b>93</b>
Biotecnología	6	36	58	2	<b>102</b>
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>46</b>	<b>72</b>	<b>34</b>	<b>195</b>

Los resultados en las bases de datos con mayor diversidad en los proyectos, BD-Maestra y BD-BID, son similares. Los proyectos de Ciencias Sociales se dividen en dos nubes, que incluyen proyectos de otros programas. También aparecen nubes adicionales compuestas principalmente de proyectos de programas diferentes a Ciencias Sociales.

**Tabla 3. Total de proyectos según su clasificación (BD Maestra). Comparación entre las clasificaciones automática (redes neuronales) y por programa.**

<b>Programa / Grupo de puntos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Total</b>
C. Sociales	29	15	28	13	<b>85</b>
Educación	43	19	58	10	<b>130</b>
Biotecnología	1	63	10	4	<b>78</b>
Medio Ambiente	0	0	0	1	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>97</b>	<b>96</b>	<b>28</b>	<b>294</b>

**Tabla 4. Total de proyectos según su clasificación (BD BID). Comparación entre las clasificaciones automática (redes neuronales) y por programa.**

<b>Programa / Grupo de puntos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Total</b>
Agropecuarias	5	9	3	4	<b>21</b>
C. Básicas	3	3	19	7	<b>32</b>
Biotecnología	2	0	6	16	<b>24</b>
Desarrollo empresarial	0	2	2	2	<b>6</b>
Educación	2	8	14	21	<b>45</b>
Electrónica	3	6	3	0	<b>12</b>
Energía	2	1	2	2	<b>7</b>
Salud	12	6	12	25	<b>55</b>
Sociales	4	14	35	35	<b>88</b>
Mar	7	3	9	8	<b>27</b>
Medio Ambiente	6	3	4	9	<b>22</b>
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>55</b>	<b>109</b>	<b>129</b>	<b>339</b>

Revisando los resultados en relación con los cuatro grupos o nubes de puntos en que asigna los proyectos de cultura no se encuentran patrones específicos y diferenciados en términos de conceptos que justifiquen estas agrupaciones. Esto en alguna manera refleja la complejidad del ámbito de la cultura en el cual el conocimiento global y el carácter holístico de los problemas que trata impide asignar en forma automática los proyectos de investigación a categorías temáticas claramente diferenciadas.

Con los resultados particulares obtenidos, puede afirmarse que la clasificación automática de textos, utilizando la metodología planteada aquí, es útil en la identificación de información relevante a un tema particular observado. La clasificación presenta grupos de proyectos similares, y proporciona a los investigadores, subgrupos de análisis (no se pretende que la clasificación automática de textos se realice sin ir acompañada de un análisis sobre los grupos de proyectos clasificados).

Una última complejidad que explica estos resultados consiste en diferenciar la elaboración de una clasificación de la construcción de un discurso, a partir de los datos proporcionados por una Base de Datos, en este caso las correspondientes a Ciencias Sociales de Colciencias.

Puesto que la metodología es independiente del tema (la construcción de los diccionarios también se hace utilizando algoritmos automáticos), el desarrollo puede utilizarse en cualquier otra temática, y en general, con cualquier tipo de textos. Este algoritmo es un instrumento estadístico de clasificación relacionado con la distribución Chi-cuadrado. En una perspectiva administrativa puede convertirse en un instrumento para la construcción de indicadores de comparación, útiles como elementos de gestión. .

Como una sugerencia de trabajo posterior, se considera interesante replicar el ejercicio con textos de mayor longitud para el análisis. La clasificación utilizando por ejemplo, los textos de informes finales (en vez de las fichas técnicas, como se realizó en este ejercicio), permitiría realizar clasificaciones mucho más finas entre los proyectos: determinar por ejemplo, impactos particulares en proyectos de un mismo subgrupo. Así mismo, de contar con textos largos, clasificados previamente en las temáticas de análisis, podrían utilizarse algoritmos de aprendizaje de redes (ej. Back propagation) que no solo permitieran identificar subgrupos, sino identificar las temáticas que contienen sin requerir un análisis posterior de los grupos.

## REFERENCIAS

- [1] Algoritmo de clasificación automática de textos. M. Velasco. Informe final de proyecto financiado por [www.conelprofe.com](http://www.conelprofe.com), no publicado. Bogotá, Colombia. Marzo 2002.
- [2] Three term weighting and classification algorithms in text automatic classification; Qian Diao, Shanghai Jiaotong Univ., China; High Performance Computing in the Asia-Pacific Region, 2000. Proceedings. The Fourth International Conference/Exhibition on; On page(s): 629 - 630 vol.2; 14-17 May 2000.
- [3] Text classification using the /spl sigma/-FLNMAP neural network; Petridis, V.; Kaburlasos, V.G.; Fragkou, P.; Kehagias, A., ; Dept. of Electr. & Comput. Eng., Aristotelian Univ. of Thessaloniki, Greece; Neural Networks, 2001. Proceedings. IJCNN '01. International Joint Conference on; On page(s): 1362 - 1367 vol.2; 15-19 July 2001.
- [4] Automatic labeling of self-organizing maps for information retrieval; Merkl, D.; Rauber, A.; Editor(s): Gedeon, T., Wong, P., Halgamuge, S., Kasabov, N., Nauck, D., Fukushima, K.; Inst. fur Softwaretech., Tech. Univ. Wien, Austria; Neural Information Processing, 1999; Proceedings. ICONIP '99. 6th International Conference on; on page(s): 37 - 42 vol.1
- [5] Text classification and minimal-bias training vectors; Ahmad, K.; Bale, T.A.; Burford, D.; Surrey Univ., Guildford, UK; Neural Networks, 1999. IJCNN '99.; International Joint Conference on; On page(s): 2816 - 2819 vol.4; 10-16 July 1999
- [6] Information fusion experiments for text classification; Dasigi, V.; Dept. of Comput. Sci., Southern Polytech. State Univ., Marietta, GA, USA; Information Technology Conference, 1998. IEEE; On page(s): 23 - 26; 1-3 Sept. 1998
- [7] Pattern recognition using Neural Networks, Carl. G. Looney, Oxford University Press, 1997.

[8] Neural Network Toolbox For Use with MATLAB®, User's Guide Version 4,  
Howard Demuth, Mark Beale. MathWorks Inc., 2001.

**Parte V**

**EVALUACIONES COMPLEMENTARIAS DE  
LOS IMPACTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

**Parte V**

**EVALUACIONES COMPLEMENTARIAS DE  
LOS IMPACTOS DE LA INVESTIGACIÓN**



---

## Parte V

### Capítulo 2

---

#### UNA LECTURA ENCAMINADA A LA IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS DE LAS ACTAS

Adriana Silva\*

**Resumen:** Se presenta una propuesta metodológica para la descripción e interpretación de los discursos registrados en las actas a partir de su segmentación en unidades de análisis y la organización de la información contenida en éstas; esto con el fin de evaluar las políticas de investigación adoptadas por los Consejos nacionales de programa de ciencia y tecnología.

**Palabras Clave:** acta, acción, Teoría de la acción, políticas de investigación.

Aequatio dicta factis

La necesidad de analizar las actas de los programas nacionales de ciencia y tecnología, fuentes primarias de información, surge por el interés de describir la política de investigación implementada por los Consejos de los programas nacionales de Ciencia y Tecnología en el marco del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. El objetivo fundamental del análisis consiste en evaluar las políticas de investigación adoptadas por los Consejos de programa en la década de los noventa, construyendo una propuesta metodológica para la descripción e interpretación de los discursos registrados en las actas.

El decreto 585 de 1991 concibe el Programa<sup>1</sup> como las relaciones que se construyen entre dos tipos de actores, coordinadores y coordinados. Los primeros corresponden a los Consejos nacional y de programa, que se encargan de orientar y definir políticas, conseguir y distribuir recursos. Los últimos responden a las señales emitidas por los primeros, reorientando sus actividades en correspondencia a las políticas. Para los propósitos de este estudio, se entenderán las relaciones entre los dos tipos de actores como actos de habla<sup>2</sup> -apelando a la Teoría de la acción- es decir como dispositivos de coordinación de una acción, entendiendo ésta como una sucesión de eventos que producen un cambio en el tiempo<sup>3</sup>. Esta elección teórica permite

---

\*Estudiante de lingüística. Universidad Nacional de Colombia. Joven investigadora OCyT. Contacto: asilva@ocyt.org.co

1 "...cada uno de estos programas se ha concebido como un ámbito de preocupaciones científicas y tecnológicas estructurado por objetivos, metas y tareas fundamentales que se materializan en proyectos y otras actividades complementarias, que realizan entidades públicas y privadas, organizaciones comunitarias o personas naturales. Los programas nacionales son orientados por un Consejo de programa integrado por investigadores, miembros del sector privado y funcionarios del Estado. Los Consejos definen políticas, planean, consiguen y distribuyen recursos". Vinck (1995)

2 Hablar es ejecutar actos de habla. Según Austin (1962) y Searle (1980), los actos de habla tienen cuatro categorías: locutivos, acto ejecutado al emitir un sonido; ilocutivos, acto ejecutado al enunciar algo; perlocutivos, acto ejecutado por enunciar algo, produce un efecto en el oyente.

3 Para una descripción detallada de la Teoría de la acción véase Van Dijk (1998).

---

**PARTE V**  
**EVALUACIONES COMPLEMENTARIAS DE**  
**LOS IMPACTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

**Capítulo 1**

**Coordinación de Entornos Regionales y Procesos de Conocimiento**

*Bernardo Herrera H.,  
Abelardo Duarte Rey,  
Federico Virviescas<sup>1</sup>*

**Presentación**

El marco general dentro del cual se inscribe el presente proyecto es la evaluación del impacto social de la ciencia y la tecnología. Para nuestro caso, corresponde en este documento realizar un balance de la investigación en Colombia en una perspectiva que hemos denominado de coordinación de entornos y procesos y desde una mirada a la vez institucional y territorial. De acuerdo con la perspectiva adoptada, los procesos de aprendizaje en red se entrecruzan con los flujos de conocimiento. Estamos hablando de redes de aprendizaje en un sistema funcional global. Algunas de tales redes cuentan con dinámicas de aprendizajes propias, explicadas por ejemplo en el apoyo y financiación de los programas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología; sin embargo, lo que se demuestra en el análisis es que muchas de tales redes si bien cuentan con nodos intermedios en Colombia, en su mayoría, están articuladas y podría decirse que 'dependen' de investigadores localizados en ciudades centrales del contexto mundial.

Tres son los propósitos generales de este ensayo, en primer lugar analizar los cambios de políticas de asignación de recursos de apoyo a la financiación de la CyT, en segundo término, es de interés evidenciar cuales de tales cambios se ven acompañados de mejoramientos en las relaciones entre instituciones del territorio, y por último, a partir de

---

<sup>1</sup> Los autores agradecen el apoyo en recopilación y procesamiento de información de Ana María Villa, Bibiana Gutiérrez y César Orlando González.

algunos casos o ejemplos estudiados a profundidad, derivar recomendaciones metodológicas que permitan medir la CO-INCIDENCIA o incidencia conjunta de financiación, cambio institucional y distribución territorial de recursos.

Se inicia con la delimitación de los alcances del proyecto y con la discusión teórico general centrada en el análisis de redes y sistemas de conocimiento (PUNTO I), de esta discusión se desprende el proceso metodológico aplicado en el aparte central del documento que utiliza dos fuentes de información, las bases de datos sobre proyectos aprobados por Colciencias durante la década 1991-2000 y las bases de publicaciones indexadas en ISI entre 1966 y el 2003 (PUNTO II), al final se concluye con una síntesis de reflexiones metodológicas para futuras evaluaciones que utilicen el enfoque y variables construidas a lo largo del proyecto.

Para una mirada integral y sistémica de la coordinación de entornos y procesos, es importante reconocer que se requiere ahondar en análisis de fuente primaria, esto es, de los proyectos y financiación de la CyT desde las regiones, departamentos y localidades que conforman la diversa estructura territorial del país. En particular, sería conveniente revisar aquellas iniciativas que surgen “desde abajo” de manera endógena, gracias al liderazgo de agentes públicos o de comunidad académica y del empresariado local. Sólo con la revisión a profundidad de este tipo de iniciativas se podrá tener una mirada comprehensiva del proceso de estructuración del SNdeCyT y de la incidencia que éste ha tenido, tanto en jalonar respuestas por parte de la comunidad científica y tecnológica como en la conformación de redes, a nivel local o global.

## **I. Alcances del análisis**

### **1.1 La verificación de cambios y la evidencia de mejoramientos**

Para poder explicar los cambios que se producen en un período determinado el análisis más común es la mirada insumo–proceso–producto, esta mirada sugiere una serie de relaciones de causa y efecto que en nuestro caso es poco aplicable por llevar implícito el supuesto de impactos explicados en una sola dirección. Existe una segunda mirada que consideramos

más apropiada para la verificación **de impactos entendidos esencialmente como cambios**, dicha mirada consiste en revisar la situación final e inferir, hacia atrás, las causas que puedan estar en el origen de tales modificaciones.

Tal verificación puede así, *aguas arriba*, contrastarse frente a objetivos originalmente propuestos y -en caso de existir coincidencias con los derroteros iniciales- inferir posibles explicaciones a dicha CO-INCIDENCIA. Igual, la verificación puede poner en evidencia variaciones, en este caso, la búsqueda no necesariamente es la de explicar procesos coincidentes, sino simplemente, relieves las dinámicas de tales procesos.

Una vez identificada la tendencia y los agentes que se han visto afectados positiva o negativamente por el cambio, es pertinente encontrar los beneficios o las víctimas del proceso. Se trata de poner en evidencia quién se ha visto favorecido y en qué aspecto, y cuál agente puede haberse visto menos beneficiado o incluso perjudicado relativamente frente al conjunto de actores.

Interesa pues hacer visibles los cambios que pueden haber incidido en una mayor habilidad de los componentes o del sistema en su conjunto.

En nuestro caso de estudio, habrá algunos agentes que se especializan en la búsqueda de recursos para ciertos programas del Sistema Nacional de CyT mientras que otros pueden desarrollar mayores competencias en más de uno de tales programas. Se involucra aquí en el análisis un segundo factor explicativo de los cambios de tendencia, en donde, es clave la observación del mapa de relaciones institucionales. Lo anterior, en la medida en que como efecto de la financiación se puede estar dando origen a cambios en los arreglos institucionales del territorio.

Se trata de sentar las bases para identificar las variables que permitan medir las tendencias de complejización de relaciones entre instituciones de un mismo nodo o unidad territorial. La idea es identificar los entornos territoriales que se ven favorecidos por la diversificación

institucional de acceso a recurso, para estudiar, en adelante, los logros en la construcción de arreglos de cooperación. O, lo que es igual, sentar las bases metodológicas para una evaluación de la coordinación de entornos y procesos, desde una mirada a la vez institucional y territorial.

La propuesta consiste en que las variables de análisis para estas dos miradas sean complementarias, una local y otra global. El grueso de la reflexión se referirá a los proyectos financiados por los programas del SNCyT, el análisis se centrará en su distribución territorial e institucional y en la evaluación de los índices de 'especialización' y de 'competencias' que se derivan de dicha distribución; complementariamente, se mirarán las publicaciones internacionales en coautoría ilustradas en dos casos de análisis el de física dentro de las ciencias básicas y el de ciencias sociales.

## **1.2. La CO-INCIDENCIA entre cambios de CyT, redes y sistemas de conocimiento**

Los escasos estudios territoriales del papel de las actividades científicas y tecnológicas en Colombia contrastan con las observaciones hechas por representantes de organismos públicos y actores de la más diversa índole sobre la necesidad de involucrar ésta dimensión territorial cuando se definan incentivos de desarrollo científico en el país. En los planes de desarrollo de entidades oficiales así como en los muy diversos encuentros de investigadores se pone de presente la diversidad regional como variable a ser tomada en cuenta para las actividades de estímulo a la CyT. Este vacío es mayor cuando se trata de estudios de impacto de CyT.

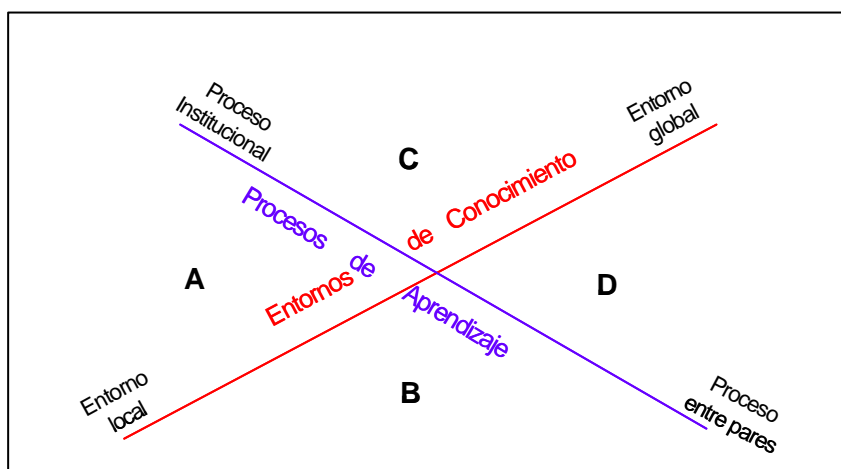
Como se mencionó el impacto de la Ciencia y la Tecnología es multidimensional, cuando se trata de su evaluación social es útil revisar la incidencia común (CO-INCIDENCIA) de varias de estas dimensiones<sup>2</sup>. Desde el punto de vista teórico metodológico en este aparte se

---

<sup>2</sup> Como se repitió varias veces en la primera parte de este informe, no se cuenta en el momento con un marco de indicadores comúnmente aceptado para el análisis social del impacto de la ciencia, ver al respecto ESTÉBANES, M (2002)

hará una revisión de los énfasis que se vienen poniendo en la mirada del impacto social de la ciencia y la tecnología e innovación asociada a la construcción de comunidades de conocimiento y redes de aprendizaje en la dimensión territorial. Gráficamente se parte de los cruces entre dos dinámicas la primera de relaciones entre actores y la segunda referida a la proximidad de tales actores, tal y como se ilustra en el esquema siguiente.

**Ilustración 1**  
**Los procesos y los entornos**



En la primera dinámica del grafico anterior se ilustra la generación de los aprendizajes en red, mediante vínculos contruidos bien sea entre pares o entre organizaciones, unos y otros pueden en ciertos casos ir en la dirección de aprendizajes institucionales. En la segunda se plasman los tipos de entornos en los que se dan las relaciones entre actores, unos locales y otros globales, o lo que es igual, unos asociados a la proximidad territorial y otros a la proximidad funcional. El énfasis se pondrá en las redes de conocimiento que se articulan gracias a la funcionalidad de las relaciones entre actores, tal el caso de redes entre autores de publicaciones en un campo de la ciencia. Sin dejar de lado las condiciones territoriales de tales redes, esto es las ventajas propias del medio o "entorno local" para propiciar relaciones.

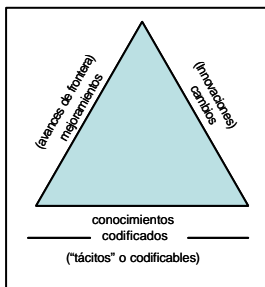
Desde la perspectiva teórica nuestro interés es el de poner a prueba los supuestos que sustentan la reciente aproximación al análisis de las dinámicas territoriales que postulan que

gracias a las condiciones de proximidad geográfica propias de lo local existen procesos de aprendizaje en red. Los supuestos de partida de esta corriente de análisis ponen de presente la dimensión cognitiva como factor explicativo de sinergias territoriales, afirmando que "lo local" está en el origen de los denominados conocimientos tácitos. El cuestionamiento general a los anteriores postulados se apoya en recientes estudios que vienen llamando la atención sobre el hecho que las comunidades científicas locales requieren de cambios permanentes para hacer frente a las restricciones o posibilidades propias de un entorno científico y tecnológico cada vez más globalizado.

### 1.2.1 Los Entornos

Luego de 20 años de haberse introducido la discusión sobre los comportamientos que explican el proceso de aprendizaje, se tiende una sombra de duda respecto de la utilización del concepto de “conocimientos tácitos” hecha por los economistas. Se asume por muchos de estos últimos, equivocadamente a nuestro modo de ver, que, dichos conocimientos tienen una alta cuota de no codificabilidad. Este error lo explica el sesgo atribuido a los evolucionistas Nelson y Winter (1982) cuando hacen referencia a los trabajos originales de Polanyi. “In other words, Nelson and Winter (1982:77) do not insist, any more than did Polanyi, that tacitness implied ‘inarticulability’ even though the inarticulability of some (personal) knowledge logically implied that the latter would remain tacit” (Cowan, K. David P. y Foray D, 2000:220).

En positivo, para que un conocimiento sea codificable se requieren, al menos, dos



condiciones: en primer lugar, que el vehículo mediante el cual se transmite sea reconocido por una comunidad; y, en segundo lugar, que genere cambios o mejoramientos en las relaciones entre sujetos colectivos, es decir, que el conocimiento sea aprovechable por alguien más aparte de quien lo posee. Ambas condiciones pueden cumplirlas diversos tipos de agentes colectivos. Por ejemplo, redes de investigadores cuando comparten sus avances en la frontera del conocimiento a través

de artículos publicados en revistas, o igual, comunidades de microempresarios o artesanos cuando estimulan cambios de hábitos (“skills”) o de normas dentro estándares de producción, gracias a contactos cara a cara, F2F.

Los pioneros del análisis del conocimiento se han dado en llamar ‘sociólogos del conocimiento científico’ (‘SSK’ por las siglas en inglés de: Sociologists of Scientific Knowledge). Quienes así piensan centran su interés en la dimensión cognitiva del trabajo científico apoyándose en el “método científico” y en últimas, en la posición epistemológica de la filosofía de la ciencia. En este campo la corriente que estudia los llamados conocimientos tácitos se deslinda de la anterior mirada. Se da, dentro de esta nueva corriente, mayor peso relativo a la sociología de aquellos conocimientos que no necesariamente se originan en una hipótesis o en una posición codificada.

En nuestra opinión, lo que es significativo es que existe cierto tipo de conocimiento que utiliza canales ajenos a los convencionalmente aceptados: codificados y explícitos. Desde 1974, para autores como Collins lo que debe centrar la atención es el hecho que la transmisión de rutinas o hábitos de conducta “skills” no está dada por medio de palabras escritas. Posteriormente, científicos sociales del conocimiento (SSK) como Callon (1995), llaman la atención sobre un hecho que es complementario a nuestro interés “...the diffusion of knowledge could not be reduced to the mere transmission of information”. En suma lo que interesa no es la información sino el medio que posibilita transmitir el conocimiento.

Lo que debe tenerse presente para el análisis de entornos y procesos, es que, la información juega un papel propio, que no puede confundirse con el conocimiento. Así, no habrá riesgo de atribuirle a una comunidad particular un nivel de conocimiento en función de los códigos de información que ella maneja<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> “As me point out ..., when knowledge is defined in this way, i.e. as an attribute of individual agent, some delicate conceptual issues arise when one tries to be precise in extending the notion by speaking of ‘social knowledge’ as the attribute of some collectivity of agents” (Cowan, K. et al (2000) pág.: 216).



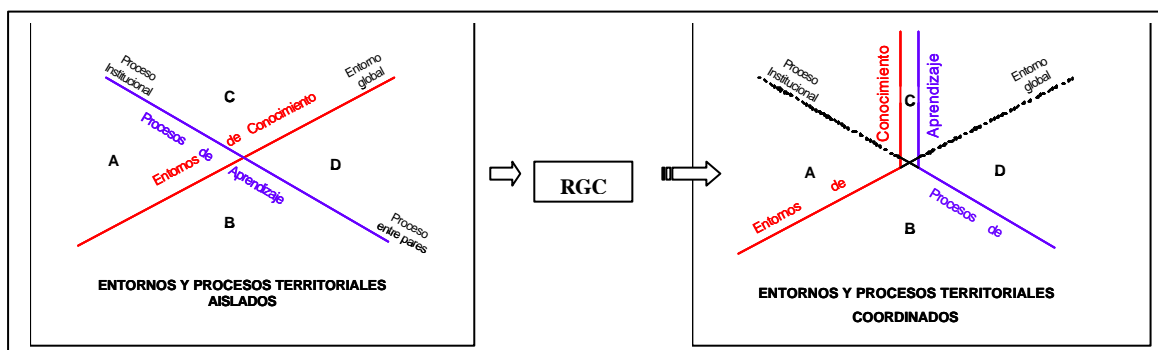
## **A. Las Redes y la Geografía del Conocimiento**

La peligrosa reducción del concepto de “Tacit Knowledge”, hecha por los economistas y ya señalada de antemano, ha desviado la atención de los especialistas en ciencias regionales haciendo que éstos dejen de lado la doble dimensión, tanto codificada como tácita, del conocimiento local. Existe cada vez mayor consenso en la crítica hecha a los economistas en cuanto a los problemas que sus escritos presentan para definir este concepto, en la mayoría de los casos lo describen simplemente en términos opuestos a los conocimientos explícitos. Para Frensh (2000), el punto está en centrar la discusión en la geografía de las redes de conocimiento. Se trata de quitar el énfasis en la dicotomía: conocimiento tácito local/explicito global; para ello, el autor retoma la discusión original sobre el tema hecha por Polanyi. “[Although] we see tacit knowledge opposed to explicit knowledge... this two are not sharply divided. While tacit knowledge can be possessed by itself, explicit knowledge must rely on being tacitly understood and applied. Hence all knowledge is either tacit or rooted in tacit knowledge. A wholly explicit knowledge is unthinkable” (Polanyi 1969:144).

Parafraseando a Frensh (2000:109), superado el malentendido teórico de origen, el conocimiento deberá observarse en adelante asociado a redes de mayor a menor complejidad, estas últimas no necesariamente relacionadas con la escala geográfica. A nuestro entender, las redes de menor complejidad tienden a desarrollarse en condiciones culturales propias de entornos de aprendizaje con características socio-espaciales específicas, dando origen a las Redes Locales de Aprendizaje e Innovación “RLAI” (Herrera, 2000). Estas características de menor complejidad no significan necesariamente que deban perpetuarse en una determinada localización geográfica. Las RLAI pueden perfectamente servir de tejido de articulación institucional y por consiguiente operar a la escala de estados–naciones, e incluso, servir de medio de articulación y configuración de las llamadas ciudades mundiales, nodos de redes de elites transnacionales. Se da así el paso o complemento entre redes locales y globales, las primeras de aprendizaje e innovación y las segundas de conocimiento (RGC).

Vale la pena hacer claridad en este nuevo concepto RGC sobre dos dinámicas, necesarias cada una pero insuficientes de no darse simultáneamente, la innovación y el aprendizaje en red. Volviendo a nuestro esquema del cruce de las dos diagonales, la innovación haría parte de la diagonal sistémica que ilustra los entornos tanto local como global del conocimiento - aquí la acepción de innovación tiene un cierto énfasis que lo acerca al de aprendizaje institucional -. A su turno los procesos de institucionalización de aprendizajes en red hacen que estos procesos tiendan a confluir como se observa en la gráfica.

**Ilustración II**  
**De las Redes Locales a las Redes de Conocimiento Global**



En concepto de Callon (1991), se trata de procesos en red a través de los cuales los autores “traducen sus conocimientos de manera que los demás integrantes de la red los aceptan como cambios o innovaciones”. French precisa tales traducciones en términos de Latour (1987:235), este último se refiere a “centros dentro de los centros” de las redes. Dichos centros son lugares donde “soft claims are translated into hard facts, where the sphere of local knowledge is extended/translated into general knowledge”.

El punto no es atribuir al conocimiento codificado el factor de fortaleza de la red, ni al tácito el factor de debilidad de la misma, ambos tipos de conocimiento deben entenderse como complementarios. Es claro que existen nexos entre redes, su localización y la movilidad de información entre actores que las conforman. A nuestro entender el punto es evidenciar cuándo tales nexos se reflejan en nuevos tejidos de relaciones institucionales.

Lo anterior permite concluir que la política científica y tecnológica debe tomar en cuenta los entornos de conocimiento y los procesos de aprendizaje. En donde la dinámica está dada por globalizar y por institucionalizar, respectivamente. Sólo en ciertas áreas del conocimiento se podrá seguir manteniendo las ventajas asociadas a lo local. En este sentido, bien vale la pena reducir un tanto las expectativas sobre la viabilidad de incidir en el potencial tecnológico de una ciudad o departamento. Excepción hecha que la innovación se asimile a cambios institucionales.

## **B. Lo local y la innovación entendida como cambio institucional**

Dos son las hipótesis que sirven para aclarar el papel de lo local en la dinámica económica-espacial del conocimiento. De un lado, gracias a lo local el conocimiento fluye entre actores que se comunican F2F reduciendo los costos de transacción y de transferencia de información. Nótese que el eje de la discusión está en las ventajas locales para propiciar y codificar el conocimiento. Del otro lado, la innovación se da en el territorio en virtud de la frecuencia y la variedad de la interacción entre actores. Si bien en ambos casos está implícito el aspecto tácito del conocimiento, es sobre todo el proceso institucional de relaciones el que juega un rol central. Es decir es en los procesos de aprendizaje que el conocimiento construido entre pares se transforma en un aprendizaje institucional.

De manera muy esquemática el interés de la evaluación de sistemas de conocimiento es función tanto de las externalidades de los entornos locales como de las integralidades en los globales.

Detrás de estos razonamientos está la necesidad de cambiar los énfasis en la evaluación de las políticas de estímulo a la innovación tecnológica, según Belis–Bergounan et al (2002) la dimensión institucional del conocimiento juega un rol importante en dicha evaluación. Las principales limitaciones de las políticas de desarrollo tecnológico local pueden explicarse en una interpretación errónea de los conocimientos tácitos, como factor de innovación. El

supuesto de las políticas de integración entre universidad e industria es el de que basta con propiciar la localización de unas al lado de las otras para que se dé la comunicación y transferencia entre ciencia e industria. El error es considerar que existe una precondition de proximidad geográfica para que se dé la construcción de conocimientos tácitos y procesos de aprendizaje.

Existe, en general, lo que podría denominarse como complejización sectorial de relaciones entre investigación-industria. Para algunos casos (sectores) lo que parece es que existe una menor propensión a integración local y más bien a relacionarse con laboratorios en redes internacionales, el mejor ejemplo, lo constituyen los laboratorios en la industrial farmacéutica. Caso contrario ocurre con los vínculos locales que se propician entre estos mismos actores pero en sectores como el agrícola y la investigación en plantas y animales.

Podría avanzarse la hipótesis según la cual, los intereses de colaboración con la investigación académica puede satisfacerse por la existencia de laboratorios nacionales (centrales). En este sentido Belis-Bergougnan (2002:6) concluye que la estructura de las firmas influye a su turno en el tipo de vínculos. A mayor complejidad de investigación, es decir, cuando las industrias cuentan con un número importante de laboratorios de investigación menor importancia otorgada a la proximidad como factor explicativo de las relaciones entre laboratorios públicos e industria<sup>4</sup>.

Por consiguiente, es conveniente relativizar la justificación de la intervención pública local, dado el rol que puede jugar la naturaleza (tácita) del conocimiento en el proceso de transferencia ciencia-industria. Aún cuando la proximidad parece jugar efectivamente un papel, la explicación de este fenómeno debe buscarse en otra parte no necesariamente en la

---

<sup>4</sup> "A une conception de la connaissance assimilée a de l'information et aux interactions marchandes, il faut substituer une vision de l'innovation comme un processus interactif mobilisant des compétences spécifiques et des connaissances appropriables dont le développement et l'orientation sont fortement dépendants du contexte des interactions entre les agentes. Le rendement social de la recherche n'est alors plus limité par des défauts d'incitation, mais par la spécificité des trajectoires et l'appropriabilité des connaissances technologiques, symétriquement le rendement privé de la recherche est bien plus élargie que dans le cadre d'une conception trop "informationnelle" de l'innovation.

condición tácita del conocimiento local, en la medida en que las relaciones no locales son igualmente frecuentes.

### **1.2.2 Los procesos**

#### **A. Las dimensiones local y global de la coordinación**

Lo primero que hay que desmitificar para hablar de la complementariedad entre el conocimiento local y no local es que no necesariamente lo local es lo que innova. En condiciones cada vez más abiertas y en circunstancias cada vez más permeadas por la apertura y las comunicaciones, lo local deja de ser, necesariamente, la fuente por excelencia de conocimientos creados. Por otro lado, cuando el factor de innovación se centra en la proximidad, es necesario reconocer que ésta última puede ser organizacional e institucional y no exclusivamente geográfica.

Es necesario precisar que el hecho que las coordinaciones se dan en diferentes niveles de proximidad (geografía, organizacional o institucional) hace que la proximidad física de los agentes pueda no ser una condición suficiente ni necesaria para la coordinación. Lo local no supone una condición suficiente en la medida en que existen formas de coordinación a distancia; tampoco es una condición necesaria dado que la proximidad física no garantiza por allá misma la coordinación local de los agentes.

La periodicidad de las relaciones es el otro elemento determinante en la coordinación de procesos en red, sean estos de aprendizaje, innovación o de conocimiento. Para autores como Frensh (2000:21) el número o frecuencia en las relaciones globales está directamente relacionado con la densidad de las redes, el número de relaciones globales aumenta a una tasa creciente cuando la red se incrementa con el número de relaciones, y a la inversa, mientras que tales relaciones disminuyen se incrementa el número de relaciones locales.

Se puede concluir diciendo que es totalmente errónea la hipótesis según la cual los nexos entre actores locales responden a una lógica de conocimientos tácitos.

Ante este equívoco trabajos recientes proponen una doble mirada de la proximidad: funcional y relacional (Coenen et al 2003). Lo que parece convertirse en una tendencia es que las relaciones de contacto más cercanas al contacto físico (encuentros F2F, talleres y reuniones personales) se reemplazan cada vez más por relaciones funcionales. La distancia de los espacios se ve cada vez más reemplazada por la distancia de los flujos (Castells 1996<sup>5</sup>).

La dimensión relacional es complementaria con la funcional, en la medida que las restricciones del conocimiento propias de la proximidad física se ven aliviadas por la coordinación o por un rol efectivo de cooperación que no se ve afectado por la distancia sino por factores sociales como “puntos de fricción”. Estos factores tienen que ver con las condiciones culturales de confianza y adhesión o similitud. Nos referimos a la identidad como eje de las relaciones y más específicamente al arraigo que se lleva sin importar las distancias o la localización. Ejemplos de factores sociales son el idioma, los rasgos institucionales o la cultura de las organizaciones al igual que factores más cognitivos como la experiencia tecnológica o el lenguaje tecnológico común.

## **B. De la centralidad a la intermediación en las redes de coautorías**

Identificadas las dinámicas propias de las redes de conocimiento y diferenciadas sus condiciones de proximidad geográficas y funcionales, es posible hablar de nuestro tema específico de análisis: la centralidad en las redes de coautoría. Enseguida se describe el alcance de este concepto el cual será retomado al momento de revisar las redes de publicaciones indexadas para las dos áreas de estudio Ciencias Sociales y Física.

---

<sup>5</sup> Castells M. (1996) “The information Age: Economy, Society and Culture. Vol I: The Rise of Network Society”, Oxford: Blackwell

Son muy diversos los usos que se le puede dar a las medidas de centralidad de redes (Freeman 1979). Por ejemplo la centralidad de un actor puede dar cuenta del impacto que genera o recibe dicho actor en la red. El concepto puede entenderse igualmente como el potencial que un actor tiene por El mismo para generar una estructura de red específica. En general la medida de centralidad es una medida estadística descriptiva de una propiedad específica bien sea de un actor o de una red.

Nuestro interés del análisis de centralidad, es poner en evidencia el papel de un autor como intermediador dentro de una red de coautores de publicaciones indexadas. Por eso hemos seleccionado la medida de intermediación (Betweenness), gracias a ella, la literatura ha demostrado que es posible medir la capacidad de un actor para servir como contacto indirecto; o lo que es igual, para evaluar su papel entre otros actores que se interrelacionan a través suyo como mediador. Para algunos especialistas este rol puede asimilarse al papel de un actor exclusivo o egocéntrico (Marsden, P, 2002), en nuestro concepto, este poder de mediación tiene una connotación negativa y otra de potencial positivo. Por la negativa el actor mediador puede verse como un centralizador en el sentido tradicional de la teoría de la dependencia, esto es, como aquel que aprovecha su papel para apropiarse de los beneficios del sistema, en este caso, de los beneficios del conocimiento<sup>6</sup>. Visto en positivo, el estar vinculado o hacer parte de la red de un actor con capacidad de mediar internacionalmente, permitiría establecer vínculos con otros actores que forman parte de dicha red.

El ideal sería un alto número de vínculos con actores tanto locales como mediadores internacionales para no 'depender' de uno solo en ninguno de los dos planos nacional o global. Este escenario a la vez que ofrece la posibilidad de propiciar procesos de aprendizaje entre “pares” locales, permitiría al mismo tiempo, hacer parte y tener vínculo directo con actores de redes internacionales. En ese escenario aparece más de un actor con

---

<sup>6</sup> En tal sentido, centralidad medida como intermediación denota una posición privilegiada del actor mediador (Hanneman 1979:68). Entre más actores dependan del rol de mediación que un actor desempeña, más poder le dan a éste último en la red.

niveles altos de mediación, en cuyo caso pueden presentarse separaciones al interior de la red, en las que cada uno de ellos estaría en capacidad de "liderar" una sub-población.

En suma, el valor asignado a la centralidad de un actor dentro de una red de coautorías es importante como indicativo del rol que ha jugado el actor en la construcción de comunidad de conocimiento, y, en esa medida, como variable a ser tomada en cuenta al momento de la evaluación de los efectos de la investigación en la conformación de redes de aprendizaje.

### **C. Dimensión funcional de las redes territoriales de aprendizaje**

Existe una tendencia entre los especialistas, particularmente, entre los economistas espaciales, que consiste en restar importancia a la funcionalidad global de las redes locales. Es común caer en el postulado según el cual las ventajas de aglomeración son un requisito para la construcción de conocimiento, por ejemplo cuando se trata de relaciones universidad e industria. Como se señaló, lo que se viene demostrando, es que, estos vínculos son más el resultado de procesos de enclaustramiento de las relaciones entre individuos, y no como se había argumentado tradicionalmente, un requisito impuesto por el conocimiento. En términos de política de ciencia y tecnología, es por ello que, difícilmente los acuerdos de interacción se generarán espontáneamente mediante la localización cercana de agentes. "The more proximate the interaction actors the less resources .... are needed to conduct the interaction. In other words restrictions to interactions are gradually reduced with functional proximity" (Coenen L et al 2003).

La idea es constatar este postulado en aquellas áreas temáticas que aparezcan como de mayor incidencia territorial de aprendizajes en red. La hipótesis subyacente es la de sí a lo largo de la dinámica que da origen y consolida la construcción de redes de coautoría, es posible identificar los factores que explican saltos cualitativos que permiten ampliar las redes de aprendizaje más allá de los "pares" locales. Estos factores de cambio son la clave de la evaluación de efectos e impactos de la dinámica en red de procesos de ciencia y



tecnología, y por consiguiente, son el eje para identificar las variables o aspectos para la medición de indicadores.

## **2. La Especialización Institucional-Territorial de los Programas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología SNdeCyT<sup>7</sup>**

La Fuente de Información para este aparte está constituida por las bases suministradas por Colciencias las cuales provienen de las diferentes Direcciones de Programas así como de las estadísticas procesadas por oficinas que centralizan información en esta institución. En el proceso de recolección de información se han ido depurando las bases originalmente consultadas tanto desde el punto de vista cuantitativo como de confiabilidad de las cifras, esta depuración se ha logrado gracias a la labor del equipo de investigadores del proyecto y a la colaboración y validación por parte de los funcionarios encargados de las fuentes de origen.

Se adoptan dos bases complementarias, la primera (comprende 10 años: 1991-2000) sirve para la descripción del conjunto de programas a nivel nacional, está compuesta por los campos suministrados por la Oficina de registro de proyectos; la segunda (12 años) se complementa a partir de información obtenida directamente en los Programas, esta última se utiliza para los análisis regionales por período de gobierno (cuatrienios 90-94; 94-98; 98-02).

Las cifras analizadas solo se refieren a los proyectos de Ciencia y Tecnología que han sido financiados a través de Colciencias. Esta primera aproximación a la problemática es por lo tanto una mirada parcial del impacto social de la financiación en el contexto o “entorno” territorial, la cual deberá complementarse con otras fuentes de recursos de apoyo al desarrollo científico y tecnológico del Sistema Nacional SNdeCyT, es decir con información sobre proyectos desarrollados por fuera de las convocatorias de Colciencias.

---

<sup>7</sup> Este informe contó con la labor de procesamiento de información del equipo de la Universidad de los Andes, entre ellos debe destacarse el trabajo de Federico Viviezcas y de Abelardo Duarte así como de los funcionarios de la Coordinación de Investigaciones, en particular de Cesar González a lo largo del proyecto.

En conjunto la mirada de la información de Colciencias y su posterior complementación para sectores o Programas particulares servirán para estructurar la metodología de análisis territorial del impacto social de la ciencia, fin último de este sub-proyecto del estudio.

Estos dos grupos de indicadores (“respuesta a incentivos” y “redes”) son el hilo conductor del análisis que se desarrolla en esta primera versión del documento para el sub-proyecto Procesos y Entornos.

## **2.1. Índice de "Competencias Institucionales" por recursos de investigación de los Programas del SNdeCyT en Colombia**

Los índices que se presentan al final de este aparte son una primera aproximación al análisis de construcción de relaciones entre entidades, desde la financiación de proyectos por parte de los Programa del Sistema Nacional de Ciencias y Tecnología SNdeCyT; y, en esa medida, el índice se constituye en un insumo para la medición de Capital Institucional construido como resultado de la financiación otorgada desde dicho Sistema. El tipo de institución ha sido aceptado como unidad de análisis en estudios que pretenden ilustrar los efectos producidos por la financiación de investigación y desarrollo (I+D), en particular, para caracterizar las competencias que se desarrollan a nivel territorial (Sanz et al 2002). El interés en este aparte es el de poner en evidencia la respuesta, por grupo de entidades, a las convocatorias abiertas por Colciencias. Esta clasificación tiene el propósito de ilustrar la distribución de la financiación por tipos de organismos, la idea es inferir del acceso a estos recursos financieros la especialización programática por tipo de instituciones. Como veremos, algunas de las agrupaciones efectivamente presentan altos índices de especialización (ONGs y asociaciones de profesionales, al igual que las entidades públicas), mientras que, otras acceden de manera competitiva a varios de los programas de CyT al mismo tiempo (caso particular de las Universidades y en cierta forma del sector privado).

**El universo de análisis** está integrado por un total de 1.819 proyectos aprobados en el período de diez años que va desde 1991 al 2000. El total de financiación asciende a la cifra

de \$ 701.065.00 millones de pesos deflactados por el índice de precios al consumidor a precios constantes del 2002. En la tabla siguiente se observa el total de proyectos aprobados por año, en ella se evidencia una tendencia creciente durante los primeros años con un pico a la mitad del período de análisis (1996-1997) que se explica en los primeros desembolsos del crédito aprobado por el BID al gobierno nacional dentro de las políticas tendientes a consolidar el Sistema Nacional de Innovación. Igual ocurre con el total de proyectos rechazados y el porcentaje de propuestas no aprobadas, en el año 1996-97 estos dos datos muestran los mayores valores.

**Tabla 1**  
**Proyectos y Tasa de Aprobación 1991 - 2000**

N° Proyectos	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total
<b>Aprobado</b>	139	72	195	128	180	256	247	198	177	227	<b>1819</b>
<b>Rechazados</b>	121	177	27	124	419	481	216	741	96	538	<b>2940</b>
<b>TOTAL</b>	<b>260</b>	<b>249</b>	<b>222</b>	<b>252</b>	<b>599</b>	<b>737</b>	<b>463</b>	<b>939</b>	<b>273</b>	<b>765</b>	<b>4759</b>

N° Proyectos	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total
<b>Aprobado</b>	53,46%	28,92%	87,84%	50,79%	30,05%	34,74%	53,35%	21,09%	64,84%	29,67%	<b>38,22%</b>
<b>Rechazados</b>	46,54%	71,08%	12,16%	49,21%	69,95%	65,26%	46,65%	78,91%	35,16%	70,33%	<b>61,78%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Del total de proyectos para el período, la tendencia descrita se ratifica en la tabla siguiente. En ese mismo año se observa un porcentaje de variación por encima del promedio. Igual se observa una tasa de incremento en los montos y porcentajes de variación en la financiación para éste mismo año, así como en el promedio de financiación por proyecto.

**Tabla 2**  
**Variación porcentual de proyectos y recursos 1991 - 2000**

	Total	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>N° de Proyectos</b>	1.819	139	72	195	128	180	256	247	198	177	227
% del total	100%	7,64%	3,96%	10,72%	7,04%	9,90%	14,07%	13,58%	10,89%	9,73%	12,48%
% variación			-3,68%	6,76%	-3,68%	2,86%	4,18%	-0,49%	-2,69%	-1,15%	2,75%
<b>Financiación</b>	701.065	58.039	25.759	61.675	61.195	84.966	146.787	109.405	78.011	38.764	36.463
% del total	100%	8,28%	3,67%	8,80%	8,73%	12,12%	20,94%	15,61%	11,13%	5,53%	5,20%
% variación			-4,60%	5,12%	-0,07%	3,39%	8,82%	-5,33%	-4,48%	-5,60%	-0,33%
<b>Finan. media por Proye cto</b>	385	418	358	316	478	472	573	443	394	219	161

La financiación pública es sin duda una de las principales fuentes de investigación y desarrollo (I+D) en el contexto de países como Colombia en los que la comunidad científica se concentra en el ambiente universitario. En los siguientes análisis se observa cómo se distribuye la asignación de tales proyectos y recursos por tipo de institución.

La agrupación de instituciones parte de la clasificación por Tipo de Entidad adoptada por Colciencias, la cual, se integra en los siguientes cuatro subgrupos:

**Tabla 3**  
**Agrupación Entidades para el Análisis de Competencias Institucionales**

Empresa privada Gremio o asociación de la producción Centro de investigación privado Centro de servicio científico o tecnológico privado o mixto	Privado (Pr)
Empresa pública Entidad gubernamental Instituto de investigación público Centro de Servicio científico o tecnológico público	Pública (Pbl)
Organización no gubernamental, asociación profesional	ONG y Asociación Profesional (Ong y Prf)
Universidad pública Universidad privada Hospital universitario	Universidad (Un)
Otros centros educativos Entidades internacionales	Otra (Otr)

Es clara la amplia competencia por proyectos financiados desde Colciencias por parte de las instituciones de carácter universitario. Del total de proyectos, más del 60 % han sido aprobados a este tipo de entidades, en un segundo lugar, aparecen las instituciones privadas con un 20,67 % del total de proyectos aprobados. Seguidas estas dos de lejos por el resto de organización públicas, no gubernamentales o de asociaciones de profesionales.

Se asimila para el presente análisis la capacidad institucional de acceder a recursos como un indicio de competencia, en la medida en que detrás de la selección de propuestas se utiliza el sistema de pares (peer review). “En este contexto, se puede explicar la hipótesis que

aquellas instituciones que han obtenido más proyectos, y más financiación, son las más dotadas de capacidades y competencias científico-técnicas” (Sanz et al 2002:4). Los autores aclaran que para establecer un ranking es necesario relativizar los montos financiados y el número de proyectos por el número de investigadores disponibles por institución.

**Tabla 4**  
**Financiación y Proyectos por tipo de Institución**

Tipo de Institución	Nº de Proy	% Proyectos	Financiación	% Financiado	Financiación media por proyecto
Universidad	1150	63,22%	307.927	43,92%	268
Privada	376	20,67%	298.928	42,64%	795
Publica	140	7,70%	61.081	8,71%	436
ONG y Prf	137	7,53%	27.745	3,96%	203
Otra	16	0,88%	5.384	0,77%	336
<b>TOTAL</b>	<b>1819</b>	<b>100,00%</b>	<b>701.065</b>	<b>100,00%</b>	<b>385</b>

Para nuestros fines de análisis la capacidad por competir puede ser interpretada como una capacidad de respuesta a los incentivos de financiación. En esa medida se observa en el cuadro anterior una respuesta muy alta de las instituciones de carácter privado, las cuales, no sólo acceden a recursos de manera bastante “competitiva” (42.64% del monto financiado) sino que logran que le sean aprobados recursos por proyectos significativamente más altos que el promedio (795 millones).

Como se adelantó, la competencia por recursos puede traducirse en tendencias de especialización por áreas del conocimiento, por ello vale la pena hacer una revisión de aquellos programas que ofrecen un mayor estímulo bien sea en término de número de proyectos o de recurso. En la tabla siguiente es posible identificar aquellos Programas que generan una más amplia competencia es decir los que generan un mayor número de propuestas aprobadas: Ciencias Sociales y Humanas, Ciencia y Tecnología de la Salud, Ciencias Básicas y en cierta medida el Programa de Estudios Científicos de la Educación.

En estas cuatro áreas se aprueba cerca del 70% del total de 1.819 proyectos financiados durante el período de análisis.

**Tabla 5**  
**Distribución, financiación y proyectos por programa**

	Financiación	% Aprobado/ Total	Nº de proyectos	% Pro- yectos/Total	Nº de Entidades	Financiación promedio por Proyecto	Promedio Financiado por Institución	Promedio de Proyectos por Inst.
Biotecnología	43.806	6,25%	106	5,83%	40	413	1.095	2,7
Ciencia y Tecnología de la Salud	67.151	9,58%	274	15,06%	65	245	1.033	4,2
Ciencia y Tecnología del Mar	47.705	6,80%	98	5,39%	33	487	1.446	3,0
Ciencia y Tecnologías Agropecuarias	111.101	15,85%	120	6,60%	64	926	1.736	1,9
Ciencias Básicas	98.301	14,02%	287	15,78%	36	343	2.731	8,0
Ciencias del Medio Ambiente y el Habitat	45.275	6,46%	114	6,27%	53	397	854	2,2
Ciencias Sociales y Humanas	40.497	5,78%	309	16,99%	66	131	614	4,7
Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad	126.214	18,00%	134	7,37%	154	942	820	0,9
Electrónica, Telecomun e Informática	46.136	6,58%	102	5,61%	77	452	599	1,3
Estudios Científicos de la Educación	26.866	3,83%	182	10,01%	70	148	384	2,6
Investigaciones en Energía y Minería	48.012	6,85%	93	5,11%	40	516	1.200	2,3
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>701.065</b>	<b>100,00%</b>	<b>1.819</b>	<b>100,00%</b>	<b>461</b>	<b>385</b>	<b>1.521</b>	<b>3,9</b>

De los cuatro Programas en los que se concentra el mayor número de proyectos aprobados, Ciencias Básicas es el único que cuenta con recursos relativamente altos para asignar. El promedio de financiación por proyecto es de 385 millones siendo las Áreas Agropecuaria y Tecnológica Industrial las de mayor costo por proyecto (926 y 942 millones).

La competencia por recursos puede aportar a la interpretación de la construcción de capacidades institucionales, en cierta forma el acceso a recursos por programa del SNCyT da cuenta de la respuesta a incentivos. Las instituciones universitarias son, en otros contextos, quienes se ven favorecidas o responden en mayor medida a tales incentivos (Sanz 2002). En el cuadro siguiente se retoma nuevamente el mencionado estudio en el que se construye un índice que relaciona la financiación obtenida en el Programa y la financiación total.

De este índice puede observarse que la universidad compite principalmente en áreas como las financiadas por el programa de Ciencias Básicas y en los programas de Ciencias de la Salud, Sociales o en el de Estudios de la Educación. Mientras que las entidades privadas centran su interés en campos financiados por los programas de Desarrollo Tecnológico e Industria, en el de CyT Agropecuarias, y, en menor medida en Electrónica y Biotecnología.

**Tabla 6**  
**Índices de Competencias Institucionales**

Tipo de Institución	Biotecnología	Ciencia y Tecnología de la Salud	Ciencia y Tecnología del Mar	Ciencia y Tecnologías Agropecuarias	Ciencias Básicas	Ciencias del Medio Ambiente y el Habitat	Ciencias Sociales y Humanas	Desarrollo Tecnológico e Industria y Calidad	Electrónica Telecomunicaciones e Informática	Estudios Científicos de la Educación	Investigaciones en Energía y Minería
<b>Universidad</b>	0,58	1,85	0,77	0,38	1,88	1,09	1,80	0,20	0,88	1,74	1,56
<b>Privada</b>	1,13	0,57	0,52	1,84	0,26	0,61	0,10	1,99	1,16	0,07	0,41
<b>Publica</b>	0,70	1,42	4,76	0,18	0,70	2,27	0,56	0,21	0,71	0,01	1,56
<b>ONG y Prf</b>	0,34	1,41	0,60	0,59	0,03	1,61	2,99	0,85	1,42	4,55	0,13
<b>Otra</b>	6,72	0,00	0,00	1,44	0,00	0,00	0,00	1,18	0,00	3,64	0,00

A su turno las entidades gubernamentales e institutos de investigación pública son ‘competitivos’ o responden en mayor grado a incentivos de áreas como el Medio Ambiente, Energía y Minería. Por último las Organizaciones no Gubernamentales se orientan fundamentalmente a las áreas de las Ciencias Sociales y humanas, mientras que las entidades públicas demuestran una competencia principal por recurso de los Programas de CyT del Mar y del Medio Ambiente.

Debe aclararse que este índice si bien muestra una cierta especialización institucional, no marca una única competencia ni del sector universitario ni del privado; en el primero los guarismos son muy cercanos para seis de los programas (por encima de 1,09), igual las entidades privadas muestran índices relativamente equivalentes en 4 casos (entre 1,13 y 1,99). Caso contrario de las entidades públicas y de la competencia desarrollada por ONG o

Asociaciones de profesionales, éstas últimas compiten de manera predominante por recursos del programa de Estudios de la Educación (4,55), mientras que la Entidades Públicas, sobretodo acceden a recursos financieros de proyectos en el área de Ciencia y Tecnología del Mar.

### **La medición de Capital Institucional a partir del “Índice de Competencias”**

El índice de competencia descrito, permite aproximarse a la medición de la capacidad diferencial de las instituciones para competir por recursos de los Programas del SNdeCyT. Desde la oferta de tales recursos, dicho índice puede servir para la medición de construcción de capital institucional: a medida que se diversifica institucionalmente el acceso a recursos de apoyo a la CyT mayores posibilidades de construcciones de redes y tejido de relaciones.

$$\text{Capital Institucional} = \frac{\text{Número de instituciones que acceden a \$ X Programa}}{\text{Número total de instituciones que acceden a \$ del total de Programas}}$$

En el punto final regresaremos sobre esta formalización de indicadores, al momento de esquematizar la operacionalización de este y dos grupos más de variables: de Funcionalidad Global y de Especialización Territorial. Éstas últimas serán objeto de discusión del siguiente aparte.

## **2.2. El análisis de Programas del SNCyT en el “entorno” territorial**

### **A. Especialización Territorial**

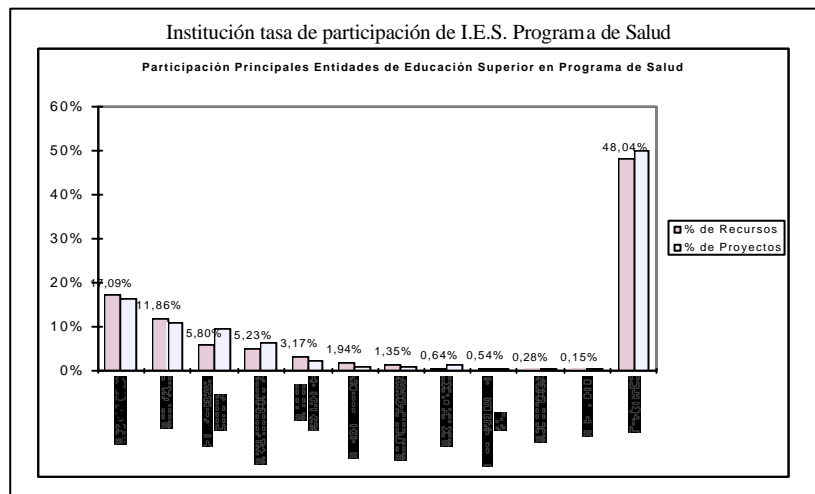
El propósito de este aparte es el de establecer algunas relaciones entre distribución espacial de proyectos y recursos de investigación e instituciones. En conjunto, la idea es revisar los resultados del “índice de competencias” (del aparte anterior) en su dimensión territorial.



Como se observó, dicho índice da cuenta de la competencia institucional por recursos de los diferentes Programas del SNCyT. Interesa revisar casos típicos dentro de tres grupos de programas:

1. Programas con alta participación de Universidades: Salud, Ciencias Básicas, Ciencias Sociales y Estudios Científicos de la Educación.
2. Programas en los que se concentran los proyectos y recursos por parte de Entidades Privadas: Industrial y Tecnológico; CyT Agropecuaria; y, Electrónica.
3. Programas de Especialización Pública: Ciencia y Tecnología del Mar y Medio Ambiente.
4. Programa con participación mayoritaria de ONGs y Asociaciones de Profesionales: Educación.

En los **Programas con alta participación de Universidades** un caso que puede servir de ejemplo es el de Ciencias y Tecnología de la Salud. En este programa 11 universidades absorben el 48% de recursos, cuatro de estas instituciones de educación superior están en departamentos distintos a los llamados centrales (Bogotá-Cundinamarca, Antioquia, Valle y Atlántico). Cabe

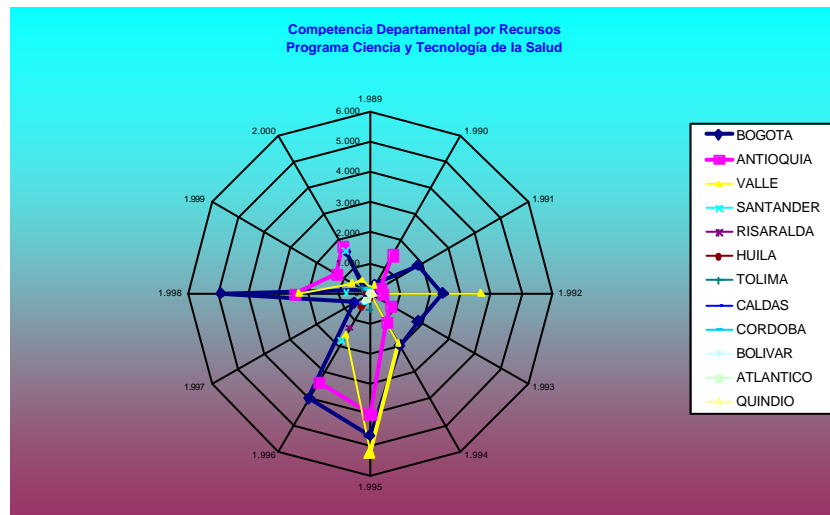


señalar que la característica de una cierta distribución territorial para estos programas no es constante a lo largo de los diez años que comprenden el período de análisis.

**Tabla 7**  
**Tendencia Departamental (1989 – 2000) Programa Ciencias de la Salud**

	1.989	1.990	1.991	1.992	1.993	1.994	1.995	1.996	1.997	1.998	1.999	2.000	Total general
BOGOTA		338	1.840	2.407	1.833	1.979	4.676	4.005	598	4.891	175	1.597	24.338
ANTIOQUIA		1.451	384	424	801	1.088	3.992	3.377		2.474	1.252	1.796	17.038
VALLE	187	303		3.673	29	1.894	5.231	1.585		2.331	683	515	16.432
SANTANDER								1.825		766		1.593	4.184
RISARALDA								1.303					1.303
HUILA							191	517			200		908
TOLIMA							507				318		825
CALDAS				80					567			128	775
CÓRDOBA								362				187	549
BOLIVAR				51		74		300		47			472
ATLÁNTICO								230					230
QUINDIO				98									98
<b>Total general</b>	<b>187</b>	<b>2.092</b>	<b>2.224</b>	<b>6.733</b>	<b>2.663</b>	<b>5.035</b>	<b>14.597</b>	<b>13.502</b>	<b>1.165</b>	<b>10.508</b>	<b>2.629</b>	<b>5.817</b>	<b>67.151</b>

Entre los 4 departamentos centrales, el Valle y Bogotá-Cundinamarca son los más competitivos a comienzo de la década de los 90, mientras que Antioquia es al que se le asigna un porcentaje mayor de recursos desde la vigencia presupuestal de 1998.



Quedan inquietudes por resolver sobre las relaciones entre respuesta a incentivos y capacidad institucional, en efecto, la capacidad del tejido institucional es una variable que puede relativizar el peso asignado de recursos por cada programa<sup>8</sup>.

Enseguida los resultados de dividir la producción de los departamentos centrales por el número de investigadores locales en los cuatro programas del primer grupo.

**Tabla 8**  
**Proyectos por investigador en Programas Sociales y Básicas. Cuatro departamentos centrales**

Departamento	Proyts por Inveest (*)	Ciencia y Tecnología de la Salud	Estudios Científicos de la Educación	Ciencias Sociales y Humanas	Ciencias Básicas	Total proy (*)	No. Invest
<b>VALLE</b>	0,97	0,17	0,09	0,14	0,20	287	297
<b>BOGOTA</b>	0,63	0,08	0,07	0,15	0,08	886	1416
<b>ANTIOQUIA</b>	0,25	0,06	0,02	0,03	0,06	319	1281
<b>ATLANTICO</b>	0,36	0,01	0,12	0,08	0,03	43	120
<b>Total Nacional</b>	0,48	0,07	0,05	0,08	0,08	1795	3750

(\*) Incluye el total para los 11 Programas del SNCyT  
Fuente Número de Investigadores: OCyT Caldas /2000

Como se observa al comparar los proyectos por investigador, Antioquia y Atlántico aparecen por debajo del promedio de productividad frente al total nacional; mientras que, Bogotá muestra mayores tasas junto con el departamento del Valle, éste último se destaca entre todos en particular en el área de Ciencias Básicas.

Estos programas cuentan con una participación relativamente homogénea para el conjunto de departamentos del país, es decir, prácticamente en cualquiera de los departamentos es posible encontrar al menos un proyecto financiado. Esto puede interpretarse de la siguiente manera: en las áreas sociales y en ciencias básicas existe una cierta distribución espacial de las capacidades para competir por estos recursos del SNCyT.

<sup>8</sup> Los ejercicios hechos en esta dirección con índices como el de Giny, o simplemente, comparando los montos per-cápita no arrojan diferencias significativas. El ideal sería poder comparar el monto asignado frente a diferencias territoriales en la producción (PIB/departamental, por ejemplo), calificación del talento humano (número de doctorados por ciudad capital), o similares.

Este hecho se destaca, especialmente, cuando se compara con los restantes programas del Sistema. En efecto, el segundo conglomerado tiene la característica de concentrarse en las regiones con mayor población, en particular para el primero de los programas (Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad). Con excepción del departamento de Santander, la competencia por recursos favorece de manera clara a las ‘regiones centrales’ (Bogotá, Antioquia y Valle) las cuales absorben gran parte de la financiación, tanto de dicho programa como de los correspondientes a Electrónica y a CyT Agropecuaria<sup>9</sup>.

La tendencia descrita, de concentración en ‘regiones centrales’, es el común denominador para los dos últimos grupos de programas. Ya se dijo que en algunos ejercicios de distribución per/cápita de recursos, se mantiene esta situación. Miremos la productividad por investigador en los cuatro departamentos para los restantes programas, aparte de los de Ciencias Sociales y Básicas.

**Tabla 9**

**Proyectos por investigador en restantes Programas. Cuatro departamentos centrales**

Departamento	Prom Gral Proyts x Invest (*)	Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad	Ciencia y Tecnologías Agropecuarias	Electrónica, Telecomunicaciones e Informática	Biotecnología	Ciencias del Medio Ambiente y el Hábitat	Investigaciones en Energía y Minería	Ciencia y Tecnología del Mar	No. Investigadores	Total proyectos (*)
VALLE	0.97	0.06	0.08	0.04	0.05	0.06	0.03	0.05	297	287
BOGOTA	0.63	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.01	0.03	1416	886
ANTIOQUIA	0.25	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	1283	319
ATLANTICO	0.36	0.09	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	120	43
<b>Total general</b>	<b>0.48</b>	<b>0.04</b>	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>	<b>3750</b>	<b>1795</b>

(\*) Incluye el total para los 11 Programas del SNCyT

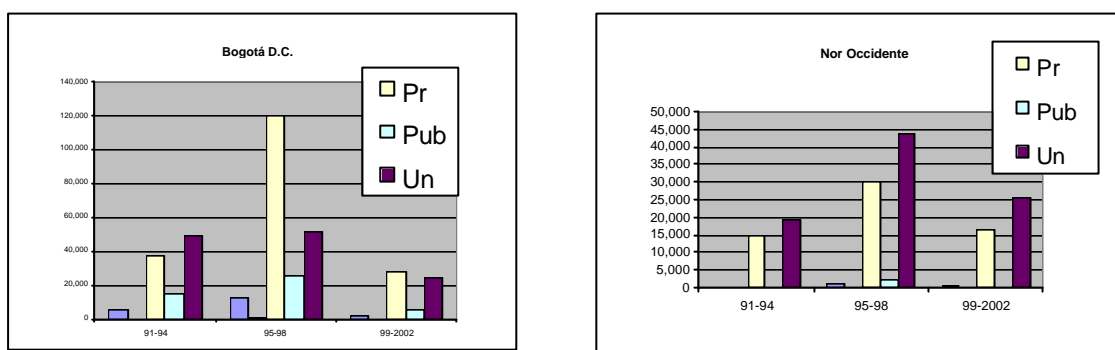
Fuente de N° de Investigadores: OCyT Caldas/2000

Algunas tendencia por cuatrienio de la distribución institucional de recursos y proyectos, pueden ser útiles para comprender lo que durante la discusión teórica denominamos una nueva concepción de las redes de aprendizaje y de los entornos o sistemas de conocimiento. En ese momento estuvimos de acuerdo en disminuir la expectativas frente al resultado de las políticas de ciencia y tecnología convencionales, esto es, centradas en el estímulo a la localización de agentes, públicos, privados y académicos en un territorio dado.

<sup>9</sup> Ver anexo “Competencias departamentales por Programas”: Tabla Programas con mayor competencia de Entidades Privadas.

Al respecto, en los dos gráficos siguientes se ponen de presente las tendencias por cuatrienio de gobierno en la asignación de recursos. Es posible afirmar que existen marcadas diferencias entre las regiones del país en su capacidad competitiva de recursos. Se observa por ejemplo, que la Entidades Privadas de la región Bogotá-DC fueron más competitivas para acceder a recursos en el período de mayor disponibilidad de estos (1995-98).

**Ilustración 2**  
**Participación en recursos por tipo de institución. Últimos tres Cuatrienios**

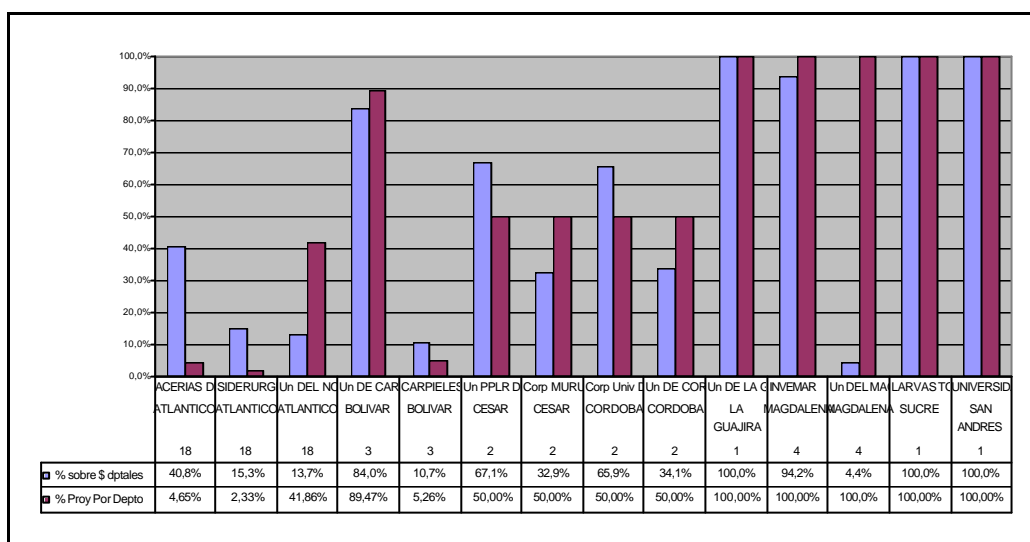


Por el contrario, en Nor Occidente y en general en el resto de regiones se inicia a partir de ese período una clara especialización de competencia por recursos de parte de las entidades de educación superior (Universidades). Dos análisis complementarios pueden ayudar a ratificar esta afirmación, de un lado la participación por institución en el total de proyectos por región, y en el siguiente aparte, la funcionalidad o participación por departamento en los programas del sistema nacional de CyT.

Miremos la participación de instituciones en el caso de la Costa Caribe (ver ilustración página siguiente). En el total de departamentos de esta región, ocho de las catorce entidades que más recursos han recibido de los Programas de CyT a través de Colciencias son instituciones de educación superior (IES). No pretendemos demeritar en nada ni la labor de Colciencias ni mucho menos la capacidad de gestión de las IES; lo que queremos es llamar

la atención sobre la excesiva concentración en una misma institución en la mayoría de los departamentos.

**Ilustración 3**  
**Mayores tasas de Participación Institucional. Departamentos del Caribe**



Probablemente la excepción se encuentra en el caso del Atlántico, éste es el único departamento que comparte la mayor financiación entre dos empresas privadas (40.8% y 15.3% de los recursos) y una universidad (con el 13.7% del dinero asignado al departamento). Cabe resaltar, adicionalmente, que estas tres instituciones dejan un cierto margen de recursos a las quince entidades restantes que completan el total de beneficiarios (para un total de 18). Como se observa, el caso típico tanto en el resto de la costa caribe con en los otros departamentos del país, es el de concentrar en unas pocas instituciones los recursos asignados.

Basados en estas observaciones podemos adelantar la siguiente conclusión, la estrategia de regionalización puede haber cumplido su ciclo de énfasis territorial y verse avocada a afrontar derroteros funcionales tanto a la escala nacional como continental y, probablemente, global. Esto puede evidenciarse, de un lado, al observar la especialización de los departamentos no centrales, y del otro, en el papel de mediación que algunos de los nodos de las regiones centrales parece estar desarrollando.

En efecto, no sólo el caso de Barranquilla sino el de las tres restantes ciudades capitales "centrales", han logrado diversificar su acceso a recursos, y aparentemente, se han visto inducidas a actuar en cadenas de investigación cada vez más de escala global.

El análisis que se realiza en adelante destacará los casos en los que la asignación de recursos acompañan la construcción de tejido institucional, es decir en donde la financiación se dispersa en número y en tipo de instituciones. Tales casos se asimilan a la construcción de "redes territoriales" en la medida en que pueden incidir en la complejización de relaciones entre actores de diferente tipo en un mismo territorio. Para esos fines retomamos en primer lugar el "índice de especialización" propuesto para estudios similares (Sanz et al, 2002) y, enseguida, los cálculos y el análisis correspondiente a las cuatro principales ciudades.

**Tabla 10**  
**Índice De Especialización por Departamento**

Departamento	Financiación	Biotecnología	C y T de la Salud	C y T del Mar	Estudios Científicos de la Educación	Investigación en Ambiente y Habitat	C y Ts Agropecuarias	Ciencias Básicas	Ciencias Sociales y Humanas	Tecnológico	Industrial y Calidad	Telecomunicaciones e Informática	Inv. en Energía y Minería
RISARALDA	3,956	5.34	3.44		0.69	0.60		0.92		0.40	1.09		
BOLIVAR	5,480	6.62	0.90	2.77				1.93	0.59	0.04			
CORDOBA	549		10.44										
SUCRE	740			14.70									
LA GUAJIRA	298			13.59	1.96								
MAGDALENA	13,124			11.99	0.10	2.63			0.18				
META	1,418			3.99	3.70		3.70						
CALDAS	19,364	2.76	0.42			0.75	3.68	0.28	0.42	0.30	0.56		
BOYACA	8,679	0.78			1.38	7.97	0.56		0.17				4.17
CESAR	322						4.23		5.70				
CUNDINAMARCA	25,844	0.72			0.23	1.37	5.37				0.10		
BOGOTA	323,938	1.18	0.78	1.06	1.01	1.12	0.92	0.86	1.47	1.13	1.28	0.42	
ATLANTICO	20,246		0.12	0.20	1.45		0.28	0.67	0.68	3.65	1.26	0.04	
CAUCA	5,310			0.22	1.88	0.51	0.22	1.54	1.70		7.60	0.46	
ANTIOQUIA	102,841	0.79	1.73	0.54	1.13	1.05	0.30	1.40	0.73	1.30	0.53	1.19	
AMAZONAS	1,269				20.64	3.24							
SAN ANDRES	377			7.94	12.00								
SANTANDER	49,178	0.07	0.89		0.86	0.17	0.07	1.26	0.21	0.47	1.82	6.74	
HUILA	2,404		3.94		1.73			0.76	0.79	0.15		5.51	
VALLE	109,846	0.88	1.56	0.87	1.00	0.55	1.21	1.41	0.88	0.87	0.51	0.46	
NARIÑO	567						2.87	1.90	0.44				3.69
NORTE SANTANDER	173			14.70									
QUINDIO	2,534		0.40	0.90			0.29	6.09					
TOLIMA	2,607		3.31		0.88		2.30		0.32		1.71	2.26	
Total general	701,065	43,806	43,806	67,151	46,136	98,301	47,705	111,101	45,275	40,497	126,214	26,866	

El índice de especialización mide el acceso a recursos por parte de cada departamento en los diferentes programas. Estadísticamente representa: la relación de recursos recibidos en el área por cada departameno, frente a total de monto financiado. En esa medida permite, como su nombre lo dice, establecer hasta qué punto una unidad territorial tiende a concentrar su actividad científica y tecnológica en función de un solo sector o programa del sistema.



Esta especialización no es en sí misma un factor positivo o una limitante. Lo que se pretende con este análisis es caracterizar aquellos territorios en los que se viene dando una u otra tendencia, especialización o diversificación. En todo caso el reto consistirá, como hemos venido diciendo, en complejizar las relaciones entre actores en la medida en que esta construcción de capital institucional puede constituirse en factor de cambio para afrontar el reto de hacer parte de redes globales de conocimiento.

Brevemente, enseguida se enuncian las principales características que se observan en los departamentos colombianos, desde esta perspectiva funcional de las redes territoriales:

- a. Los departamentos con mayor especialización se localizan en la Costa Caribe y en la zona Andina, estos son: Bolívar en Biotecnología; Córdoba en Salud; Sucre, La Guajira y Magdalena en Ciencia y Tecnología del Mar; y, San Andrés en Educación.
- b. En las zona central-andina, Boyacá, Risaralda, Santander y Huila aparecen, igualmente, como departamentos altamente especializados; los dos primeros en Medio Ambiente y Biotecnología, y los otros dos en Energía y Minería.
- c. Capítulo aparte merece el caso de los tradicionales cuatro más grandes departamentos: Bogotá, Valle, Antioquia y Atlántico. Los dos últimos con natural vocación en Salud e Industria; mientras que Valle y Bogotá se especializan en Ciencias Sociales y Humanas, el primero, y en Salud y Básicas el segundo.
- d. Es preciso aclarar que los cuatro grandes departamentos son en realidad muy poco especializados, o, lo que es igual, que los Programas del SNdeCyT les han otorgado recursos de manera equilibrada.

Se ponen de presente dos procesos, uno especializado y el otro que podríamos llamar de "red territorial". En el primero es común el acceso de manera prioritaria a recursos de unos pocos programas tal el caso de los dos primeros grupos descritos (a y b). En el segundo caso, se puede hablar de una mayor construcción de "redes territoriales", situación de los 4

mayores departamentos. Redes medidas en términos de complejización de relaciones o equilibrio en la asignación de recursos de diversos programas.

Hasta aquí debe relievase la dimensión funcional en el análisis. En la discusión teórica habíamos hecho mención a la ausencia de esta dimensión en los estudios territoriales de la economía del conocimiento; lo anterior, cuando discutíamos las diferentes acepciones de la noción de proximidad: geográfica, organizacional e institucional.

Corresponde en esta etapa final de este aparte concluir la mirada funcional de las “redes territoriales” que hemos venido identificando. El tema del territorio como ámbito favorable a la innovación y al aprendizaje es, probablemente, el mayor aporte de la llamada ciencia regional a la comprensión de la economía del conocimiento. El ‘ambiente’ local innovador ha sido constante fuente de reflexión, desde los trabajos pioneros de Krugman hasta los recientes aportes de Scott y Storper, pasando por la sistemática labor de grupos europeos como el GREMI y el DRUIT<sup>10</sup>. La noción que subyace en estos diferentes enfoques de la innovación es congruente con una mirada funcional del territorio cuando se trata de estudiar el tema de ciencia y la tecnología.

A nuestro entender, una “región de conocimiento” a la hora actual, en un contexto de globalización y de nuevas tecnologías de información y comunicaciones, trasciende la mera dimensión de contigüidad geográfica. Es aquí donde el estudio de la funcionalidad de las áreas del conocimiento cobra singular vigencia. Es aquí donde es preciso mirar al territorio como parte de una cadena de relaciones.

De hecho, el mapa de relaciones que hemos venido dibujando entre programas y departamentos en los análisis anteriores, evidencia cada vez con más claridad el papel nodal dentro de cadenas funcionales de ciudades como Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla. Se observa en cada una la participación de los diferentes tipos de instituciones, públicos,

---

<sup>10</sup> GREMI: Groupe de recherche en milieu innovateur; y, DRUID: Danish Research Unit for Industrial Dynamics

privados, EIS y ONGs, en esa medida se evidencia una alta capacidad de consolidarse como “Centro de Mediación”. La pregunta es ¿puede esto ser un resultado buscado?. El punto importante, cualquiera sea la respuesta a esta inquietud, es identificar en cada dinámica el momento en el que se inicia el proceso de complejización de relaciones y, sobre todo, el factor que lo detona. Ya se dijo que en el caso de Bogotá, aparentemente esto ocurre en el cuatrienio en el que se adquiere el crédito BID en apoyo al sistema nacional de innovación, y que, la explicación pudo haber sido la alta capacidad del sector privado para competir por recursos del SNCyT.

Puede que esta tendencia que le ofrece a las grandes regiones ventajas para competir por recursos indique el final del proceso hasta ahora seguido por la regionalización en el Sistema. No en vano las siete regiones de CyT propuestas desde los orígenes por la Estrategia de Colciencias, viene convirtiéndose en varios casos en dinámicas que responden a redes funcionales en donde la región no es entendida como fin de una política, sino como medio o “entorno” dentro de una cadena de aprendizajes<sup>11</sup>.

La pregunta que se debe responder para la evaluación de tales redes o cadenas funcionales es ¿Qué áreas del conocimiento encuentran en los departamentos y ciudades del país el mecanismo de articulación con comunidades científicas y tecnológicas?

Necesariamente, la cuestión lleva a reflexionar sobre el SNdeCyT como eje de programas especializados de conocimiento y, al mismo tiempo, a encontrar los cruces de tales programas con áreas temáticas reconocidas internacionalmente; unos y otras confluirían hacia lo que podría llamarse sistemas globales de conocimiento. Una forma de abordar el problema así planteado es, la dimensión codificada del conocimiento, esto es, los canales que utilizan las comunidades locales para divulgar sus aprendizajes e innovaciones y para transferirlos bien sea a pares F2F de manera individual, a sujetos colectivos, o, a distancia, a agentes institucionales externos a su localidad. Igual, es necesario discutir la funcionalidad de la ciudad en tanto entorno favorable a la mediación, condición ésta que

---

<sup>11</sup> Para una discusión de la regionalización como “medio” dentro del SNdeCyT, ver: HERRERA, B. (1999)

traduciremos en la noción de “centro de mediación”. Miremos, brevemente, cada una de estas aristas del problema.

El tema del **papel de las redes de publicaciones en la codificación del conocimiento** invita a retomar la discusión plateada anteriormente alrededor de las publicaciones colombianas indexadas en el Science Citation Index (SCI)<sup>12</sup>. Dos áreas del conocimiento son claves para comprender dicha dinámica las Ciencias Sociales y la Física dentro del área de Ciencias Básicas.

Los criterios de selección detrás de la escogencia de estos dos programas se desprenden de la tabla 10 en la que se plasma el índice de especialización por departamento. Saltan a la vista entre el conjunto de programas dos hechos que sirven de explicación a la selección de las áreas de Básicas y Ciencias Sociales: el primero, es el hecho de encontrar en la mayoría de programas nodos-departamentos especializados; y, el segundo es la excepción a dicha regla, sólo los índices de las área en cuestión (ciencias sociales y básicas) se distribuyen de manera generalizada en el total de departamentos del país.

Ahora bien retomando las conclusiones del estudio sobre impacto internacional de la ciencia (parte II de este informe) es necesario señalar que la selección del área de Ciencias Sociales y Humanas obedece, adicionalmente, a que esta área cumple con la condición de ser clasificada dentro del Grupo 1 o grupo de mayor dinamismo en el proceso de aceptación de artículos en revistas de alto rango dentro de la clasificación ISI<sup>13</sup>. En suma, además de formar parte del grupo de áreas temáticas de mayor dinamismo -integrado por ciencias sociales, medicina, psicología y plantas y animales- Ciencias Sociales es uno de los dos únicos dentro del sistema SNCyT que puede catalogarse como programa de cobertura homogénea o de “carácter territorial”.

<sup>12</sup> Ver en la segunda parte de este informe: HERRERA, B “El impacto internacional de la investigación colombiana. 1966-2003”

<sup>13</sup> International Science Index. Para una discusión en detalle de este criterio ver el ensayo citado: HERRERA, B. “El impacto internacional de la investigación ....”

## REDES TERRITORIALES DE CO-INCIDENCIA GLOBAL

Para el análisis de redes de publicaciones fue necesario seleccionar algunas ciudades del total de centros internacionales con los que publican en coautoría investigadores colombianos. Para ello se utilizó uno de los más recientes trabajos en el que se clasifican los nodos internacionales de publicaciones indexadas por ISI (Wichmann et al, 2002), el cual, se constituye en insumo importante para cualificar la mirada de las redes de publicaciones en el contexto colombiano. De este artículo utilizamos la lista de ciudades que aparecen en los niveles más altos por el número de coautorías a la escala mundial, el análisis consistió en aplicar este parámetro internacional para filtrar las ciudades con las que los investigadores colombianos realizan publicaciones conjuntamente<sup>14</sup>. De este análisis, enseguida algunas consideraciones de carácter general, previas a la mirada en detalle de los dos casos de estudio:

- Existen áreas temáticas en las que se da al mismo tiempo un alto número de publicaciones en coautorías nacionales e internacionales;
- Es común encontrar ciudades capitales de departamentos que hemos catalogado como especializados, con publicaciones en coautorías internacionales en las áreas de especialización;

Abordemos **el análisis de nodos**, segunda mirada del problema de redes de coautoría. Aparecen redes de coautorías con alta funcionalidad global y baja densidad o número de publicaciones conjuntas con “pares” nacionales.

---

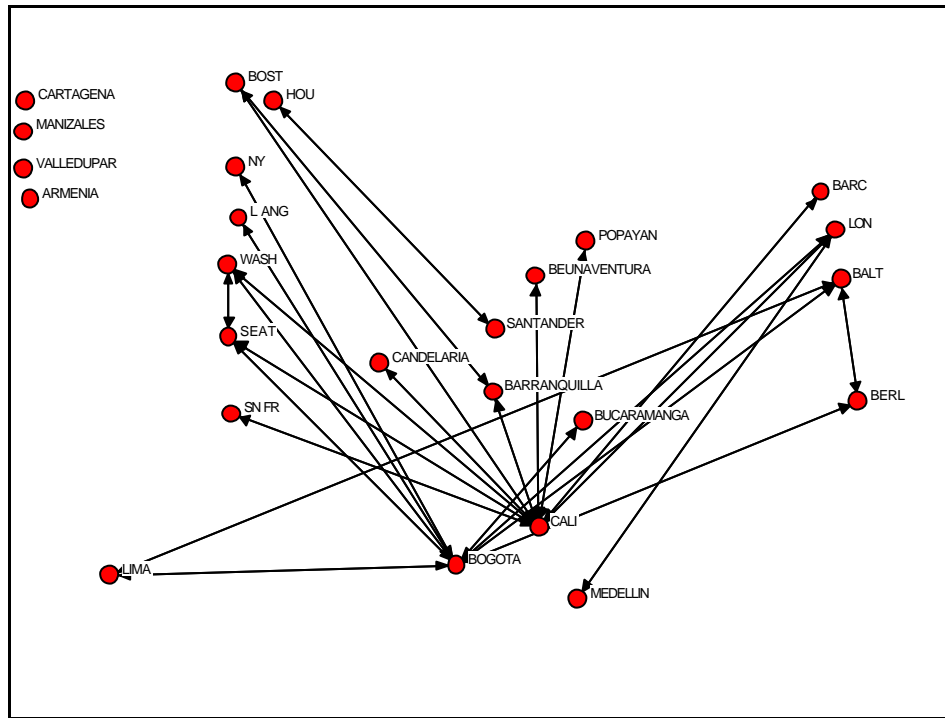
<sup>14</sup> Debe señalarse que muchas de tales ciudades no necesariamente coinciden con las de mayores índices de publicaciones, ej.: Amsterdam-la Haya, Ginebra-Lausan, Copenhague y Moscú, para mencionar sólo tres de las cinco ciudades de mayor nivel de coautoría.

**Tabla 11**  
**Índice de Centralidad (Betweenness) Area de Ciencias Sociales**

		1	2			1	2
		Betweenness	nBetweenness			Betweenness	nBetweenness
		-----	-----			-----	-----
11	CALI	99.000	28.205	12	CANDELARIA	0.000	0.000
8	BOGOTA	86.500	24.644	16	L ANG	0.000	0.000
18	LON	35.667	10.161	17	LIMA	0.000	0.000
25	SEAT	18.667	5.318	15	HOU	0.000	0.000
28	WASH	18.667	5.318	19	MANIZALES	0.000	0.000
3	BALT	0.500	0.142	20	MEDELLIN	0.000	0.000
2	ARMENIA	0.000	0.000	21	NY	0.000	0.000
5	BARRANQUILLA	0.000	0.000	22	POPAYAN	0.000	0.000
6	BERL	0.000	0.000	23	QUINDIO	0.000	0.000
10	BUCARAMANGA	0.000	0.000	24	SANTANDER	0.000	0.000
1	ANTIOQUIA	0.000	0.000	4	BARC	0.000	0.000
9	BOST	0.000	0.000	26	SN FR	0.000	0.000
13	CARTAGENA	0.000	0.000	27	VALLEDUPAR	0.000	0.000
7	BEUNAVENTURA	0.000	0.000				

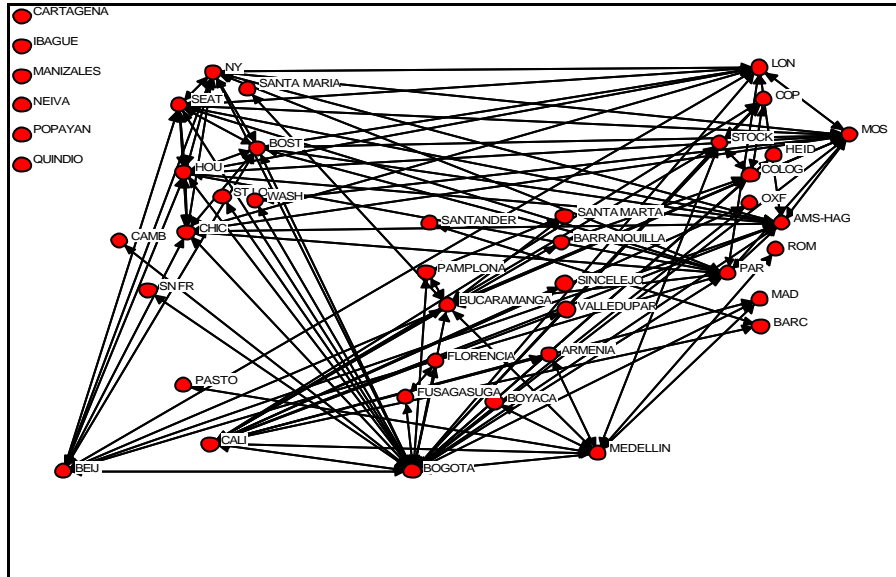
Tal el caso del área de Ciencias Sociales, en donde, Bogotá y Cali son virtualmente el paso obligado para la vinculación con nodos mediadores de importancia o redes internacionales en estas temáticas.

**Ilustración 4**  
**Grafo de coautorías en Ciencias Sociales (1966-2003)**



Es preciso señalar que entre los cuarenta centros mundiales escogidos no figura ciudad alguna de América Latina, y que, esto sin duda sesga el análisis de coautorías colombianas. En áreas como las ciencias sociales, e incluso en temas de publicaciones como la Física Teórica, se pueden estar dejando de lado trabajos conjuntos con autores de países con altos índices de citas en el subcontinente como Brasil y Argentina para ciencias sociales, y adicionalmente, México para la física experimental. En cuanto a esta última, la red de Física aparece como una de las de mayor capacidad de construcción de coautorías tanto nacional como internacional. Sobresalen entre los nodos colombianos el caso de Bucaramanga, ciudad en la que empieza a tejerse relaciones de intermediación con países centrales sin necesariamente pasar por los cuatro más grandes departamentos colombianos.

**Ilustración 5 Grafo de coautorías en el Área de Física (1966-2003)**



Sin embargo, según el análisis de intermediación (betweenness), y considerando exclusivamente los artículos en coautoría, es claro que la capital del país sobresale en la capacidad de mediar en el conocimiento al nivel de grandes centros de frontera mundial.

**Tabla 12**  
**Índice de Centralidad (Betweenness) Area de Física (1998 - 2002)**

	Betweenness	nBetween		Betweenness	nBetween		Betweenness	nBetween
BOGOTA	385.783	40.78	BARRANQUILLA	1.417	0.15	IBAGUE	0	0
CALI	191.233	20.215	COP	1.417	0.15	NEIVA	0	0
MEDELLIN	117.633	12.435	CARTAGENA	0	0	NY	0	0
BUCARAMANGA	77.517	8.194	CHIC	0	0	OXF	0	0
BARC	36	3.805	CAMB	0	0	BOST	0	0
AMS-HAG	26.4	2.791	FUSAGASUGA	0	0	BOYACA	0	0
MOS	12.95	1.369	HEID	0	0	PASTO	0	0
COLOG	8.167	0.863	HOU	0	0	POPAYAN	0	0
PAMPLONA	7.45	0.788	BEIJ	0	0	QUINDIO	0	0
PAR	7.117	0.752	FLORENCIA	0	0	ROM	0	0
STOCK	4.917	0.52	MAD	0	0	SANTAMARIA	0	0





localizados exclusivamente en Bogotá, único centros en el que se ubicaban pares colombianos de autores Europeos (Madrid, Paris, Londres, Barcelona, Milán y Roma). Posteriormente este tejido de relaciones se complejiza a través de más nodos o Centros de Mediación "CM" en Colombia, hasta llegar en el último cuatrienio (1998 - 2002) a ampliarse, como se dijo con la participación de ciudades como Bucaramanga que se involucra directamente en coautorías con algunos de los centros de mayor intermediación mundial.

### **3. Cuestiones metodológicas para construir indicadores de redes territoriales de CO-INCIDENCIA global.**

Enseguida algunas de las dimensiones territoriales para el análisis de redes. En el caso Colombiano, tales dimensiones son el resultado de los denominados análisis de redes sociales (Social Network Analysis) a los artículos publicados en coautoría. Los casos más sobresalientes son aquellas que se encuentran en el cruce de tres condiciones:

- Áreas temáticas más dinámicas y con alto índice de citaciones de publicaciones colombianas
- Programas de ciencia y tecnología con mayor cobertura territorial;

Como consecuencia de estas dos,

- Aumento en la complejización de relaciones de manera que permitan ir más allá de las coautorías entre pares locales

Desde el punto de vista metodológico, además de medir la contribución en los índices de impacto de publicaciones, se estaría evaluando el aporte en la construcción de tejido institucional (local, regional, nacional e incluso global).

Estas tres condiciones ideales sumadas, pueden servir de límite superior de un indicador de CO-INCIDENCIA, el cual, evaluado periódicamente, daría cuenta del dinamismo de los

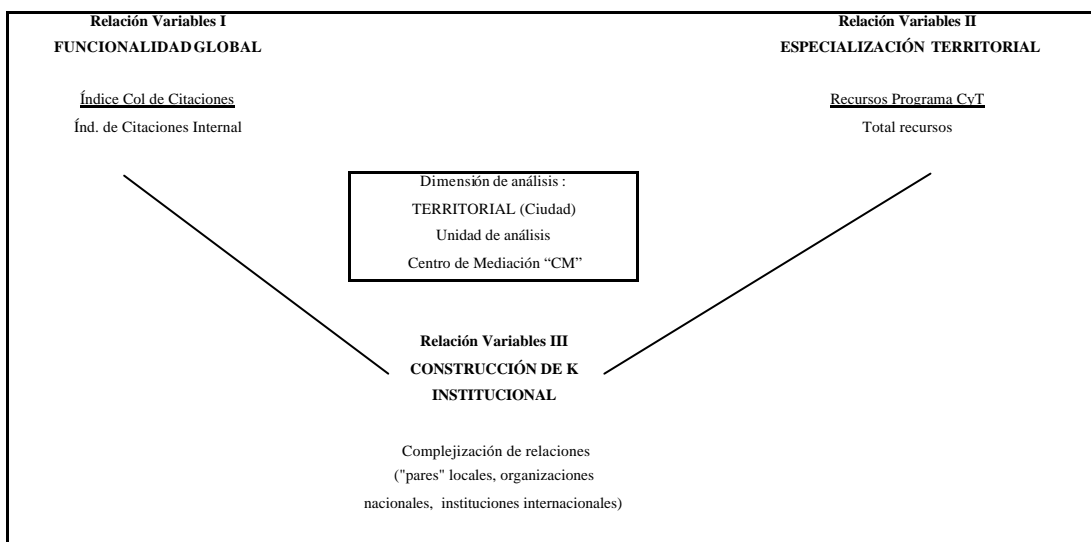
'centros colombianos de mediación' CM<sup>15</sup>. Se trata de identificar aquellos centros (CM) que aglutinan investigaciones en coautoría entre dos o más agentes, alguno de los cuales *se sitúa* en un campo de la problemática nacional. El indicador estará medido por tres relaciones de variables:

Rel. Var. I = FUNCIONALIDAD GLOBAL: Peso, o incidencia, en las publicaciones<sup>16</sup>

Rel. Var. II = ESPECIALIZACIÓN TERRITORIAL: Índice de dispersión/especialización

Rel. Var. III = CONSTRUCCIÓN DE CAPITAL INSTITUCIONAL: Número de organismos involucrados.

Esquemáticamente el indicador se operacionaliza de la siguiente forma



No sobra aclarar que estas tres relaciones de variables se deberán observar en su dimensión dinámica. Así, el indicador de CO-INCIDENCIA permitirá ir dibujando el ciclo de aprendizaje de la red. De esa forma, permitirá evidenciar el momento en el que se presentan saltos de redes locales a globales como el que registran las coautorías en el Área de Física.

<sup>15</sup> Los CM son nodos de conocimiento de una red de coautorías con investigadores internacionales. Pueden localizarse físicamente en el territorio nacional desde donde cumplen un rol de intermediación de investigaciones dentro del SNCyT.

<sup>16</sup> En un principio la propuesta sería que el porcentaje de citaciones se estableciera frente a parámetros de citación de bases indexadas internacionales; y, en un futuro, se ponderaría cada vez con mayor peso frente a parámetros definidos por el publindeix nacional. Ver detalle en HERRERA "El Impacto internacional ..."

**Tabla 14. Programas de mayor competencia Universitaria**

Institución por Departamento	Total general (*)		Ciencia y Tecnología de la Salud		Estudios Científicos de la Educación		Ciencias Sociales y Humanas		Ciencias Básicas	
<b>AMAZONAS</b>	0,18%	0,16%			3,74%	0,55%				
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	0,14%	0,11%			3,74%					
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE LETICIA	0,04%	0,05%				0,55%				
<b>ANTIOQUIA</b>	12,84%	15,23%	22,46%	23,36%	14,27%	10,44%	9,22%	9,71%	20,43%	25,09%
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	5,66%	8,36%	17,09%	16,42%	13,02%	9,89%	5,63%	6,47%	11,72%	13,94%
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLIN	2,08%	2,86%					0,97%	0,97%	3,11%	6,27%
CORPORACION PARA INVESTIGACIONES BIOLOGICAS	1,51%	1,98%	4,94%	5,11%					4,38%	3,83%
CERVECERIA UNION S.A.	0,75%	0,05%								
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	0,69%	0,60%					0,47%	0,32%	1,22%	1,05%
UNIVERSIDAD ESCUELA DE ADMINISTRACION Y FINANZAS Y TECNOLOGICAS	0,63%	0,49%			1,25%	0,55%				
GUASI INTI LTDA	0,44%	0,05%								
CONFECCIONES ANTONELLA S.A.	0,40%	0,05%								
COMPAÑIA DE SERVICIOS S.A.	0,23%	0,05%								
CORPORACION DE VIVIENDA Y DESARROLLO SOCIAL	0,27%	0,05%								
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD.CES	0,13%	0,44%	0,43%	1,82%			1,11%	0,65%		
CORPORACION PARA LA INVESTIGACION Y LA DOCENCIA ECONOMICA	0,06%	0,22%					1,05%	1,29%		
<b>ATLANTICO</b>	2,71%	1,87%	0,34%	0,36%	3,47%	6,04%	1,81%	2,59%	1,93%	1,05%
ACERIAS DE COLOMBIA S.A	1,18%	0,11%								
SIDERURGICA DEL NORTE	0,44%	0,05%								
UNIVERSIDAD DEL NORTE	0,39%	0,99%	0,34%	0,36%	2,55%	4,40%	1,71%	2,27%	1,04%	0,35%
SOCIEDAD DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE BARRANQUILLA S.A.	0,18%	0,05%								
ZOOAGRO LTDA ZOCRIA AGROINDUSTRIAL DEL ATLANTICO	0,13%	0,05%								
UNIVERSIDAD LIBRE DE BARRANQUILLA	0,12%	0,11%							0,89%	0,70%
UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO	0,09%	0,33%			0,92%	1,65%	0,11%	0,32%		
SUPERTIENDAS Y DROGUERIAS OLIMPICA S.A.	0,06%	0,05%								
SISCOM LTDA	0,06%	0,05%								
FUNDICIONES DE METALES DE LIMA LIMITADA	0,05%	0,05%								
<b>BOGOTA</b>	27,97%	28,86%	25,84%	28,10%	22,74%	20,88%	47,28%	45,63%	33,49%	33,10%
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTA	7,28%	10,28%	5,23%	6,20%	2,74%	2,75%	17,32%	18,77%	16,68%	18,12%
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	3,77%	6,32%	0,64%	1,46%	4,46%	5,49%	17,32%	15,86%	6,48%	6,97%
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA - SEDE BOGOTA	2,36%	4,18%	5,80%	9,49%	0,36%	0,55%	2,53%	1,94%	4,36%	4,18%
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. MIN SALUD	1,93%	2,09%	9,57%	9,12%					5,62%	3,48%
ASOCIACION NACIONAL DE ACUICULTORES DE COLOMBIA	1,91%	0,05%								
COMPAÑIA NACIONAL DE VIDRIOS S.A.	1,65%	0,11%								
CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA	1,53%	0,71%								
SCHLAGE LOCK DE COLOMBIA S.A.	1,30%	0,05%								
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN PALMA DE ACEITE	1,04%	0,27%								
INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA	0,76%	0,49%								
FUNDACION UNIVERSIDAD DE BOGOTA JORGE TADEO LOZANO	0,54%	0,82%							0,36%	0,35%
CENTRO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS	0,45%	0,27%	3,79%	1,09%						
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL	0,42%	1,04%			10,17%	9,34%	0,19%	0,32%		
EMPRESA COLOMBIANA DE TELECOMUNICACIONES	0,41%	0,27%								
FUNDACION INSTITUTO DE ESTUDIOS POLITICOS Y RELACIONES INTERNACIONALES AMIGOS DEL IEPRI	0,39%	0,77%					6,69%	4,53%		
GAVILAN S.A	0,50%									
HILACOL S.A.	0,47%									
INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS -ICONTEC	0,42%									
INCOLBESTOS S.A.	0,39%									
FUNDACION PARA LA EDUCACION SUPERIOR. F.E.S SOCIAL BOGOTÁ	0,21%	0,22%	0,80%	0,73%	3,49%	1,10%				
FUNDACION UNIVERSIDAD CENTRAL	0,24%	0,88%			1,51%	1,65%	3,23%	4,21%		
<b>BOLIVAR</b>	0,78%	1,04%	0,70%	1,46%			0,46%	0,65%	1,51%	1,74%
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA	0,66%	0,93%	0,70%	1,46%			0,46%	0,65%	1,51%	1,74%
CARPIELES	0,08%	0,05%								
CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRAFICAS E HIDROGRAFICAS	0,04%	0,05%								
<b>BOYACA</b>	1,24%	0,82%			1,71%	1,65%	0,21%	0,32%		
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA	0,62%	0,71%			1,71%	1,65%	0,21%	0,32%		
SIDERURGICA DE BOYACA S.A.	0,58%	0,05%								
CORPORACION UNIVERSITARIA DE BOYACA	0,04%	0,05%								
<b>CALDAS</b>	2,76%	1,37%	1,15%	1,09%			1,17%	0,97%	0,77%	1,05%
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DEL CAFÉ "PEDRO URIBE MEJIA"	2,06%	0,60%							0,12%	0,35%
UNIVERSIDAD DE CALDAS	0,35%	0,44%	1,15%	1,09%			0,86%	0,65%		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES	0,19%	0,22%							0,65%	0,70%
SIDERURGICA COLOMBIANA S.A.	0,15%	0,05%								
CENTRO REGIONAL DE ESTUDIOS CAFETEROS Y EMPRESARIALES	0,02%	0,05%					0,31%	0,32%		
<b>CAUCA</b>	0,75%	1,10%			1,42%	2,75%	1,29%	0,97%	1,17%	0,70%
UNIVERSIDAD DEL CAUCA	0,61%	0,88%			1,42%	2,75%	1,10%	0,65%	1,17%	0,70%
TELCONSULTA LTDA.	0,06%	0,05%								
ANTARES TECNOLOGIA LTDA	0,06%	0,05%								

(\*) El % de esta columna corresponde al total de los once (11) Programas

Institución por Departamento	Total general *( )		Ciencia y Tecnología de la Salud		Estudios Científicos de la Educación		Ciencias Sociales y Humanas		Ciencias Básicas	
FUNDACION SOL Y TIERRA	0,02%	0,05%								
CORPORACION MADREMONTE	0,01%	0,05%					0,19%	0,32%		
<b>CESAR</b>	<b>0,05%</b>	<b>0,05%</b>					<b>0,26%</b>			
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR	0,03%	0,05%								
CORPORACION MURUNDUA	0,02%						0,26%			
<b>CORDOBA</b>	<b>0,08%</b>	<b>0,11%</b>	<b>0,82%</b>	<b>0,73%</b>						
CORPORACION UNIVERSITARIA DEL SINU	0,05%	0,05%	0,54%	0,36%						
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	0,03%	0,05%	0,28%	0,36%						
<b>CUNDINAMARCA</b>	<b>3,69%</b>	<b>0,93%</b>			<b>0,84%</b>	<b>0,55%</b>				
CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA	3,56%	0,77%								
ALPINA PRODUCTOS ALIMENTICIOS S.A.	0,07%	0,05%								
FUNDACION CAMINOS DE IDENTIDAD	0,03%	0,05%			0,84%	0,55%				
SCHNEIDER INFORMATICA LTDA.	0,02%	0,05%								
<b>HUILA</b>	<b>0,34%</b>	<b>0,55%</b>	<b>1,35%</b>	<b>1,09%</b>	<b>0,59%</b>	<b>1,10%</b>	<b>0,27%</b>	<b>0,32%</b>	<b>0,26%</b>	<b>0,70%</b>
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA	0,33%	0,49%	1,35%	1,09%	0,59%	1,10%	0,27%	0,32%	0,26%	0,70%
PRODUCTOS ALIMENTICIOS LTDA.	0,01%	0,05%								
<b>LA GUAJIRA</b>	<b>0,04%</b>	<b>0,11%</b>			<b>0,08%</b>	<b>0,55%</b>				
UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA	0,04%	0,11%			0,08%	0,55%				
<b>MAGDALENA</b>	<b>1,87%</b>	<b>1,54%</b>			<b>0,19%</b>	<b>0,55%</b>	<b>0,33%</b>	<b>0,32%</b>		
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS DE PUNTA DE BETIN. INVEMAR	1,76%	1,26%								
UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA	0,08%	0,16%								
CENTRO REGIONAL DE ESTUDIOS, ASESORIA Y MONITOREO	0,02%	0,05%					0,33%	0,32%		
COLEGIO COMUNIDAD INDIGENA ARHUACA	0,01%	0,05%			0,19%	0,55%				
<b>META</b>	<b>0,20%</b>	<b>0,33%</b>			<b>0,75%</b>	<b>0,55%</b>				
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS ORIENTALES	0,20%	0,33%			0,75%	0,55%				
<b>NARIÑO</b>	<b>0,08%</b>	<b>0,66%</b>					<b>0,04%</b>	<b>0,32%</b>	<b>0,15%</b>	<b>0,70%</b>
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	0,08%	0,66%					0,04%	0,32%	0,15%	0,70%
<b>NORTE SANTANDER</b>	<b>0,02%</b>	<b>0,05%</b>								
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	0,02%	0,05%								
<b>QUINDIO</b>	<b>0,36%</b>	<b>0,33%</b>	<b>0,15%</b>	<b>0,36%</b>					<b>2,20%</b>	<b>1,05%</b>
UNIVERSIDAD DEL QUINDIO	0,34%	0,27%	0,15%	0,36%					2,20%	1,05%
UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA SEDE ARMENIA	0,02%	0,05%								
<b>RISARALDA</b>	<b>0,56%</b>	<b>0,27%</b>	<b>1,94%</b>	<b>1,09%</b>	<b>0,39%</b>	<b>1,65%</b>		<b>0,97%</b>	<b>0,52%</b>	<b>1,05%</b>
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA	0,51%	0,16%	1,94%	1,09%	0,39%	1,65%		0,97%	0,52%	1,05%
INDUSTRIAS ELECTRONICAS - MAGNETRON S.A.	0,04%	0,05%								
CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. CIAT	0,02%	0,05%								
<b>SAN ANDRES</b>	<b>0,05%</b>	<b>0,11%</b>			<b>0,65%</b>	<b>0,55%</b>				
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE SAN ANDRES	0,05%	0,11%			0,65%	0,55%				
<b>SANTANDER</b>	<b>5,76%</b>	<b>3,68%</b>	<b>3,17%</b>	<b>2,19%</b>	<b>5,33%</b>	<b>2,20%</b>	<b>1,49%</b>	<b>0,65%</b>	<b>8,68%</b>	<b>7,32%</b>
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	4,24%	3,35%	3,17%	2,19%	5,33%	2,20%	1,49%	0,65%	8,68%	7,32%
SISTEMAS Y COMPUTADORES LTDA	0,52%									
INSTITUTO COLOMBIANO DEL PETROLEO "JUAN JOSE TURBAY"	0,42%	0,16%								
CORPORACION PARA INVESTIGACION Y DESARROLLO EN ASFALTOS EN EL SECTOR TRANSPORTE E INDUSTRIAL	0,29%	0,11%								
INDUSTRIAS RAMBAL & CIA. LTDA.	0,29%	0,05%								
<b>SUCRE</b>	<b>0,11%</b>	<b>0,05%</b>								
LARVAS DE TOLU LTDA	0,11%	0,05%								
<b>TOLIMA</b>	<b>0,37%</b>	<b>0,16%</b>	<b>1,23%</b>		<b>0,33%</b>		<b>0,12%</b>			
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	0,14%		1,23%		0,33%		0,12%			
COOPERATIVA SERVIARROZ LTDA	0,08%									
TELEFONIA LTDA	0,06%	0,05%								
CARLIMA LTDA.	0,05%	0,05%								
CORPORACION UNIVERSITARIA DE IBAGUE	0,04%	0,05%								
<b>VALLE</b>	<b>13,31%</b>	<b>13,52%</b>	<b>23,73%</b>	<b>17,52%</b>	<b>15,55%</b>	<b>14,29%</b>	<b>13,49%</b>	<b>12,94%</b>	<b>21,91%</b>	<b>19,86%</b>
UNIVERSIDAD DEL VALLE	8,23%	10,61%	11,86%	10,95%	15,55%	14,29%	13,49%	12,94%	20,41%	17,77%
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZUCAR DE COLOMBIA	1,50%	0,49%								
FUNDACION CENTRO INTERNACIONAL DE ENTRENAMIENTO E INVESTIGACIONES MEDICAS	1,37%	1,37%	11,87%	6,57%					1,50%	2,09%
COMPAÑIA AGRICOLA ESPARRAGOS S.A.	0,50%	0,05%								
CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. CIAT	0,48%	0,27%								
CORPORACION BIOTEC	0,30%	0,16%								
COBRES DE COLOMBIA S.A.	0,29%	0,05%								
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA	0,23%	0,16%								
FUNDACION PARA LA INVESTIGACION Y EL DESARROLLO AGRICOLA	0,18%	0,16%								
CENTRO DE PRODUCTIVIDAD DEL PACIFICO	0,13%	0,16%								
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA - SEDE CALI	0,13%									
<b>TOTAL PARTICIPACIÓN PRINCIPALES INSTITUCIONES POR DEPARTAMENTO</b>	<b>76,14%</b>	<b>72,95%</b>	<b>82,88%</b>	<b>77,37%</b>	<b>72,04%</b>	<b>64,29%</b>	<b>77,43%</b>	<b>76,38%</b>	<b>93,01%</b>	<b>93,38%</b>
Porcentaje participación del resto de instituciones	23,86%	27,05%	17,12%	22,63%	27,96%	35,71%	22,57%	23,62%	6,99%	6,62%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

**Tabla 15 Programas de mayor competencia de Entidades Privadas**

Institución por Departamento	Total general		Ciencia y Tecnologías Agropecuarias		Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad		Electrónica, Telecomunicaciones e Informática		Biotecnología	
<b>AMAZONAS</b>	<b>0.18%</b>	<b>0.16%</b>								
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	0.14%	0.11%								
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE LETICIA	0.04%	0.05%								
<b>ANTIOQUIA</b>	<b>12.84%</b>	<b>15.23%</b>	<b>3.94%</b>	<b>5.83%</b>	<b>13.32%</b>	<b>8.21%</b>	<b>5.68%</b>	<b>11.76%</b>	<b>11.08%</b>	<b>14.15%</b>
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	5.66%	8.36%	3.08%	4.17%	1.35%	2.99%	0.38%	1.96%	0.54%	1.89%
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLIN	2.08%	2.86%	0.86%	1.67%	0.17%	0.75%	2.18%	4.90%	3.81%	1.89%
CORPORACION PARA INVESTIGACIONES BIOLOGICAS	1.51%	1.98%							6.72%	10.38%
CERVECERIA UNION S.A.	0.75%	0.05%			4.14%	0.75%				
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	0.69%	0.60%			0.21%	0.75%	0.41%	0.98%		
UNIVERSIDAD ESCUELA DE ADMINISTRACION Y FINANZAS Y TECNOLOGICAS	0.63%	0.49%					2.36%	2.94%		
GUASI INTI LTDA	0.44%	0.05%			2.46%	0.75%				
CONFECCIONES ANTONELLA S.A.	0.40%	0.05%			2.20%	0.75%				
COMPAÑIA DE SERVICIOS S.A.	0.23%	0.05%			1.26%	0.75%				
CORPORACION DE VIVIENDA Y DESARROLLO SOCIAL	0.27%	0.05%			1.52%	0.75%				
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD.CES	0.13%	0.44%					0.34%	0.98%		
CORPORACION PARA LA INVESTIGACION Y LA DOCENCIA ECONOMICA	0.06%	0.22%								
<b>ATLANTICO</b>	<b>2.71%</b>	<b>1.87%</b>	<b>0.80%</b>	<b>0.83%</b>	<b>9.74%</b>	<b>4.48%</b>	<b>3.64%</b>	<b>1.96%</b>		
ACERIAS DE COLOMBIA S.A	1.18%	0.11%			6.54%	1.49%				
SIDERURGICA DEL NORTE	0.44%	0.05%			2.46%	0.75%				
UNIVERSIDAD DEL NORTE	0.39%	0.99%			0.11%	0.75%				
SOCIEDAD DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE BARRANQUILLA S.A. E.S.P	0.18%	0.05%					2.80%	0.98%		
ZOOAGRO LTDA ZOOERIA AGROINDUSTRIAL DEL ATLANTICO	0.13%	0.05%	0.80%	0.83%						
UNIVERSIDAD LIBRE DE BARRANQUILLA	0.12%	0.11%								
UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO	0.09%	0.33%								
SUPERTIENDAS Y DROGUERIAS OLIMPICA S.A.	0.06%	0.05%			0.35%	0.75%				
SISCOM LTDA	0.06%	0.05%					0.84%	0.98%		
FUNDICIONES DE METALES DE LIMA LIMITADA	0.05%	0.05%			0.27%	0.75%				
<b>BOGOTA</b>	<b>27.97%</b>	<b>28.86%</b>	<b>28.86%</b>	<b>25.83%</b>	<b>27.71%</b>	<b>8.96%</b>	<b>23.61%</b>	<b>27.45%</b>	<b>41.78%</b>	<b>37.74%</b>
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTA	7.28%	10.28%	4.73%	7.50%	1.41%	3.73%	3.82%	4.90%	11.90%	13.21%
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	3.77%	6.32%					11.35%	13.73%	3.00%	3.77%
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA - SEDE BOGOTA	2.36%	4.18%	1.44%	3.33%			2.28%	3.92%	4.78%	9.43%
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. MIN SALUD	1.93%	2.09%							3.56%	2.83%
ASOCIACION NACIONAL DE ACUICULTORES DE COLOMBIA	1.91%	0.05%	12.04%	0.83%						
COMPAÑIA NACIONAL DE VIDRIOS S.A	1.65%	0.11%			9.17%	1.49%				
CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA	1.53%	0.71%	2.87%	5.00%					17.16%	6.60%
SCHLAGE LOCK DE COLOMBIA S.A.	1.30%	0.05%			7.24%	0.75%				
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN PALMA DE ACEITE	1.04%	0.27%	6.58%	4.17%						
INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA	0.76%	0.49%								
FUNDACION UNIVERSIDAD DE BOGOTA JORGE TADEO LOZANO	0.54%	0.82%	1.19%	5.00%						
CENTRO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS	0.45%	0.27%							1.38%	1.89%
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL	0.42%	1.04%								
EMPRESA COLOMBIANA DE TELECOMUNICACIONES	0.41%	0.27%					6.16%	4.90%		
FUNDACION INSTITUTO DE ESTUDIOS POLITICOS Y RELACIONES INTERNACIONALES										
AMIGOS DEL IEPRI	0.39%	0.77%								
GAVILAN S.A	0.50%				2.78%	0.75%				
HILACOL S.A.	0.47%				2.63%	0.75%				
INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICASICONTEC	0.42%				2.33%	0.75%				
INCOLBESTOS S.A.	0.39%				2.14%	0.75%				
FUNDACION PARA LA EDUCACION SUPERIOR. F.E.S SOCIAL BOGOTÁ	0.21%	0.22%								
FUNDACION UNIVERSIDAD CENTRAL	0.24%	0.88%								
<b>BOLIVAR</b>	<b>0.78%</b>	<b>1.04%</b>			<b>0.03%</b>	<b>0.75%</b>			<b>5.18%</b>	<b>3.77%</b>
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA	0.66%	0.93%			0.03%	0.75%			3.84%	2.83%
CARPIELES	0.08%	0.05%							1.34%	0.94%
CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRAFICAS E HIDROGRAFICAS	0.04%	0.05%								
<b>BOYACA</b>	<b>1.24%</b>	<b>0.82%</b>	<b>0.69%</b>	<b>1.67%</b>					<b>0.96%</b>	<b>0.94%</b>
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA	0.62%	0.71%	0.69%	1.67%					0.96%	0.94%
SIDERURGICA DE BOYACA S.A.	0.58%	0.05%								
CORPORACION UNIVERSITARIA DE BOYACA	0.04%	0.05%								
<b>CALDAS</b>	<b>2.76%</b>	<b>1.37%</b>	<b>10.18%</b>	<b>4.17%</b>	<b>0.83%</b>	<b>0.75%</b>	<b>1.56%</b>	<b>0.98%</b>	<b>7.63%</b>	<b>5.66%</b>
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DEL CAFÉ "PEDRO URIBE MEJIA"	2.06%	0.60%	10.18%	4.17%					6.83%	4.72%
UNIVERSIDAD DE CALDAS	0.35%	0.44%					1.56%	0.98%	0.79%	0.94%
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES	0.19%	0.22%								
SIDERURGICA COLOMBIANA S.A.	0.15%	0.05%			0.83%	0.75%				
CENTRO REGIONAL DE ESTUDIOS CAFETEROS Y EMPRESARIALES	0.02%	0.05%								
<b>CAUCA</b>	<b>0.75%</b>	<b>1.10%</b>	<b>0.17%</b>	<b>0.83%</b>			<b>5.75%</b>	<b>5.88%</b>		
UNIVERSIDAD DEL CAUCA	0.61%	0.88%	0.17%	0.83%			3.99%	3.92%		
TELCONSULTA LTDA.	0.06%	0.05%					0.92%	0.98%		
ANTARES TECNOLOGIA LTDA	0.06%	0.05%					0.84%	0.98%		
FUNDACION SOL Y TIERRA	0.02%	0.05%								
CORPORACION MADREMONTE	0.01%	0.05%								
<b>CESAR</b>	<b>0.05%</b>	<b>0.05%</b>	<b>0.19%</b>	<b>0.83%</b>						

Institución por Departamento	Total general		Ciencia y Tecnologías Agropecuarias		Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad		Electrónica, Telecomunicaciones e Informática		Biotecnología	
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR	0.03%	0.05%	0.19%	0.83%						
CORPORACION MURUNDUA	0.02%									
<b>CORDOBA</b>	<b>0.08%</b>	<b>0.11%</b>								
CORPORACION UNIVERSITARIA DEL SINU	0.05%	0.05%								
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	0.03%	0.05%								
<b>CUNDINAMARCA</b>	<b>3.69%</b>	<b>0.93%</b>	<b>19.80%</b>	<b>5.83%</b>			<b>0.37%</b>	<b>0.98%</b>	<b>2.66%</b>	<b>2.83%</b>
CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA	3.56%	0.77%	19.80%	5.83%					2.66%	2.83%
ALPINA PRODUCTOS ALIMENTICIOS S.A.	0.07%	0.05%								
FUNDACION CAMINOS DE IDENTIDAD	0.03%	0.05%								
SCHNEIDER INFORMATICA LTDA.	0.02%	0.05%					0.37%	0.98%		
<b>HUILA</b>	<b>0.34%</b>	<b>0.55%</b>			<b>0.05%</b>	<b>0.75%</b>				
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA	0.33%	0.49%								
PRODUCTOS ALIMENTICIOS LTDA.	0.01%	0.05%			0.05%	0.75%				
<b>LA GUAJIRA</b>	<b>0.04%</b>	<b>0.11%</b>								
UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA	0.04%	0.11%								
<b>MAGDALENA</b>	<b>1.87%</b>	<b>1.54%</b>								
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS DE PUNTA DE BETIN. INVEMAR	1.76%	1.26%								
UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA	0.08%	0.16%								
CENTRO REGIONAL DE ESTUDIOS, ASESORIA Y MONITOREO	0.02%	0.05%								
COLEGIO COMUNIDAD INDIGENA ARHUACA	0.01%	0.05%								
<b>META</b>	<b>0.20%</b>	<b>0.33%</b>	<b>0.75%</b>	<b>2.50%</b>						
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS ORIENTALES	0.20%	0.33%	0.75%	2.50%						
<b>NARIÑO</b>	<b>0.08%</b>	<b>0.66%</b>	<b>0.23%</b>	<b>5.83%</b>						
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	0.08%	0.66%	0.23%	5.83%						
<b>NORTE SANTANDER</b>	<b>0.02%</b>	<b>0.05%</b>								
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	0.02%	0.05%								
<b>QUINDIO</b>	<b>0.36%</b>	<b>0.33%</b>	<b>0.11%</b>	<b>0.83%</b>						
UNIVERSIDAD DEL QUINDIO	0.34%	0.27%								
UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA SEDE ARMENIA	0.02%	0.05%	0.11%	0.83%						
<b>RISARALDA</b>	<b>0.56%</b>	<b>0.27%</b>		<b>2.50%</b>	<b>0.22%</b>	<b>2.99%</b>	<b>0.62%</b>	<b>2.94%</b>	<b>3.01%</b>	<b>3.77%</b>
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA	0.51%	0.16%		2.50%		2.24%	0.62%	2.94%	2.73%	2.83%
INDUSTRIAS ELECTRONICAS - MAGNETRON S.A.	0.04%	0.05%			0.22%	0.75%				
CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. CIAT	0.02%	0.05%							0.28%	0.94%
<b>SAN ANDRES</b>	<b>0.05%</b>	<b>0.11%</b>								
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE SAN ANDRES	0.05%	0.11%								
<b>SANTANDER</b>	<b>5.76%</b>	<b>3.68%</b>			<b>2.29%</b>	<b>2.24%</b>	<b>10.50%</b>	<b>2.94%</b>	<b>0.50%</b>	<b>0.94%</b>
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	4.24%	3.35%			0.66%	1.49%	2.61%	1.96%	0.50%	0.94%
SISTEMAS Y COMPUTADORES LTDA	0.52%						7.89%	0.98%		
INSTITUTO COLOMBIANO DEL PETROLEO "JUAN JOSE TURBAY"	0.42%	0.16%								
CORPORACION PARA INVESTIGACION Y DESARROLLO EN ASFALTOS EN EL SECTOR TRANSPORTE E INDUSTRIAL	0.29%	0.11%								
INDUSTRIAS RAMBAL & CIA. LTDA.	0.29%	0.05%			1.62%	0.75%				
<b>SUCRE</b>	<b>0.11%</b>	<b>0.05%</b>								
LARVAS DE TOLU LTDA	0.11%	0.05%								
<b>TOLIMA</b>	<b>0.37%</b>	<b>0.16%</b>	<b>0.85%</b>	<b>0.83%</b>			<b>0.64%</b>	<b>0.98%</b>		
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	0.14%									
COOPERATIVA SERVIARROZ LTDA	0.08%		0.51%							
TELEFONIA LTDA	0.06%	0.05%								
CARLIMA LTDA.	0.05%	0.05%	0.34%	0.83%						
CORPORACION UNIVERSITARIA DE IBAGUE	0.04%	0.05%					0.64%	0.98%		
<b>VALLE</b>	<b>13.31%</b>	<b>13.52%</b>	<b>16.26%</b>	<b>14.17%</b>	<b>8.44%</b>	<b>5.97%</b>	<b>5.93%</b>	<b>9.80%</b>	<b>9.73%</b>	<b>11.32%</b>
UNIVERSIDAD DEL VALLE	8.23%	10.61%	0.90%	1.67%	4.99%	1.49%	3.00%	5.88%	4.10%	6.60%
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZUCAR DE COLOMBIA	1.50%	0.49%	9.11%	6.67%						
FUNDACION CENTRO INTERNACIONAL DE ENTRENAMIENTO E INVESTIGACIONES MEDICAS	1.37%	1.37%							0.32%	0.94%
COMPANIA AGRICOLA ESPARRAGOS S.A.	0.50%	0.05%	3.13%	0.83%						
CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. CIAT	0.48%	0.27%	1.10%	1.67%					4.88%	2.83%
CORPORACION BIOTEC	0.30%	0.16%			1.50%	1.49%			0.43%	0.94%
COBRES DE COLOMBIA S.A.	0.29%	0.05%			1.63%	0.75%				
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA	0.23%	0.16%	1.38%	1.67%						
FUNDACION PARA LA INVESTIGACION Y EL DESARROLLO AGRICOLA	0.18%	0.16%	0.63%	1.67%						
CENTRO DE PRODUCTIVIDAD DEL PACIFICO	0.13%	0.16%			0.33%	1.49%	1.02%	0.98%		
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA - SEDE CALI	0.13%					0.75%	1.90%	2.94%		
<b>TOTAL PARTICIPACIÓN PRINCIPALES INSTITUCIONES POR DEPARTAMENTO</b>	<b>76.14%</b>	<b>72.95%</b>	<b>82.83%</b>	<b>72.50%</b>	<b>62.63%</b>	<b>35.07%</b>	<b>58.29%</b>	<b>65.69%</b>	<b>82.52%</b>	<b>81.13%</b>
Porcentaje de participación del resto de instituciones	23.86%	27.05%	17.17%	27.50%	37.37%	64.93%	41.71%	34.31%	17.48%	18.87%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

## BIBLIOGRAFÍA

- BELIS–BERGOUGNAN, M et al (2002) "Les politiques technologiques peuvent-elles être locales?" EN XXXVIII colloque annuel de L'ASRDF": Tendances spatiales contemporaines et leur impact sur l'avenir des régions", Trois-Rivières, 21-23 août, 36 p.
- BRYSON, J.R. (2000) "Knowledge, Space, Economy". E-libro 345 p.
- COENEN, L. et al (2003) The role of proximities for knowledge dynamics in a cross-border region: biotechnology in Øresund. Paper presented IN DRUID Summer Conference "Creating, Sharing and Transferring Knowledge. The role of geography. Institutions and Organizations. Copenhagen, June 12-14
- COWAN, K. David P., et Foray D. (2000) "The explicit Economics of Knowledge Codification and Tacitness". **En** Industrial and Compared Change, Vol. 9, November, pp: 211-253.
- ESTÉBANES, M (2002) "Impacto social de la ciencia y la tecnología: estrategias para su análisis". Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación (REDES), Argentina. [http://www.ricyt.org/Novedades/Articulos\\_librote/Impacto.pdf](http://www.ricyt.org/Novedades/Articulos_librote/Impacto.pdf)
- FRENCH, Sh. (2000) "Rescaling the economic geography of knowledge and information: constructing, life assurance market", **EN** Geoforum Vol. 31, pp:101-19
- HANNEMAN, R. (2001) "Introduction to Social Network Methods"
- HERRERA, B (2000) "Redes Locales de aprendizaje e innovación, hacia una nueva interpretación de la dinámica territorial" **En** encuentro Internacional CIDER **La región en Colombia del siglo XXI**, impreso 17p.
- HERRERA, B (1999) "Fortalecimiento a la estrategia de regionalización dentro del Sistema Nacional de CyT", CIDER-Colciencias, Informe de investigación
- MARSDEN, P (2002) "Egocentric and Sociocentric measures of network centrality" En Social Networks 24, pp 407 – 422.
- POLANYI, M (1969) "Knowing and Being. Essays by Michael Polanyi", En Marjorie Grene (ED) Routhledge and Kegan Paul. London.
- SANZ, L et al (2002) "Capacidades científico-técnicas y centros de investigación competitivos en las regiones españolas (1996-2001)", impreso 26 p. Trabajo aceptado por Economía Industrial.
- WICHMANN, Ch et al (2002) The topo-Level Global Resarch System, 1977-79. Centres, Networks and Nodality. An Analysis Based on Bibliometric Indicators. **En** Urban Studies, Vol 39 Nos. 5-6 903-927



## Tercer documento

# UNA LECTURA ENCAMINADA A LA IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS DE LAS ACTAS

Adriana Silva\*

**Resumen:** Se presenta una propuesta metodológica para la descripción e interpretación de los discursos registrados en las actas a partir de su segmentación en unidades de análisis y la organización de la información contenida en éstas; esto con el fin de evaluar las políticas de investigación adoptadas por los Consejos nacionales de programa de ciencia y tecnología.

**Palabras Clave:** acta, acción, Teoría de la acción, políticas de investigación.

Aequatio dicta factis

La necesidad de analizar las actas de los programas nacionales de ciencia y tecnología, fuentes primarias de información, surge por el interés de describir la política de investigación implementada por los Consejos de los programas nacionales de Ciencia y Tecnología en el marco del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. El objetivo fundamental del análisis consiste en evaluar las políticas de investigación adoptadas por los Consejos de programa en la década de los noventa, construyendo una propuesta metodológica para la descripción e interpretación de los discursos registrados en las actas.

El decreto 585 de 1991 concibe el Programa<sup>1</sup> como las relaciones que se construyen entre dos tipos de actores, coordinadores y coordinados. Los primeros corresponden a los Consejos nacional y de programa, que se encargan de orientar y definir políticas, conseguir y distribuir recursos. Los últimos responden a las señales emitidas por los primeros, reorientando sus actividades en correspondencia a las políticas. Para los propósitos de este estudio, se entenderán las relaciones entre los dos tipos de actores como actos de habla<sup>2</sup> -apelando a la Teoría de la acción- es decir como dispositivos de coordinación de una acción, entendiendo ésta como una sucesión de eventos que producen un cambio en el tiempo<sup>3</sup>. Esta elección teórica permite

---

\*Estudiante de lingüística. Universidad Nacional de Colombia. Joven investigadora OCyT. Contacto: asilva@ocyt.org.co

1 "...cada uno de estos programas se ha concebido como un ámbito de preocupaciones científicas y tecnológicas estructurado por objetivos, metas y tareas fundamentales que se materializan en proyectos y otras actividades complementarias, que realizan entidades públicas y privadas, organizaciones comunitarias o personas naturales. Los programas nacionales son orientados por un Consejo de programa integrado por investigadores, miembros del sector privado y funcionarios del Estado. Los Consejos definen políticas, planean, consiguen y distribuyen recursos". Vinck (1995)

2 Hablar es ejecutar actos de habla. Según Austin (1962) y Searle (1980), los actos de habla tienen cuatro categorías: locutivos, acto ejecutado al emitir un sonido; ilocutivos, acto ejecutado al enunciar algo; perlocutivos, acto ejecutado por enunciar algo, produce un efecto en el oyente.

3 Para una descripción detalla de la Teoría de la acción véase Van Dijk (1998).

identificar a los actores como asistentes de una relación comunicativa hablante-oyente y al programa como coordinador de la dinámica de actos de habla satisfactorios.

Así las cosas, un acta puede definirse, en términos generales, como el registro público de las acciones, evidenciadas en las intervenciones efectivamente realizadas por actores sociales reales en circunstancias históricamente fechadas, y particularmente como el registro de las dinámicas entre las acciones orientadoras del consejo y las acciones coordinadas de los investigadores<sup>4</sup>.

Según Villaveces<sup>5</sup> “*no hay impacto sin acción*”, a lo cual se podría agregar “no hay acción sin intención”. Si la intención es la acción misma, ésta debe estar acompañada de un propósito. El análisis de las actas permite hacer una revisión estricta tanto de las intenciones como de los propósitos de un Consejo. Si una acción falla, no es una acción. Si se tiene la intención pero no se logra el propósito, no hay éxito. Si se cumple tanto la intención como el propósito, hay éxito. Si hay éxito hay impacto.

Explorar un acta<sup>6</sup>, fuente primaria de información, permite identificar su estructura; el proceso de reconocimiento de ésta implica: a) identificar categorías, es decir, segmentar el acta en unidades de análisis; b) organizar la información contenida en las unidades de análisis, esto es caracterizar los campos por propiedades comunes; c) relacionar los campos según propósitos.

Al identificar las categorías de un acta se obtienen dos unidades de análisis: a) una unidad nominal en donde se ubican lugares como la “referencia” (nombre del consejo de programa, número de acta), el “ambiente” (fecha de la reunión del consejo, lugar en donde se lleva a cabo la reunión), “los asistentes” (presentes o no presentes) y sus roles socio-comunicativos (director, subdirector, delegado, invitado); b) una unidad verbal, “orden del día”, en donde se evidencian las acciones desarrolladas por los asistentes.

Los datos conseguidos y las relaciones que se crean en la unidad de análisis nominal pueden generar preguntas simples, objeto de un primer estudio; la organización de la información por agrupaciones lógicas, permitiría las siguientes relaciones: número de reuniones realizadas

---

4 “Las actas son señales, traducciones de los debates que se desarrollan en el seno de los comités. Permiten dirigir la aparición de ciertos debates, identificar los argumentos, dibujar las redes de alianzas, etc. El análisis de las actas permite evidenciar, entre otras, las razones que han conducido a la evaluación que se debe hacer de la investigación, a privilegiar ciertos sectores científicos o tecnológicos y a optar por ciertos procedimientos, criterios o clasificaciones. Por esta razón, las actas contribuyen a la comprensión de la dinámica y de la orientación de las políticas de los programas de investigación.” Vinck (1995)

5 Véase “Notas hacia un documento sobre la medición del impacto de la ciencia y la tecnología”

6 “Clásicamente, un acta comprende los siguientes datos: lugar y fecha de la reunión, lista de las personas presentes y su cualificación, orden del día previsto, el acta de los debates y de las decisiones tomadas en la reunión así como las condiciones concernientes a la siguiente reunión” Vinck (1995)

durante el período de observación, número de reuniones al año, número de asistentes por período de observación, número de asistentes por reunión. En el caso de las actas de los Consejos de programa se tendría una descripción inicial del comportamiento y del funcionamiento de éste. Los siguientes datos se obtienen del estudio del Programa de Biotecnología que se desarrolla actualmente en el período 1991-2002.

Tabla 1. Programa Biotecnología

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1991											1	2
1992	3	4		5			6			7	8	
1993	9			10	11		12	13		14		15
1994		16		17	18			20			21 / 22	23
1995		24			25		26	27	28	29		
1996		30 / 31	32		33 / 34			35		36		37
1997				38		39			40		41	
1998		42	43		44/45							
1999							46				47	
2000								48				
2001		49				50			51		52	
2002				53/54		55	56					57

Reuniones realizadas por el Consejo, los dígitos corresponden al número del acta.

Gráfico 1. Número de asistentes por sesión

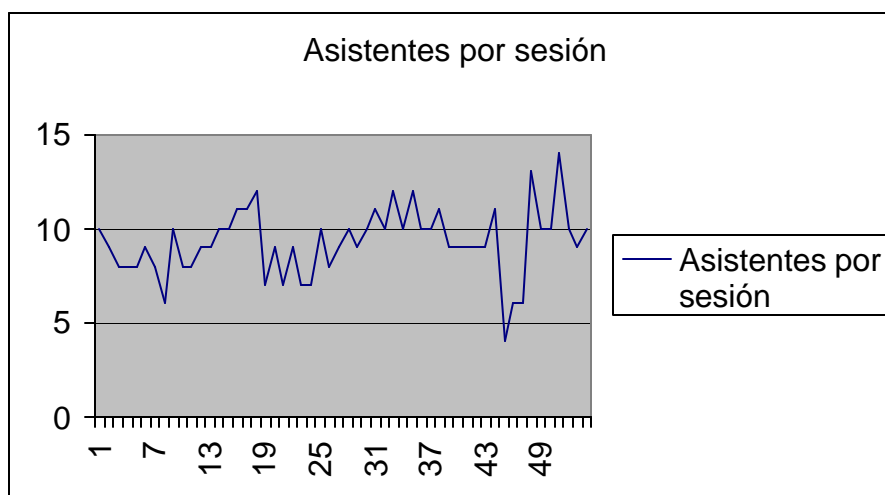


Tabla 3. Número de Intervenciones por Institución

MIEMBROS CONSEJO	INTERVENCIONES
DIRECCIÓN COLCIENCIAS	53
SUBDIRECCIÓN PROGRAMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA COLCIENCIAS	63
SECRETARÍA TÉCNICA	140
DNP	25
SENA	3
CONSEJEROS	491
INVITADOS	21

En la unidad de análisis verbal, “orden del día”, la información se obtiene de la relación participante-intervención<sup>7</sup>. Las intervenciones son unidades semánticas emitidas por un hablante, y están conformadas por proposiciones que, dependiendo de los conectivos, se clasifican en subordinantes y coordinantes; estas proposiciones a su vez contienen palabras, organizadas según una estructura lógica, dando sentido a la proposición. Las intervenciones realizadas o no realizadas por los participantes presentan la dinámica de las acciones del Consejo. En la Tabla 4 se presenta el número de intervenciones realizadas por el DNP en el período 1991-2002. Se incluye la columna Verbo 1 para describir la acción desarrollada por el hablante. La Tabla 5 presenta un registro completo de una intervención.

Tabla 4. Intervenciones del DNP

fecha	acta	persona	Verbo 1
17/12/91	2	Delegado DNP	Expone
17/07/92	6	Delegado DNP	Se excusa por no asistir
02/10/92	7	Delegado DNP	Se excusa por no asistir
27/11/92	8	Delegado DNP	Se excusa por no asistir
26/01/93	9	Delegado DNP	Se excusa por no asistir
14/04/93	10	Delegado DNP	Se excusa por no asistir
06/05/93	11	Delegado DNP	Se excusa por no asistir
04/02/94	16	Delegado DNP	Expone
04/02/94	16	Delegado DNP	Manifiesta
06/04/94	17	Delegado DNP	Opina
02/12/94	23	Delegado DNP	Se excusa por no asistir
05/05/95	25	Delegado DNP	Se excusa por no asistir
07/07/95	26	Delegado DNP	Entrega
08/09/95	28	Delegado DNP	Se excusa por no asistir
08/04/97	38	Delegado DNP	Se excusa por no asistir
18/11/97	41	Delegado DNP	Se excusa por no asistir
16/02/01	49	Delegado DNP	Comenta
19/06/01	50	Delegado DNP	Presenta
26/09/01	51	Delegado DNP	Solicita
26/09/01	51	Delegado DNP	Pregunta
26/09/01	51	Delegado DNP	Informa
04/04/02	54	Delegado DNP	Introduce
04/04/02	54	Delegado DNP	Informa
04/04/02	54	Delegado DNP	Enviará
17/07/02	56	Delegado DNP	Recomienda

<sup>7</sup> En el caso de las actas de los Consejos de Programa, el orden del día tiene una estructura interna: aprobación del acta anterior, informe de Colciencias/Secretaría Técnica, varios y presentación de proyectos (nuevos, en desarrollo, finales). La información de ésta unidad, escogida para analizar, recoge los tres primeros lugares. Los proyectos son organizados en archivos diferentes.

Tabla 5. Registro de intervención

Acta	Participante	Institución	Intervención
2	Jorge Ramírez	DNP	Expone la necesidad de reflexionar sobre la definición de la política y la orientación de la investigación. Destaca el conflicto que se plantea entre la evaluación por pares, anónima, realizada por la Secretaría Técnica y la opinión de los miembros del Consejo. Cree que el Consejo debe asumir como parte de sus funciones el análisis y la discusión de los proyectos.

Hacer una revisión sólo de las palabras (unidades léxicas) permite realizar análisis tanto léxicos como lexicométricos. Obtener el número de palabras utilizadas en un período de observación, su frecuencia, su tipología, permitiría, por ejemplo, conocer la relevancia de un tema<sup>8</sup> en un Consejo –por sustantivos-; verificar sus acciones –por verbos-; reconocer los argumentos utilizados por los asistentes sobre una tema por conectivos. Así mismo, la información clasificada por proposiciones, permitiría reconocer las temáticas relevantes en una sesión por las relaciones de jerarquía que se dan entre ellas. La manera de organizar la información permite realizar múltiples análisis, tanto en niveles gramaticales como pragmáticos.

La adopción, muy frecuente en estos tiempos, de programas de análisis estadísticos de textos permite manipular la información hasta un cierto nivel. Sin embargo, estructurarla presenta algunos inconvenientes:

- Recolección: las actas se encuentran en formato impreso
- Revisión: no se obtienen las actas de cada sesión; el número de páginas de las actas es incompleto.
- Revisión unidad de análisis: Las actas están mal redactadas, no especifican quien habla, no se incluyen los discursos de todos los participantes.

La propuesta metodológica permitiría, además, sugerir una técnica para la redacción de las actas. La investigación continúa su desarrollo y el propósito es aplicarla a los Consejos de Programa Nacionales de Colciencias.

---

<sup>8</sup> Ver anexo



## Bibliografía

Austin, J. (1962). Palabras y cosas, Buenos Aires: Paidós.

Colciencias (1993). Tecnologías de la Vida Para el desarrollo: Bases para un Plan del Programa Nacional de Biotecnología.

Searl, J. (1980). Actos de Habla, Madrid: Cátedra.

Van Dijk, T. (1998). Texto y Contexto, Cátedra.

Vinck D. (1995). *Gestion stratégique et rôle des comités de programme*. En Callon M., Laredo P., Mustar P. *Le gestion stratégique de la recherche et de la technologie. L'évaluation des programmes*. Paris: CPE-Económica.

## Anexo

De 796 intervenciones realizadas por el Consejo del programa nacional de Biotecnología en el período 1991-2002 se presentan las intervenciones que hablan sobre el Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología –CIIGB- y su desarrollo en un período de 10 años.

Temática: Consolidar la capacidad científica nacional

Tema: Tejido de redes de actividad CyT

Fecha	Acta	Participante	Intervención
17/12/1991	2	Secretaría técnica	Plantea que es necesario definir una estrategia de participación en los programas de cooperación internacional que han sido decisivos para el avance de la Biotecnología en Colombia los principales son: El Centro Internacional de ingeniería Genética y Biotecnología -CIIGB- (ICGEB en inglés); El Programa Regional de Biotecnología PNUD-UNESCO-ONUDI; El Programa Multinacional de Biotecnología y Tecnología de Alimentos de la OEA; El Programa de Biotecnología de la Corporación Andina de Fomento CAF; con el fin de, aprovechar más eficientemente la cooperación científica, técnica y financiera; reforzar la capacidad nacional de negociación en dichos programas; mejorar la posición colombiana respecto a la cooperación internacional en Biotecnología.
17/12/1991	2	Consejero	Presenta un breve informe sobre el Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología -CIIGB- (ICGEB). Reparte copias de su informe como representante de Colombia a "La Primera Reunión de Coordinación Regional de los países Latinoamericanos miembros del ICGEB". En resumen la situación es la siguiente, Colombia firmó el convenio de constitución del ICGEB y por lo tanto tiene derecho a ser miembro de la junta de gobernadores que está próxima a instalarse. Sin embargo para ejercer el derecho de ser miembro de la junta aún no se ha cumplido con el requerimiento de ratificar a nivel nacional el convenio, ni tampoco se ha hecho el aporte voluntario previsto.
17/01/1992	3	Secretaría técnica	Expone la necesidad de que Colombia proceda a ratificar los estatutos de constitución del Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología -ICGEB- (CIIGB), para lo cual es necesario que se presente un proyecto de ley aprobatorio, acompañado de la exposición de motivos correspondiente, ante el Consejo Nacional en donde deberán estar claramente establecidos el monto de la cuota a pagar y la entidad Nacional que se hará cargo de la misma cuota. Para el efecto preparó un documento donde se exponen los antecedentes, las recomendaciones y un concepto sobre la afiliación de Colombia al mencionado Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología -ICGEB- (CIIGB); el cual se somete a consideración de los miembros del Consejo.
17/01/1992	3	Consejo	Esta de acuerdo con el documento donde se exponen los antecedentes, las recomendaciones y un concepto sobre la afiliación de Colombia al mencionado Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología -ICGEB- (CIIGB), y acuerda solicitar a la Doctora Dolly Montoya una revisión final con el objeto de someterlo a consideración del Ministerio de Relaciones exteriores con carta oficial de COLCIENCIAS, para que sea la Cancillería la entidad que lo presente ante el Consejo Nacional.
17/01/1992	3	Secretaría técnica	Presenta un listado de los eventos internacionales en Biotecnología para el año de 1992, solicitando por parte del Consejo se determinen criterios para la participación en los mencionados eventos. ICGEB Afiliates Centres 14 a 15 de septiembre de 92 Trieste, Italia.
17/01/1992	3	Consejo	Acuerda recomendar la asistencia al 9th Congreso Internacional de Biotecnología, 16 – 21 junio, U.S.A y a los dos eventos organizados por el ICGEB en Trieste, Italia (ICGEB affiliated centres 14 – 15 de septiembre y Biotech Research and Trends Science Policy, for Development 16 – 17



			sept).
02/10/1992	7	Consejero	solicita exponer algunos puntos en relación con la participación de Colombia en el Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología, ICGEB, al respecto desea informar que de acuerdo con conversaciones sostenidas con algunos representantes del Centro la situación Colombiana es adecuada, sólo hace falta definir el Centro de Referencia, pues el no pago de la cuota es un problema que afecta a todos los países.
28/07/1993	12	Secretaría técnica	entrega copia de la Gaceta del Senado (Año II No 108 del lunes 3 de mayo de 1993) en donde se consigna el texto del proyecto de ley 306 de 1993 por medio del cual se aprueba el estatuto del "Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología, ICGEB" y se ratifica la adhesión del país a dicha institución
17/12/1993	15	Secretaría técnica	Informa que de acuerdo con la reunión de coordinación de países miembros del ICGEB en América Latina y en el Caribe celebrada en Santiago de Chile en noviembre del presente se logró concretar la presentación de un proyecto conjunto para el año de 1994 entre Argentina, Colombia y Costa Rica.
18/11/1997	41	Secretaría técnica	informa al Consejo la participación de Colombia en la cuarta sesión de la Junta de Gobernadores del Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología, ICGEB. En dicha sesión se presentó y fue aprobada la solicitud de afiliación de Colombia, quien había cumplido con todos los requisitos y trámites de ley, incluyendo el depósito de los instrumentos de ratificación de la afiliación Colombia en la sección de tratados de Naciones Unidas en Nueva York.
18/11/1997	41	Secretaría técnica	Dado que Colombia ha entrado formalmente a participar de las actividades del ICGEB y está en la actualidad solicitando el ingreso al CABBIO, solicita al Consejo destinar de los dineros correspondientes a la vigencia de 1997 del Programa de Biotecnología, algunos recursos para potenciar las actividades de cooperación internacional con estos dos importantes Centros de Biotecnología internacional.
18/11/1997	41	Consejo	aprueba la solicitud de la Secretaría Técnica y recomienda un monto aproximado de 50 a 60 millones de pesos para dichas actividades
29/05/1998	44	Ministerio de Comercio exterior	Recomienda al Consejo propiciar lazos de cooperación internacional, con países como Suecia, Noruega y Dinamarca que actualmente presentan políticas de apoyo generosas a los países del tercer mundo, y con organismos internacionales como el Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología, CIIGB ICGEB.
31/05/1999	45	Secretaría técnica	Para la convocatoria "ICGEB Fellowship 1999" se informa la presentación de aplicaciones por parte de Magally Romero Tabarez de la Corporación para Investigaciones Biológicas, CIB y Tania Bibiana Lombo del Instituto de Inmunología del Hospital San Juan de Dios quienes aplicaron a los grupos del doctor Ventun en los laboratorios de Trieste, Italia en el área de regulación genética en bacterias y respuesta a condiciones ambientales y del doctor Chaunan en New Delhi, India en el área de parasitología, patogénesis, inmunología e investigación en vacunas
31/05/1999	45	Secretaría técnica	Recuerda al Consejo la necesidad de dar cumplimiento al pago de la cuota que Colombia a través de Colciencias debe aportar por su vinculación al ICGEB para el año lectivo de 1999. Aporta al Consejo la documentación pertinente y esta solicitud es aprobada.
04/08/2000	48	Secretaría técnica	Informa que a solicitud de la Cancillería, se está trabajando en un grupo interinstitucional para prestar apoyo a la misión colombiana en Ginebra, y definir asuntos sobre propiedad intelectual en Biotecnología, fundamentalmente lo que tiene que ver con las patentes. Es importante que Colciencias participe en las discusiones de la decisión Andina 344, en donde se habla de patentes para microorganismos genéticamente modificados. Con relación a la búsqueda de recursos a nivel internacional, se piensa que el "International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology" (ICGEB), podría ser una fuente. Colombia es estado miembro del Centro pero están pendientes de pagar las cuotas de los años 1999 y 2000. Se podría pensar en pagar con recursos de la Cancillería y de la ACCI. Este Consejo debe decidir si se continúa el Convenio con el

			Centro, evaluando los beneficios de participar en el. En este momento, Colciencias está revisando sus convenios a nivel internacional y esta evaluando cuáles son los más beneficiosos para el país
16/02/2001	49	Consejero	solicita hacer más específico el texto del acta anterior en lo referente a las actividades del ICGEB, mencionando que toda la información enviada y recibida del ICGEB debe ser canalizada a través del Consejo del Programa Nacional de Biotecnología.
16/02/2001	49	Secretaría técnica	Informa sobre el Centro Internacional de Ingeniería Genética (ICGEB): el año pasado se canceló la deuda que durante dos años Colombia no había pagado, por un total de US\$ 57.898. Este Centro ofrece para el año 2001 un total de 19 cursos cortos y encuentros; cursos de predoctorado para tres candidatos colombianos; cursos de postdoctorado para cinco candidatos y apoyo a proyectos de investigación. Colombia, a través del Programa Nacional de Biotecnología de Colciencias, realizará las convocatorias pertinentes y el Consejo seleccionará los candidatos para los cursos de doctorado, posdoctorado, así como los proyectos de investigación. A finales del 2001, Colombia deberá presentar cinco proyectos de investigación ante el ICGEB, que podrán recibir un apoyo de hasta US\$100.000, por proyecto seleccionado. Para tal fin, se llevará a cabo una convocatoria abierta en conjunto con el Programa de Ciencia y Tecnología de la Salud y el Programa de Ciencias Básicas. Por otro lado, el Centro está ofreciendo transferencia tecnológica a Colombia para la producción de eritropoyetina e interferón; el Centro realizará el entrenamiento al grupo de investigadores interesados y colaborará en el establecimiento de los sistemas de control de calidad.
19/06/2001	50	Consejo	Aprueba la postulación de la doctora Ángela Mestre para el curso de posdoctorado. También aprueba la postulación del Consejero Sergio Orduz como representante de Colombia ante el Comité Científico del ICGEB.
19/06/2001	50	Secretaría técnica	Informa que se encuentra en la página web de Colciencias la convocatoria nacional para el concurso de proyectos en el marco del programa de investigación colaborativa 2001 con el ICGEB. Esta convocatoria se cierra el 15 de agosto del presente año. Informa que Colombia debe postular tres candidatos para el Grupo Regional Consultivo de expertos para Latinoamérica y el Caribe en Biotecnología (CG-Biotech).
19/06/2001	50	Secretaría técnica	Informa que en cuanto al pago de la cuota anual del ICGEB, ésta se dividirá entre las tres Subdirecciones (Innovación y Desarrollo, Programas Estratégicos y Desarrollo en Ciencia y Tecnología).

## PARTE V

### Capítulo 3

#### **La Relación entre Ciencia e Industria en el Mundo Vista a través de Patentes y Publicaciones**

*Por Jorge Andrés Zambrano y  
Clemente Forero Pineda*

En un reciente artículo Da Motta e Albuquerque y Tristao Bernardes (2003), basados en el hecho estilizado de que el desarrollo en la ciencia acompaña el desarrollo económico de los países, discuten la existencia de umbrales de producción científica que se deben sobrepasar para activar nuevos canales de interacción entre la infraestructura científica y tecnológica. Una de las características de estos canales de interacción es el “feedback” que puede existir entre la academia y las firmas. Este “feedback” origina un mayor y acelerado crecimiento económico. Rapini (2000) usando estadísticas de patentes de la USPTO entre 1974 y 1998, encontró que para los países que están en proceso de “catching-up” (Korea y Taiwán) las patentes son causadas en el sentido de Granger por las publicaciones y de la misma forma las publicaciones están Granger causadas por las patentes. Para otros países en desarrollo como Brasil esta relación existe en un solo sentido, las publicaciones causan a las patentes.

La hipótesis que se maneja por Da Motta e Albuquerque y Tristao Bernardes basado en un estudio de Banze (2000)<sup>1</sup> es que existen distintas etapas de desarrollo para los países. La primera donde los artículos son pocos y no se alcanza ninguna interacción entre academia e industria donde se dice que tales países se encuentran en una “trampa de crecimiento”<sup>2</sup> (Mozambique, Congo y Etiopía). Una segunda etapa donde la infraestructura científica es fuerte pero no lo suficiente para activar “feedbacks” entre ciencia y tecnología (Egipto,

---

<sup>1</sup> Ver p. 6

<sup>2</sup> Según Aghion y Howitt (1998), p. 340-342.

Nigeria, South Africa y Brazil). Y una tercera (llamado el caso de “catching up”) donde se da la causalidad en los dos sentidos<sup>3</sup>.

Para demostrarlo utiliza estadísticas de las patentes solicitadas a la USPTO y artículos indexados en ISI para 1974, 1982, 1990 y 1998. De esta forma encuentran que los países desarrollados muestran una mayor correlación entre tasas de crecimiento de artículos y de patentes que los países en desarrollo, con todas las implicaciones que ello tiene. Sin embargo, su análisis está fundamentado en correlaciones. Creemos que existen evidencias más fuertes para caracterizar los países y sus distintas etapas de desarrollo.

El propósito de este documento es proponer una caracterización distinta para los países desarrollados y en desarrollo, ya que las caracterizaciones existentes no son suficientes para la gran variedad de sistemas de producción y difusión de conocimiento. Para esto se utilizarán técnicas de series de tiempo, y se mostrará la importancia de la raíz unitaria en dichas series. En una primera sección se cuestionará acerca del uso de las patentes y publicaciones como indicadores de innovación. Se discutirá también la diferencia que existe entre distintas fuentes de información (en este caso USPTO versus WIPO).

En una segunda sección se cuestionarán anteriores resultados y se propondrá una nueva caracterización. Posteriormente se revelarán los resultados de este estudio y las serias implicaciones que de ellos se derivan. Por último se analizará a fondo el caso de Colombia y América Latina.

### **Publicaciones y Patentes: ¿Qué tan buenos indicadores son?**

Las publicaciones son un indicador del desarrollo de la infraestructura científica de un país<sup>4</sup>. Según Tristao Bernardes y Da Motta e Albuquerque (2001)<sup>5</sup> la utilización de las

<sup>3</sup> En términos de Freeman (2002) los países que se encuentran en la segunda etapa se caracterizan por tener sistemas de aprendizaje pasivos. La tercera etapa se logra cuando tal sistema de aprendizaje pasa a ser activo.

<sup>4</sup> Una buena revisión de los pros y contras de los artículos como proxy de la infraestructura científica puede encontrarse en Velho (1987), citado por Albuquerque y Bernardes (2001).

publicaciones para caracterizar los países es justificable pues “describen el nivel de desarrollo de los recursos educativos de un país; la calidad de las universidades; sus conexiones con los flujos internacionales de conocimiento científico; y el compromiso de estas universidades con las actividades de investigación. Esta afirmación implica que el número de artículos publicados deba tomarse como un indicador de la situación general de las condiciones educativas del país y de su utilidad para el desarrollo económico”.

El uso de las patentes como indicador tecnológico ha sido más discutido. Griliches (1990, p. 1666) argumenta que los dos problemas más grandes al usar las patentes para el análisis económico es su clasificación y su variabilidad intrínseca. El primer problema nace de preguntarse cómo asignar las patentes organizadas por firmas o por clases de patentes en grupos de industrias o productos económicamente relevantes. Este problema ya ha sido largamente tratado por varias corrientes<sup>6</sup>. El segundo problema responde al hecho de que las patentes difieren considerablemente en su significancia técnica y económica. Es en esta discusión donde me concentraré.

Con las patentes<sup>7</sup> se quisiera medir y entender mejor el proceso económico que lleva a la reducción de los costos de producción existentes y el desarrollo de nuevos productos y servicios. También entender qué determina la asignación de los recursos para las actividades tecnológicas y a qué tasa la frontera de posibilidades de producción está desplazándose. Sin embargo las patentes están lejos de poder cumplir estas expectativas. Muchas de ellas reflejan pequeñas mejoras a productos ya existentes mientras otras representan cambios radicales en las formas de producción. Además, muchas invenciones no son patentables y muchas no se patentan (Griliches (1990)).

<sup>5</sup> Ver página 5

<sup>6</sup>Ver Schmookler (1966), OTAF (1985), el anexo de Englander et al. (1988), Evenson et al. (1988), Kortum y Putnam (1989). También se encuentran varios estudios del Grupo de NBER.

<sup>7</sup> Ver Griliches (1990), p. 1669).

A pesar de todas las dificultades, varios trabajos econométricos han probado que las patentes no dejan de ser una buena aproximación del cambio tecnológico<sup>8</sup>. Mas aún, dichos trabajos muestran que las patentes pueden tomar el rol de insumo o de producto según lo que se quiera explicar. Sin embargo existe un problema más, distintas cifras de patentes pueden ser utilizadas.

Según Griliches (1990, p. 1695), las patentes de residentes no son una buena medida de cambio tecnológico en un país. La anterior afirmación fue hecha tras el análisis de evidencia empírica, más exactamente de la disminución en la aplicación de patentes en Estados Unidos presenciada en la postguerra. Schmookler (1966) afirmó que esta disminución de aplicaciones se debió a) al cambio en el clima político y judicial después de los 30's, pues este se volvió más hostil para patentes y para la aplicación de los derechos de propiedad; b) al crecimiento de los retrasos del procesamiento de las aplicaciones en la oficina de patentamiento; y c) al aumento de las industrias que confiaban más en el secreto empresarial.

Por su parte Griliches (1990, p. 1696) argumenta que la disminución de la aplicación de patentes a través del tiempo también es consecuencia del aumento del salario real y por ende del aumento del costo de oportunidad de participar en el sistema de patentes. Este aumento contribuyó a la disminución considerable en la aplicación por parte de inventores “independientes” y a que las firmas aplicarán solamente cuando el valor potencial de una invención fuera más alto. Esto implica que la disminución de aplicación de patentes por residentes que se evidenció después de la Segunda Guerra Mundial no sea equivalente a una disminución de la actividad tecnológica.

Es por eso que para medir la capacidad tecnológica de un país es necesario tener en cuenta el total de solicitudes. La escogencia del país para la solicitud de patentes depende del uso de la invención, de las relaciones comerciales y de la proximidad de los mercados. Otro

---

<sup>8</sup> Ver Griliches (1984)

aspecto importante es la efectividad del sistema de patentamiento y de la clase de patentes que protege<sup>9</sup>.

En general<sup>10</sup>, la solicitud de una patente se lleva a cabo cuando el valor esperado de recibir la patente excede el costo de solicitarla. El valor esperado de la patentes es igual a la probabilidad de que sea otorgada multiplicado por el valor económico esperado de ejercer los derechos de propiedad menos los efectos negativos potenciales de dejar al descubierto la invención. Por otra parte, Griliches (1990) afirma que los principales determinantes del número de solicitudes en un país son atribuidos a las condiciones económicas de este<sup>11</sup>. Prueba de esto es que las aplicaciones en Estados Unidos disminuyeron sustancialmente en la Gran Depresión y durante la Segunda Guerra Mundial.

La probabilidad de tener éxito en el otorgamiento de una patente en un país está seriamente correlacionada con el procedimiento y los recursos de las oficinas de patentes<sup>12</sup>. Por ejemplo, el éxito de obtener la patente<sup>13</sup> en Estados Unidos en 1965 era de 58% y de obtenerla en 1967 era de 72%. Para Francia era del 90% a mediados de 1970, cerca del 80% en Inglaterra y del 35% en Alemania. Lo anterior implica que la calidad de las patentes que lograron su aprobación cambia entre países y entre periodos. Evenson (1984) por su parte afirma que “la mayoría de las patentes otorgadas a no residentes en todos los países son originarias de países industrializados”.

La tasa a la que se otorgan patentes a nacionales también varía entre países<sup>14</sup>. Para países con economías planificadas y para Estados Unidos esta tasa oscila alrededor de? el 75%. Mientras que para países subdesarrollados esta tasa disminuye al 15%. Esta relación representa el nivel de desarrollo de la economía y su grado de integración económica con otros países. Griliches argumenta que, al igual que las publicaciones en determinados

---

<sup>9</sup> Por ejemplo en los ochentas, Alemania Occidental recibía una gran aplicación de modelos de utilidad por parte de no residentes cuyos países aún no los reconocían como invenciones.

<sup>10</sup> Ver Griliches (1990), p. 1690.

<sup>11</sup> Ver Griliches (1990), p. 1663.

<sup>12</sup> Ver Griliches (1990), p. 1663.

<sup>13</sup> Ver tabla 1 de Schankerman y Pakes (1986).

<sup>14</sup> Ver Evenson (1984), p.98.

temas, el patentamiento cada vez se hace más fácil pues “el estándar de innovación y la utilidad impuesta en el otorgamiento de tal derecho no es muy alto”<sup>15</sup>. Sin embargo, las patentes solicitadas parecen mantener una tendencia más estable que las patentes otorgadas. A este respecto, los resultados econométricos derivados de este estudio también descubren una radical diferencia.

### **USPTO versus WIPO**

Las patentes de la USPTO siempre han sido un punto de referencia para las estadísticas relacionadas con la invención. Por ejemplo, Griliches (1989) destaca las tendencias y comportamientos de las patentes en Estados Unidos para caracterizar el proceso de innovación mundial<sup>16</sup>. Beggs (1984) utiliza cifras de la USPTO para caracterizar la relación entre el desarrollo industrial y el cambio tecnológico. En general, la mayoría de estudios (sobre todo los más clásicos) son hechos con esta base debido a que son pioneros en sistematizar el sistema<sup>17</sup>. También es cierto que dichas cifras son utilizadas por su desagregación como por ejemplo discriminaciones entre firmas y sectores de producción<sup>18</sup>.

Sin embargo, la connotación de patentar en Estados Unidos tiene consecuencias puntuales. El patentamiento en Estados Unidos implica que la actividad científica no está relacionada con las industrias que producen para el mercado del país donde se origina la invención sino con la producción para el mercado global.

El siguiente gráfico muestra las diferencias importantes entre las estadísticas de la WIPO y de la USPTO. Como se dijo antes los agentes que patentan en países distintos al de su origen son principalmente los industrializados. Esto se demuestra porque la mayoría de puntos está muy cercano al eje de las patentes de la WIPO. Solamente algunos casos particulares se resaltan. Japón fue removido de la muestra pues la cifra de patentes

---

<sup>15</sup> Ver Griliches (1990), p. 1663.

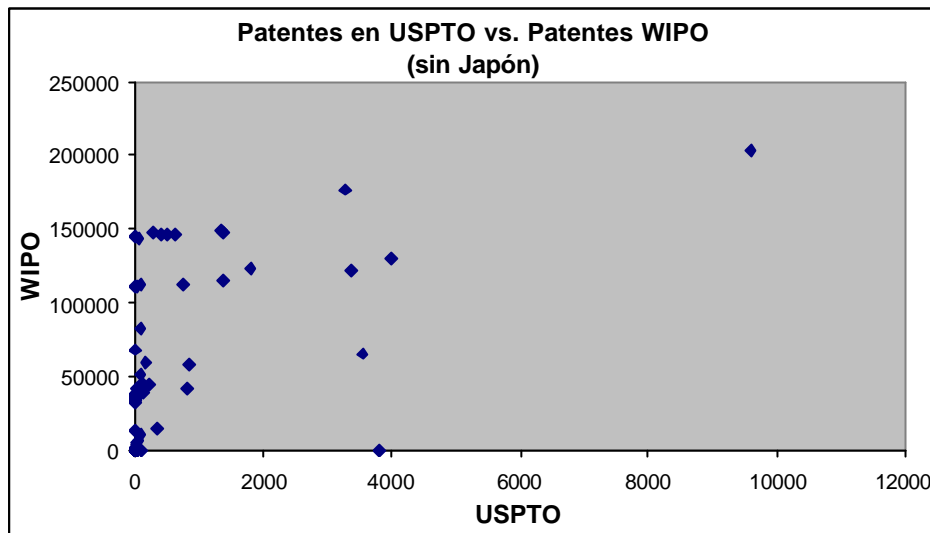
<sup>16</sup> En este trabajo también destaca los problemas de la medición de la innovación a través de dichas patentes.

<sup>17</sup> Por ejemplo Pakes (1981) resalta que su trabajo “fue motivado por la reciente computarización de la base de datos de la USPTO”

<sup>18</sup> Ver Beggs (1984).



solicitadas en Estados Unidos es aproximadamente tres veces la del país que le sigue. Taiwán está representado en el punto sobre el eje de la USPTO. Este país no reporta ninguna cifra de patentes en su país pero solicitaron un número considerable en Estados Unidos. Los otros puntos visibles son Alemania, Suiza, Suecia y Korea del Sur.

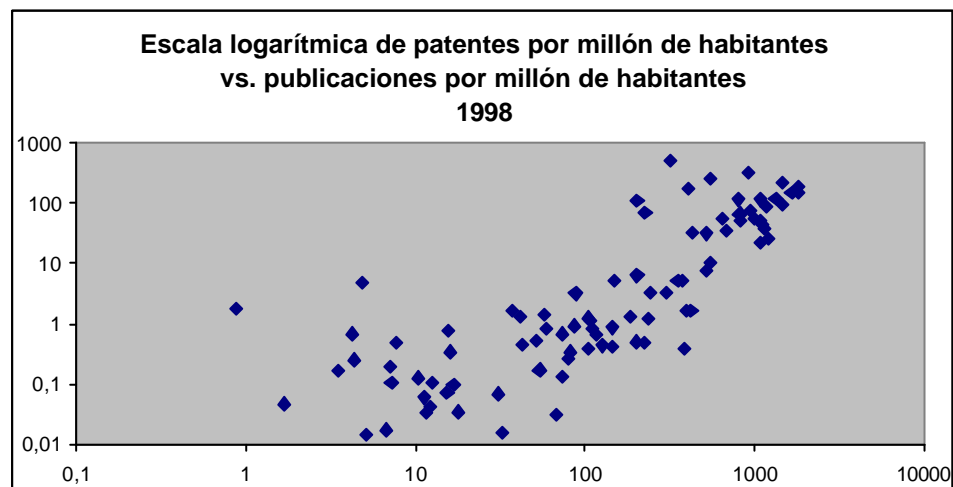


Es de la mayor importancia replicar el resultado de Tristao Bernardes y Da Motta e Albuquerque para cifras mundiales y así generalizar su conclusión. Sin embargo, utilizando las estadísticas de la WIPO no se encuentra la misma relación. Cuando se toman el total de las patentes solicitadas se nota que a través del tiempo existe más dispersión en los datos, sin encontrar posibles sendas o umbrales. Cuando se utilizan las patentes otorgadas o las patentes solicitadas por residentes, la correlación parece ser muy volátil. La conclusión del estudio citado anteriormente no se mantiene. Tampoco se mantiene el argumento de Rapini de causalidad y “feedback”.

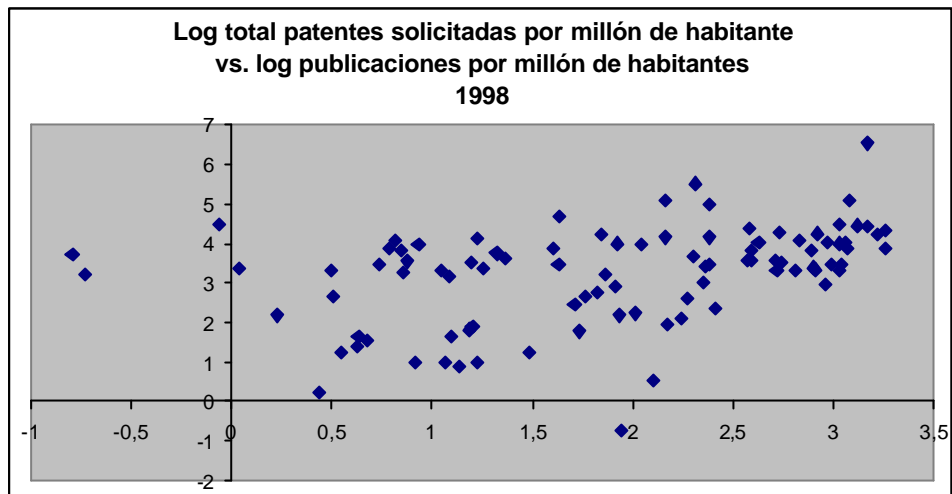
Es imperante buscar nuevos resultados estadísticamente más significativos. Las cifras absolutas manejadas normalmente no tienen la información suficiente. Por ejemplo en el caso en el que se utiliza el total de patentes otorgadas existe un dato atípico a través del tiempo. Se trata de Macao. Este es un caso particular pues tiene un alto índice de patentamiento aunque muchas patentes se deben a no residentes, además su población es

pequeña y su número de publicaciones casi nula. Sin embargo, su auge termina en 1991 lo que demuestra una falta de permanencia de los efectos del patentamiento. De la misma forma Luxemburgo (país con características similares) comienza a jugar un papel principal a partir de este año pero sin mostrar fortaleza en su infraestructura tecnológica.

Aunque las conclusiones de tal estudio siguen siendo relevantes, la dinámica del patentamiento mundial es distinta. La utilización de datos mundiales está estudiando también la capacidad de tales mercados de atraer las patentes y de la confianza y reputación que dicho mercado representa. Mientras con estadísticas de la USPTO se describe el interés de los agentes de ser reconocidos y mejor protegidos en el ámbito mundial (como se cree normalmente). Por esta razón es importante caracterizar la fortaleza de los mercados de conocimiento en los países de acuerdo a otro tipo de criterio.



Patentes según la USPTO



Patentes según WIPO

### Raíces Unitarias<sup>19</sup>

Las series de tiempo son una poderosa herramienta econométrica bastante utilizada. Su finalidad es entender los procesos que tienen determinadas variables para así poder predecir su comportamiento en el largo plazo. Algunas series presentan procesos autorregresivos de la siguiente forma:

$$X_t = rX_{t-1} + m_t, \quad \text{si } r < 1 \text{ se dice que la serie es estacionaria}$$

si  $r = 1$  la serie tiene raíz unitaria,

si  $r > 1$  se dice que la serie es explosiva.

Para objetivos de nuestro trabajo nos concentraremos en los dos primeros casos (adonde las evidencias apuntan). En el primer caso, choques que afectan a la variable en un período determinado tendrán efectos transitorios en el comportamiento de la variable, los cuales se desvanecerán en unos cuantos períodos. Cuando se presenta raíz unitaria los efectos

<sup>19</sup> Dickey y Fuller (1979 y 1981) fueron los primeros en trabajar las distribuciones de los estimadores de series autorregresivas, así como pruebas para identificar la presencia de raíz unitaria. A partir de allí la literatura acerca de raíces unitarias aumentó considerablemente. Un muy buen estado del arte de este tema puede encontrarse en Harris (1995)

causados por los choques pasan a ser permanentes, de tal forma que el nivel de la serie dependerá exclusivamente del nivel inicial y de los choques en el tiempo.

El objetivo de esta sección es caracterizar a los países desarrollados y en desarrollo según la presencia de raíces unitarias en las patentes y publicaciones. Para este fin se obtuvieron series desde 1983 hasta el 2001 de las publicaciones indexadas en ISI, de patentes (solicitadas por residentes, total solicitadas, otorgadas a residentes y el total de otorgadas) según la WIPO y según la USPTO, para una muestra de 156 países.

En la tabla 1 del anexo se presentan los resultados de raíz unitaria sobre estas series. En general todas las series presentan tendencia en el tiempo y deriva. Se encuentra que los países “desarrollados” poseen raíz unitaria tanto para las publicaciones como para las patentes. Los países “no desarrollados” solo tiene raíz unitaria en las publicaciones.

Es importante destacar que esta es una nueva caracterización de “desarrollo”. Nuestro desarrollo implica fortaleza en la estructura científica y tecnológica. Aunque existe una correlación positiva entre el ingreso per cápita de un país y el número de patentes y publicaciones, nuestros países “desarrollados” no necesariamente tienen un ingreso alto. Por ejemplo Zimbabwe presenta raíz unitaria en las publicaciones, en las patentes otorgadas y solicitadas por residentes y en el total de patentes solicitadas. Sin embargo su número absoluto de patentes otorgados es bastante bajo (alrededor de 70 en los últimos años). Además su tendencia en la aplicación y otorgamiento a residentes tiene una tendencia negativa a lo largo del tiempo.

Según Banze los países que se encuentran en la primera etapa serían aquellos que no presentan raíz unitaria en ninguna serie. Una segunda categoría, donde los países tendrían una infraestructura científica fuerte (raíz unitaria en las publicaciones, segunda etapa).

Una tercera categoría donde presentan raíz unitaria en patentes y publicaciones. Esta tercera categoría posee subdivisiones. Los países que tienen raíz unitaria en la aplicación de

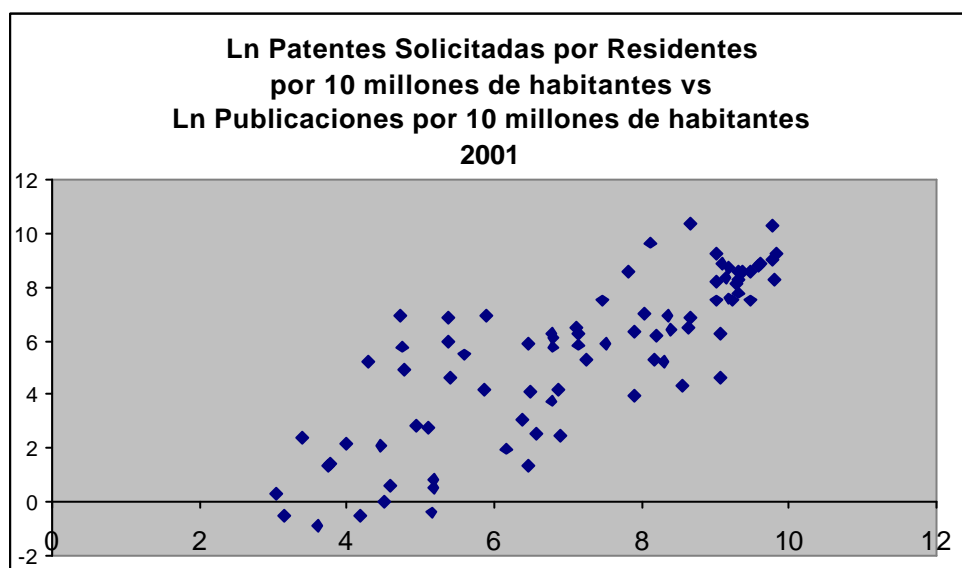
patentes por residentes que demuestra una participación activa de su población. Países con raíz unitaria en el total de patentes solicitadas son un mercado atractivo al mercado globalizado y demuestra una estructura fuerte de tecnología. Si tales categorías son respaldadas por la raíz unitaria en el otorgamiento de las patentes demuestra eficiencia en su sistema de patentamiento.

Cuando los países presentan raíz unitaria en la aplicación de patentes en Estados Unidos y no en ninguna serie de la WIPO está demostrando debilidad en su sistema pues los residentes deben buscar mercados más globalizados. Si por el contrario presenta raíz unitaria en alguna serie de la WIPO está demostrando ser un país industrializado o “desarrollado”. Sin embargo existen casos que demuestran lo contrario. Zimbabwe posee esta característica pero se encuentra una tendencia negativa a lo largo del tiempo, en este caso los choques han perjudicado su infraestructura.

Pero esta fortaleza si la demuestra Suiza y Suecia cuando se utilizan el número de patentes solicitadas por residentes (medida que mide mejor la capacidad tecnológica de un país y remueve anteriores datos atípicos). En los 80's Israel fue el pionero de las publicaciones per cápita. También tenía una buena cantidad de patentes por habitantes. Sin embargo en la siguiente década comenzó a estancarse y los países nombrados anteriormente lo alcanzaron y sobrepasaron. Este es una muestra de la importancia de que un país presente raíz unitaria en sus series. A medida que va el pasando el tiempo, la historia pasada va marcando el camino creando un sendero creciente que representa el desarrollo de la infraestructura.

Una cuarta categoría está conformado por países con raíz unitaria en las patentes más no en las publicaciones. Estos son casos extraños donde la tecnología juega un papel primario, mientras la academia uno secundario. Japón con muy pocas publicaciones tenía el mayor índice de patentamiento por habitante. Las elasticidades siguen siendo inestables aunque adquieren cierta estabilidad en los últimos años.

Es común que las publicaciones presenten raíz unitaria pues la infraestructura científica no se improvisa. A este respecto, Callon (1999) distingue entre distintas dinámicas de producción de conocimiento. La ciencia consolidada se caracteriza por sus bajos costos de transmisión y asimilación del conocimiento y un “feedback” generalizado entre las dos infraestructuras. Para la ciencia emergente, la difusión del conocimiento presenta características opuestas. El desempeño de la infraestructura científica dependerá de los choques aplicados. El caso de las patentes es distinto. Es necesaria una estrecha relación entre las firmas y la academia para que se logre un desarrollo de la infraestructura tecnológica. Prueba de esto es la alta concentración de países desarrollados en el extremo superior de la siguiente gráfica.



Fuente WIPO

### Colombia y América Latina

La caracterización anterior muestra a Colombia como un país subdesarrollado al presentar raíz unitaria en las publicaciones pero un proceso estacionario en las patentes. No ha

logrado las interacciones suficientes entre lo científico y lo tecnológico. Sin embargo son destacables algunos avances, pero también algunos retrasos.

La infraestructura científica de Colombia ha mostrado grandes progresos en la última década<sup>20</sup>. Si bien se comenzó con un nivel mínimo de publicaciones, la raíz unitaria ha significado que los choques (tanto institucionales como estructurales) aplicados hayan representado una notable aceleración en la actividad investigativa.

Para áreas de la Medicina, Ciencias de la Vida, Tecnología, Medio Ambiente, Química y otros relacionados; el rendimiento ha sido muy superior en términos de crecimiento que el de los países con mejor comportamiento en América Latina. En Ingeniería se evidencia un comportamiento similar al de los países en general. Sin embargo, el crecimiento de las publicaciones no deja de estar gravemente afectado por el ciclo económico. Las gráficas demuestran una notable desaceleración de dicho crecimiento cuando los países sufren crisis económicas.

Pero esta es solamente una parte del retrato. La infraestructura tecnológica no muestra esa misma solidez. El número de patentes solicitadas por residentes y otorgadas a residentes es casi nulo comparado con Brasil. Sin embargo, en términos de crecimiento Colombia tiene un comportamiento bastante aceptable en las patentes otorgadas a residentes. Su crecimiento está dentro del promedio de los países analizados y su tendencia a través del tiempo es ligeramente superior a la de América Latina. El problema se da en la solicitud de estas patentes. Su tendencia es bastante decreciente, contrario a lo que pasa en América Latina y el Caribe. Lo anterior implicaría que la calidad de la investigación está mejorando. Sin embargo, es importante aumentar tales cantidades mediante más incentivos.

Con respecto al total de las patentes Brasil ya no es tan sobresaliente. Esto implica que en países como México, Argentina y Venezuela las patentes otorgadas a no residentes ocupan un gran rubro (como lo demuestra el coeficiente de dependencia). Sin embargo, en la

---

<sup>20</sup> Ver Anexo 2 sobre publicaciones

solicitud de tal es patentes la brecha todavía es significativa. En términos de crecimiento, Colombia demuestra un comportamiento parecido al de los demás países tanto en patentes otorgadas como solicitadas. Aunque al igual que en el caso de las patentes solicitadas por residentes, la tendencia aquí es decreciente aunque positiva. Lastimosamente Colombia traía una gran ventaja sobre Latinoamérica y el Caribe en general y en los últimos años el decrecimiento en la tendencia originó que las tendencias de crecimiento llegaran a ser iguales. Quizá tranquiliza el hecho de que la tendencia del crecimiento en el total de patentes otorgadas es creciente y mayor a la tendencia de América Latina y el Caribe.

La infraestructura tecnológica como ya se demostró, no ha tenido un rendimiento sobresaliente<sup>21</sup>. El coeficiente de invención (i.e patentes solicitadas por 100.000 habitantes) de Colombia es el más bajo en la década de los 90 entre esta muestra de países. Muestra un crecimiento sostenido en los primeros años pero una gran fluctuación en el segundo quinquenio. En contraste, América Latina y el Caribe en general, comenzó con una tendencia negativa en el crecimiento del coeficiente de invención, pero poco a poco ha ido aumentando la tendencia a crecer en dicho índice.

La tasa de autosuficiencia que relaciona las patentes solicitadas por residentes con el total de patentes solicitadas muestra a Colombia como un país fuerte al comienzo de la década, pero con los peores rendimientos al finalizarla. Este índice revela también la amplia brecha que mantiene Brasil sobre el resto de países. Los datos demuestran que el promedio de América Latina es mejor que el de los demás países analizados, excluyendo a Brasil.

Contrario a los índices anteriores, un menor valor de la tasa de dependencia implica un mejor desempeño de la investigación en cada país, ya que describe la relación entre patentes solicitadas por no residentes y las patentes solicitadas por residentes. De nuevo Brasil demuestra el mejor comportamiento. De forma similar a la anterior tasa, Colombia comienza bien pero termina mal. Una posible explicación es el aumento de patentes solicitadas por farmacéuticas extranjeras en los últimos años, comparado con una relativa calma en la solicitud de patentes por residentes. A lo largo de la década, América Latina

---

<sup>21</sup> Las gráficas relacionadas con patentes se encuentran en el tercer anexo.



y el Caribe ha tendido hacia una disminución de este índice. Por su parte Colombia lo ha aumentado radicalmente.

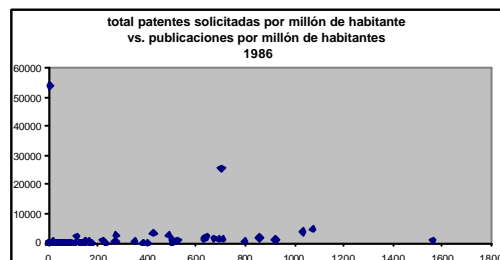
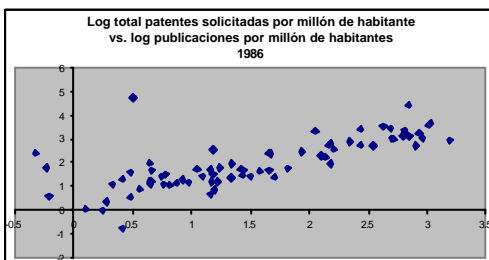
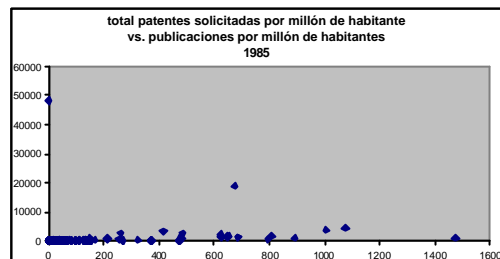
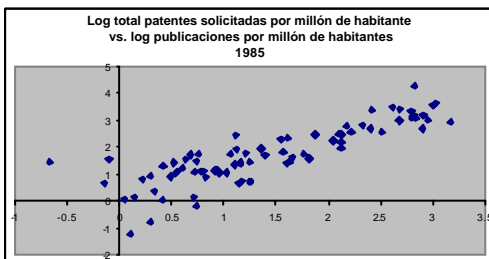
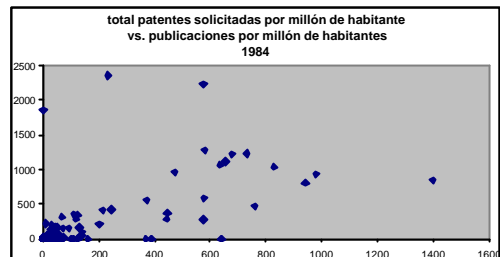
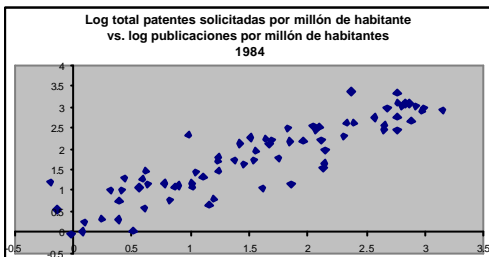
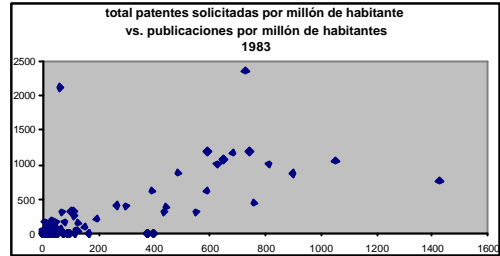
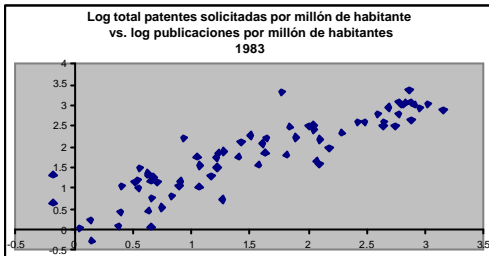
## Bibliografia

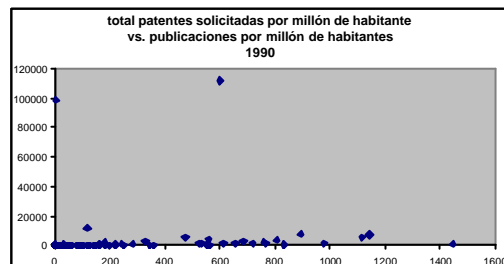
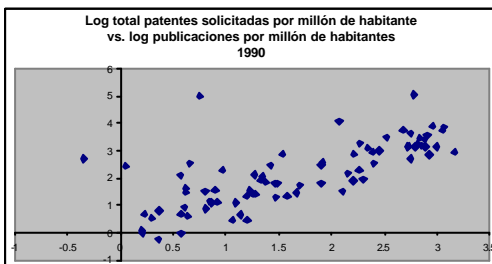
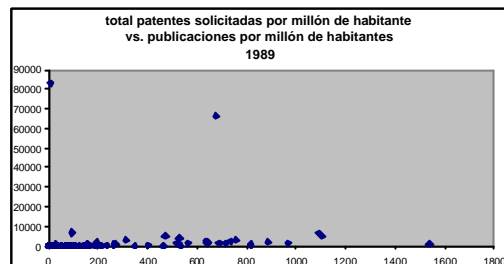
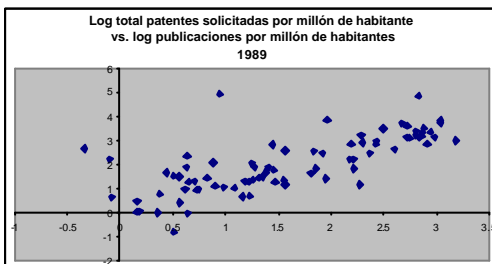
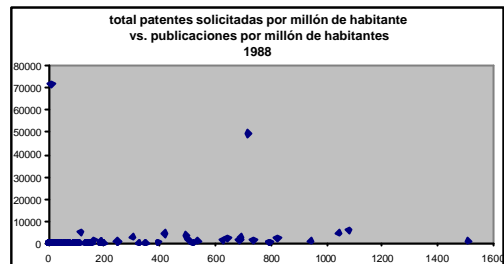
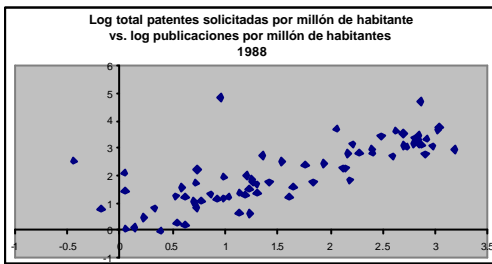
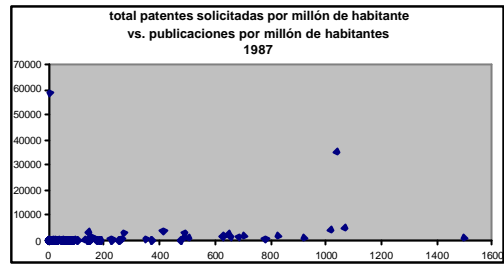
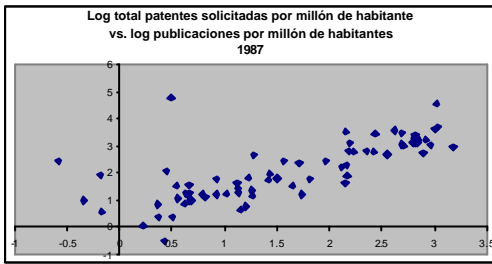
- Aghion, P y Howitt, P. *Endogeneous Growth Theory*. Cambridge, Mass.: MIT
- Banze, C. E. “A especificidade e a diversidade do continente africano: uma sugestão inicial de tipologias de sistemas nacionais de inovação”. Monografia de Graduação, Belo Horizonte, FACE-UFMG, 2000.
- Beggs, J. “Long-Run Trends in Patenting”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 155-174.
- Bernardes, A. y Albuquerque, E. “Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries”. *Research Policy* 32 (2003): 865-885.
- Da Motta e Albuquerque y Tristao Bernardes. “Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: a tentative simplified model and initial notes about statistics from 120 countries”. Texto para discussion No. 157, Universidade Federal De Minas Gerais, Faculdade De Ciências Económicas, Centro De Desenvolvimento E Planejamento Regional, Belo Horizonte, 2001.
- Dickey, D.A. y Fuller W. A. “Likelihood Ratio Satatistics for Autorregresive Time Series with a Unit Root”. *Econometrica* 49, issue 4 (1981): 1057-1072.
- Englander, A.S, Evenson, R. y Hanazaki, M. “R&D, Innovation and the Total factor Productivity Slowdown”. *OECD Econ. Stu.* 11, (1988): 8-42.
- Engle R. F. y Granger C. W. J. “Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica* 55, no. 2 (1987): 251-276.
- Evenson, R. “International Invention: Implications for Technology Market Analysis”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 73-88.
- Freeman, Chris. “Continental, national and sub-national innovation systems-complementarity and economic growth”. *Research Policy*, no. 31 (2002): 191-211
- Granger C. W. J. “Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods”. *Econometrica* 37, no. 2 (1969): 424-438.

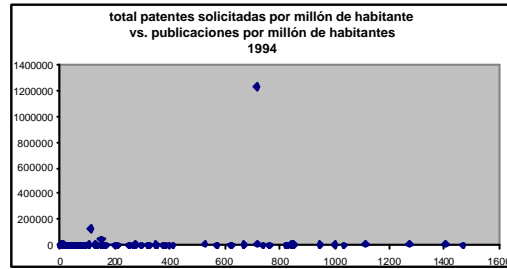
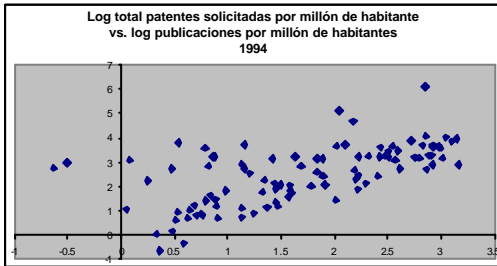
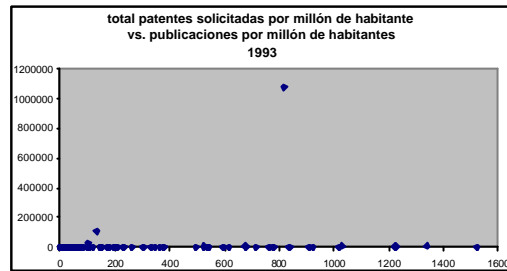
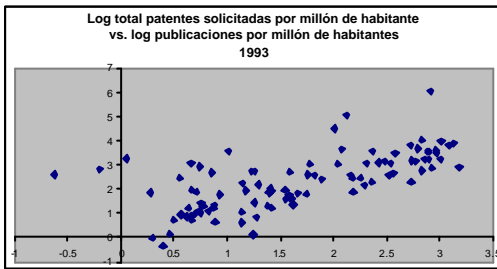
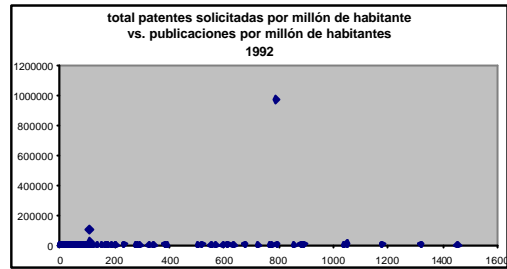
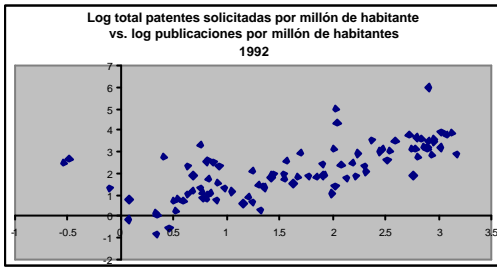
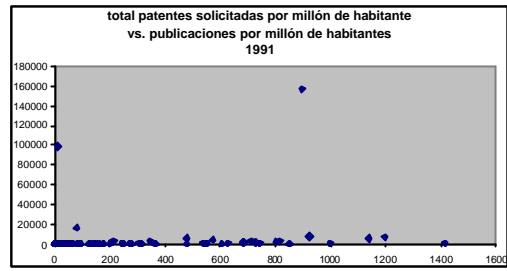
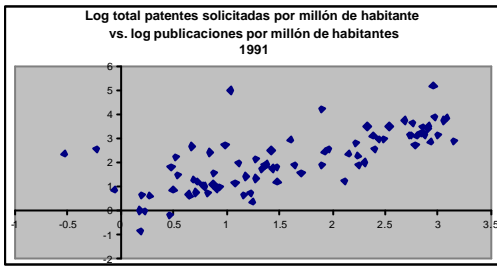
- Griliches, Z., Nordhaus W. y Scherer F. M. “Patents: Recent Trends and Puzzles”. *Brooking Papers on Economic Activity. Microeconomics* 1989 (1989): 291-330.
- Griliches, Zvi. “Introduction”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 1-20.
- Griliches, Zvi. “Patents Statistics as Economic Indicators: A Survey”. *Journal of Economic Literature* 28, no. 4 (1990), 1661-1707.
- Griliches, Zvi. *R&D, Patents, and Productivity*. Editor. A NBER Conference Report. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984.
- Harris, R.I.D. *Using Cointegration Analysis in Econometric Modeling*. Prentice Hall, 1995.
- Pakes, A. y Griliches, Z. “Patents and R&D at the Firm Level: A First Look”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 21-54.
- Pakes, A. y Schankerman, M. “The Rate of Obsolescence of Patents, Research Gestation Lags, and the Private Rate of Return to Rsearch Resources”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 55-72.
- Pakes, A. y Schankerman, M.. “An Exploration into the Determinants of Research Intensity”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 209-232.
- Pakes, Ariel. “Patents, R&D, and the stock market rate of return”. NBER Working Paper no. 786, Cambridge, Mass: NBER, 1981.
- Rapini, M. S. “Uma investigação sobre a relação de Granger-causalidade entre ciência e tecnologia para países em catching up e para o Brasil”. Monografia de Graduação. Belo Horizonte: FACE-UFMG, 2000.
- RICYT. “Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos”. Disponible en [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org). 2001
- Schankerman M. y Pakes, A. “Estimates of the Value of Patent Rights in European Countries During the Post-1950 Period”. *The Economic Journal* 96, no. 384 (1986), 1052-1076.

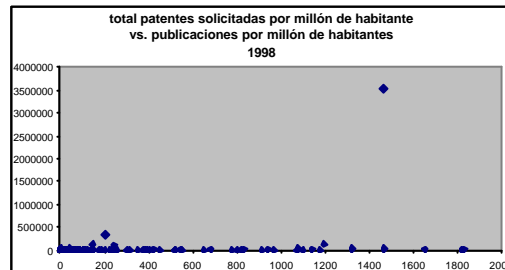
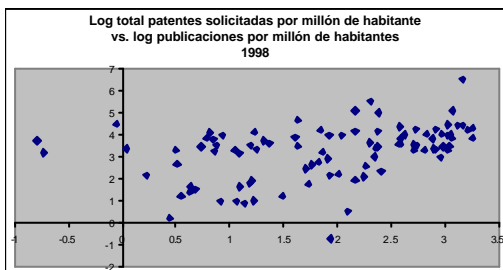
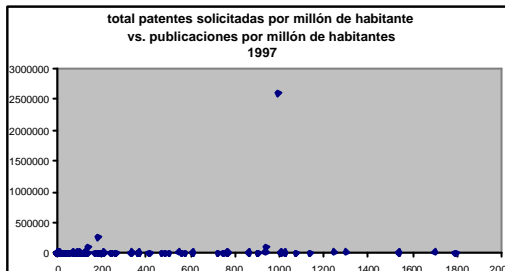
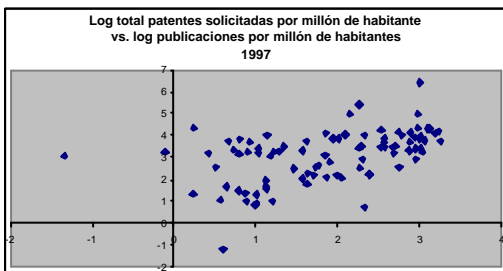
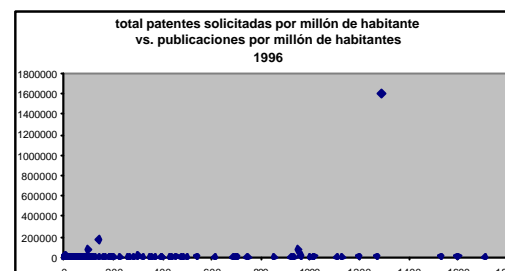
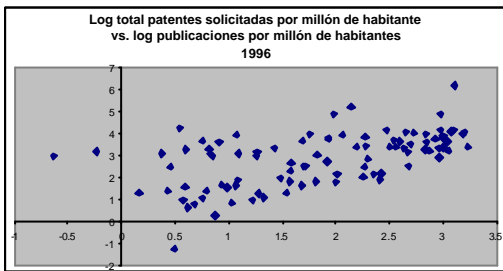
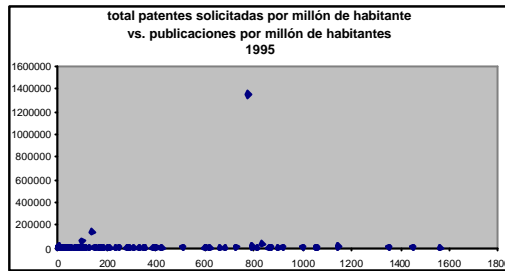
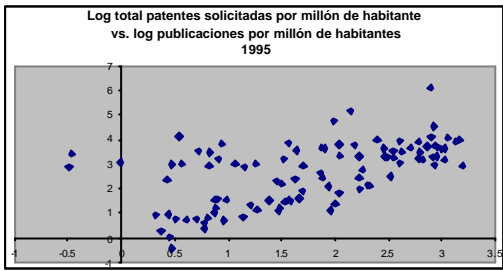
- Schmookler, Jacob. *Invention and Economic Growth*. Cambridge: Harvard University Press, 1966.
- Velho, L. "The author and the beholder: how paradigm commitments can influence the interpretation of research results. *Scientometrics* 11, (1987): 59-70.

## Anexo 1 WIPO

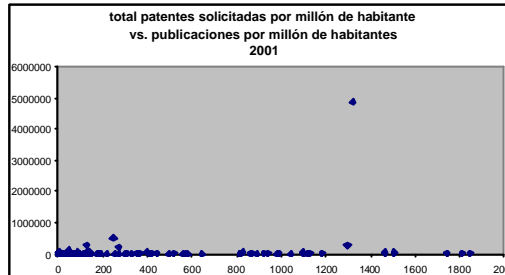
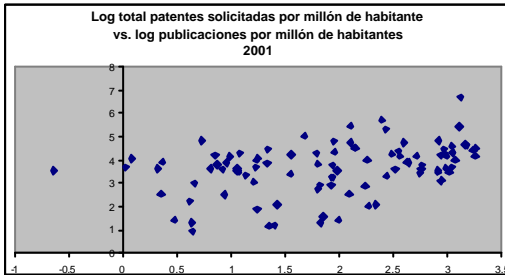
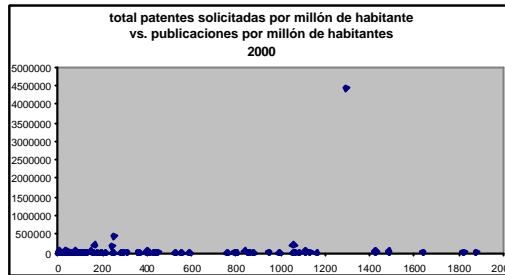
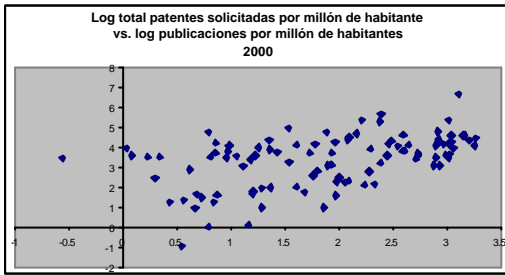
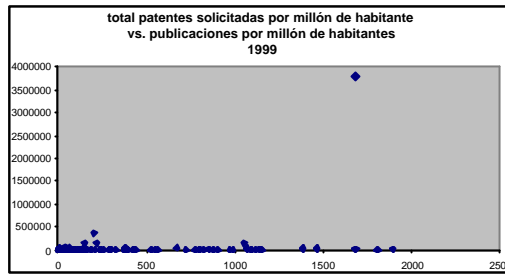
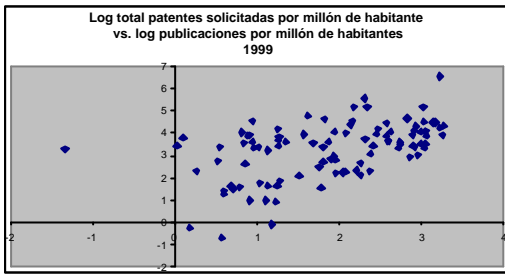


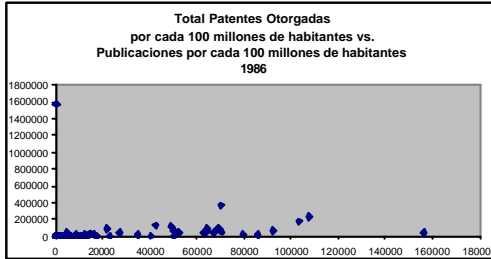
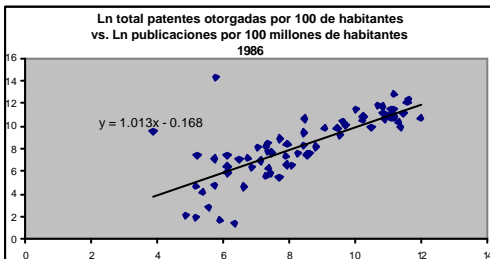
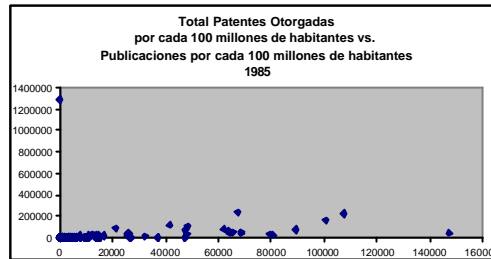
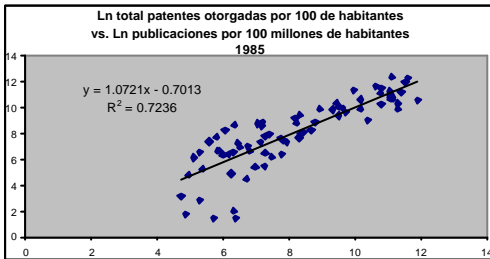
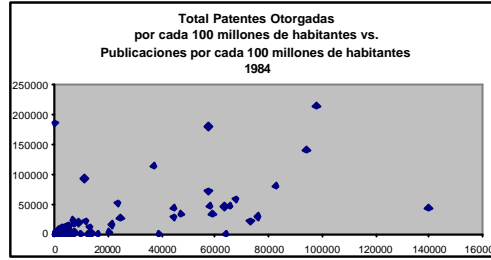
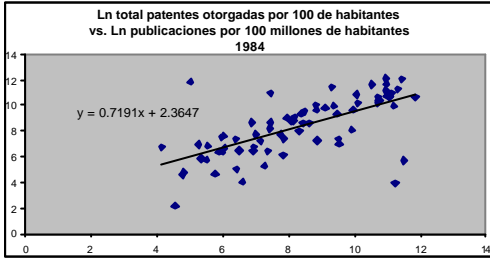
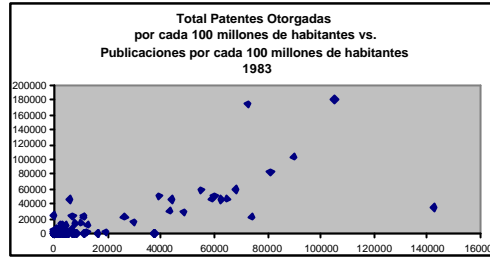
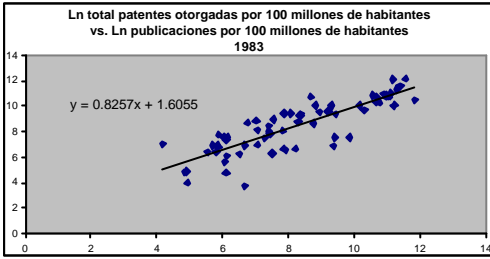


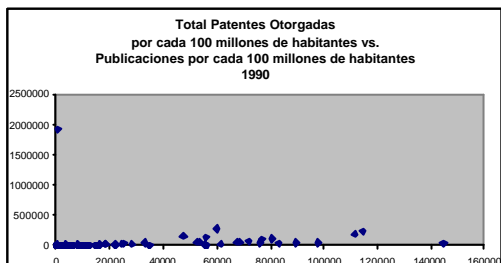
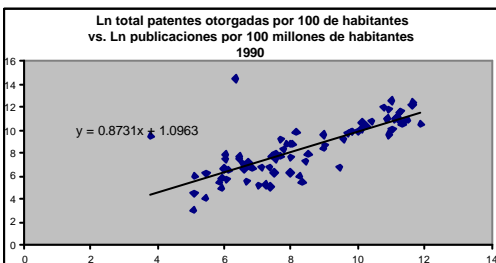
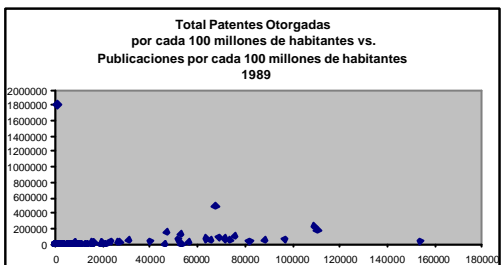
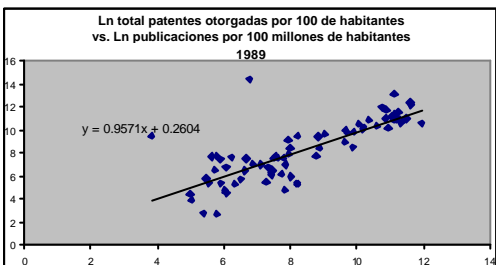
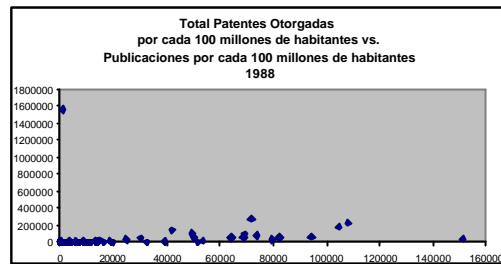
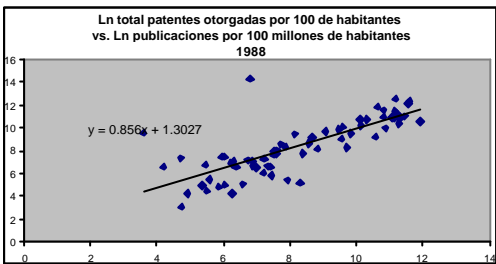
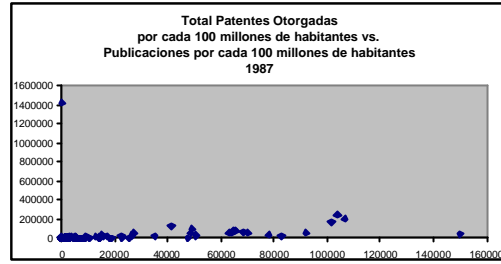
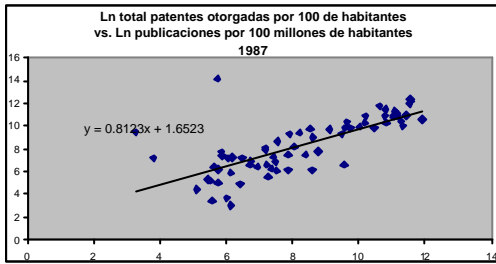


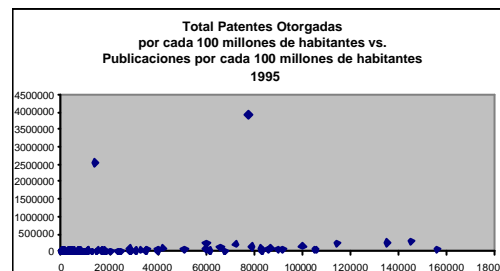
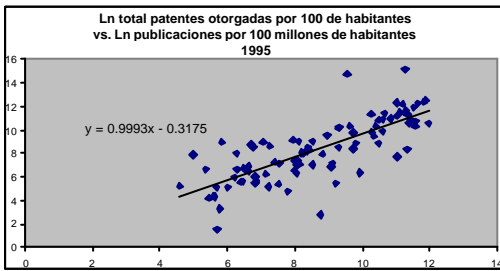
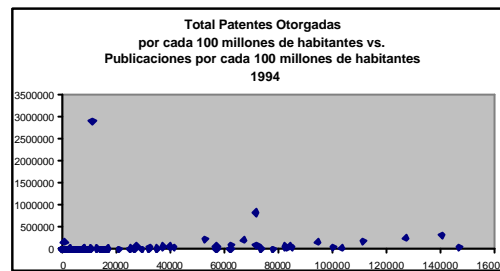
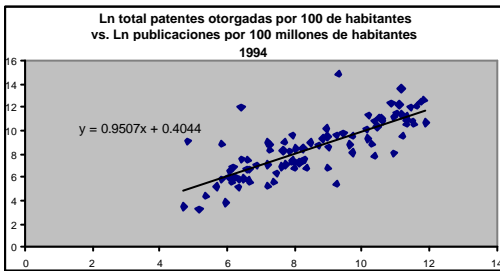
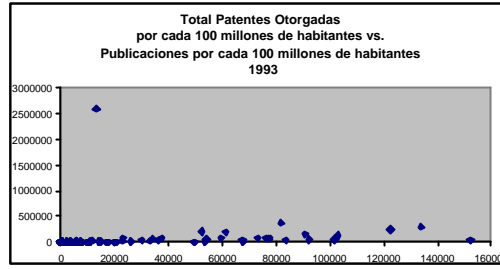
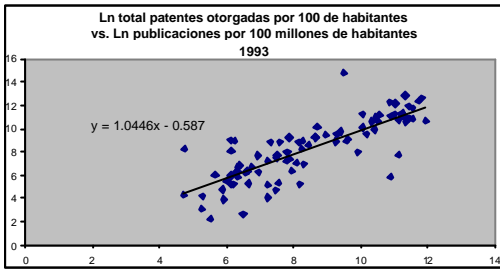
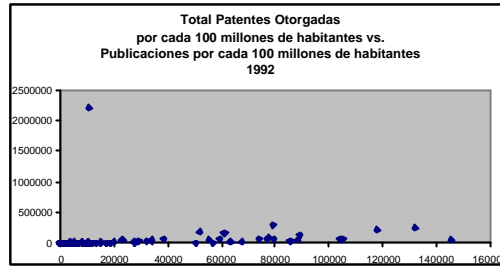
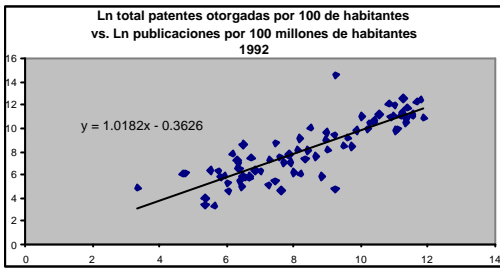


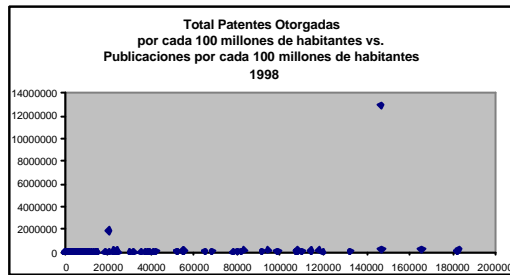
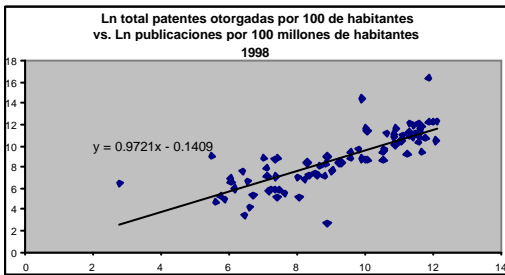
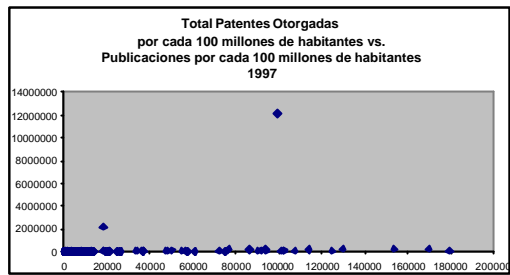
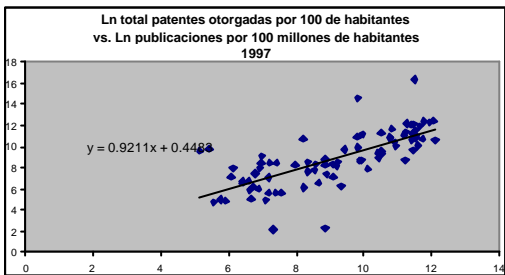
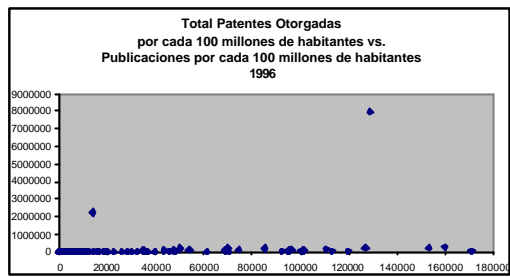
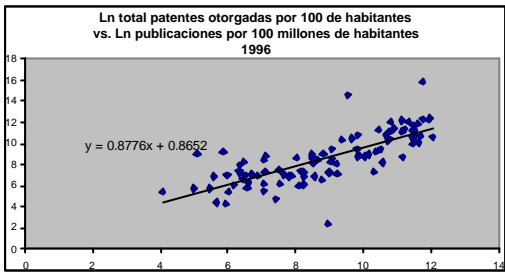


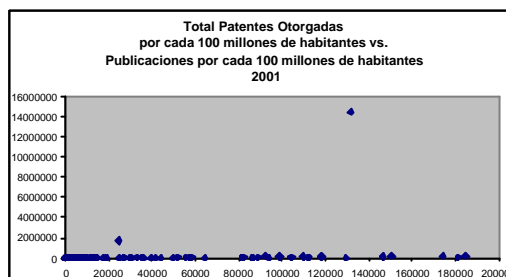
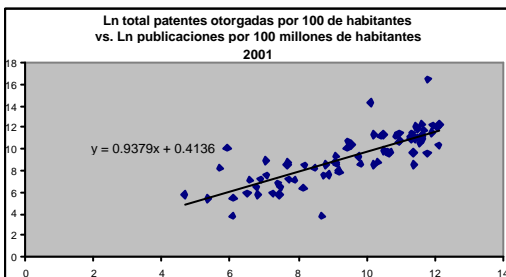
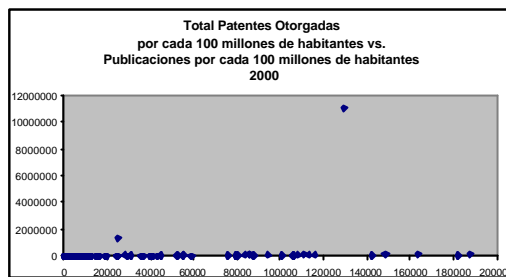
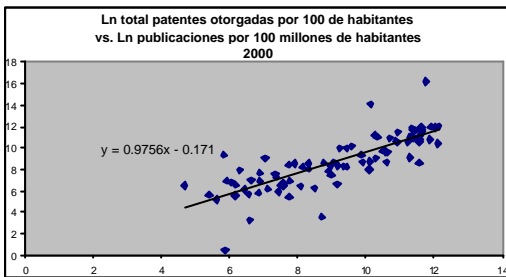
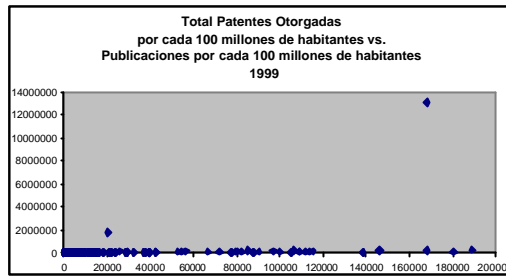
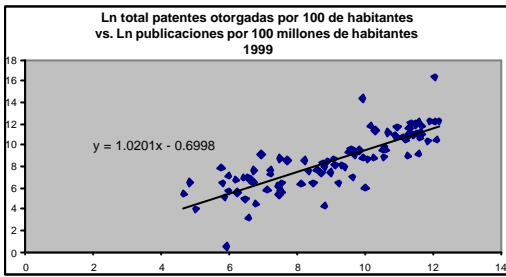


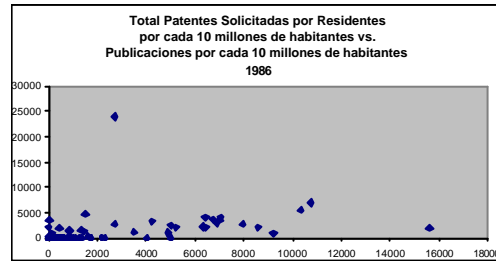
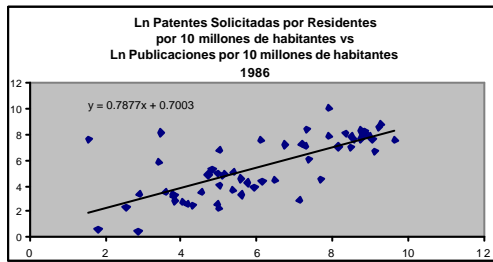
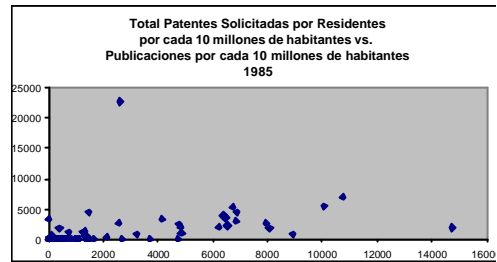
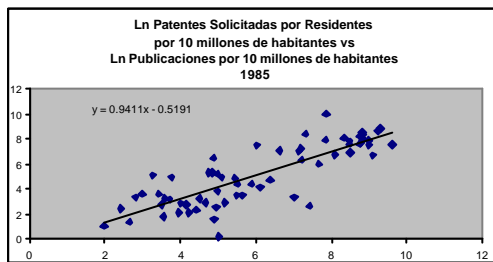
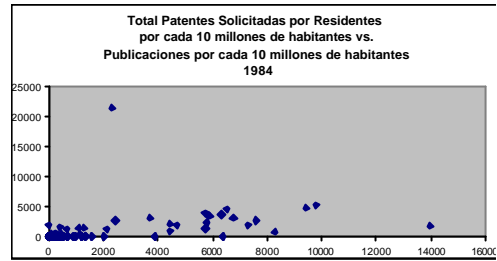
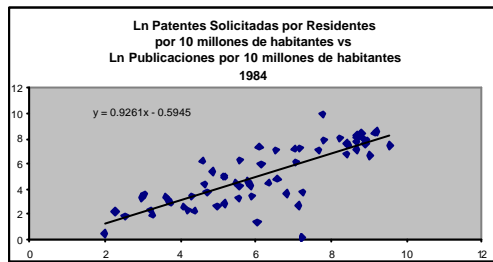
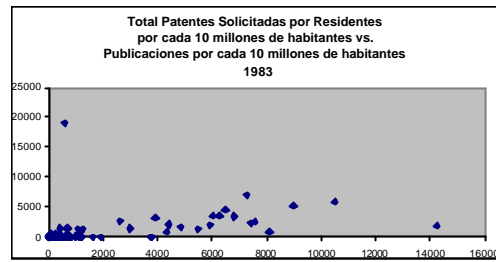
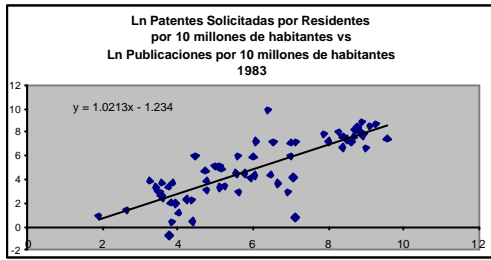


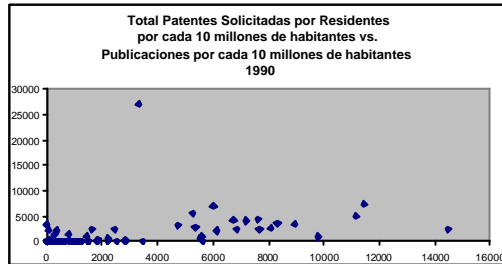
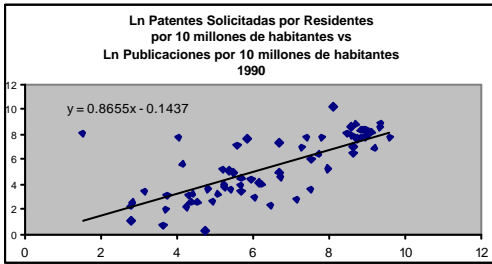
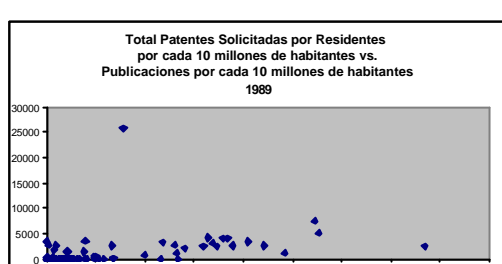
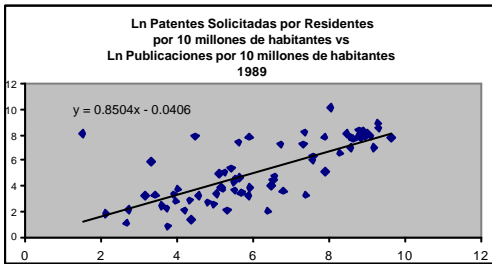
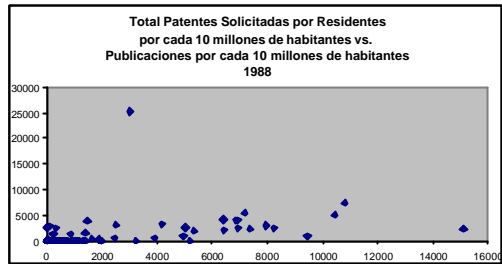
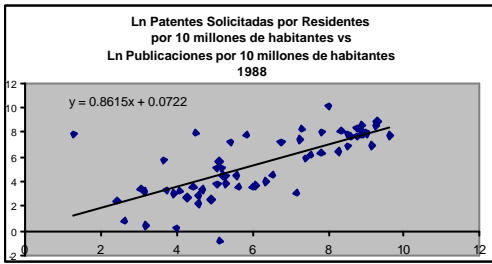
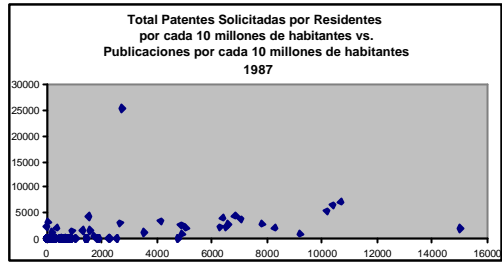
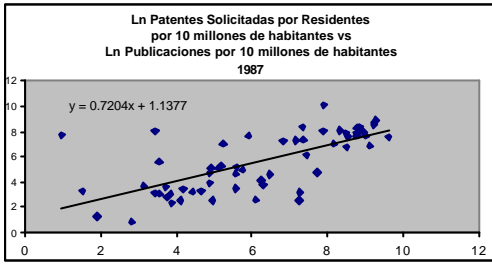




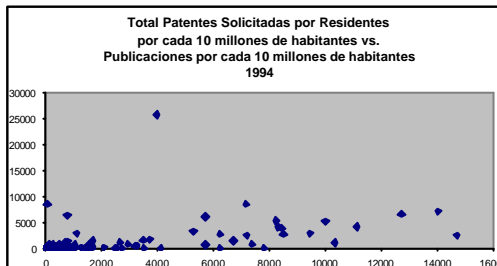
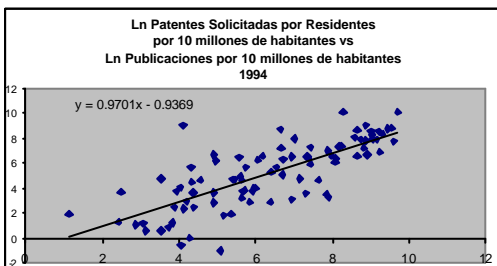
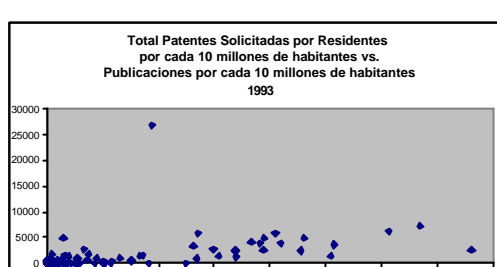
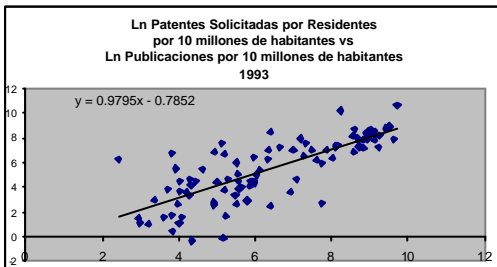
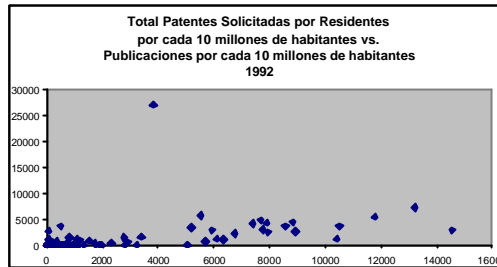
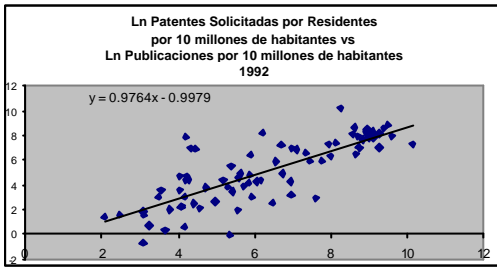
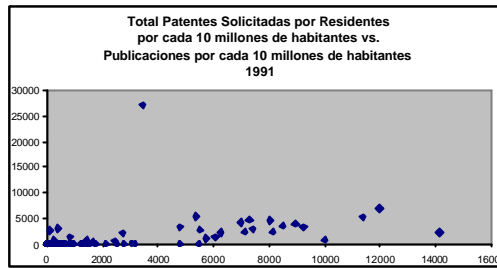
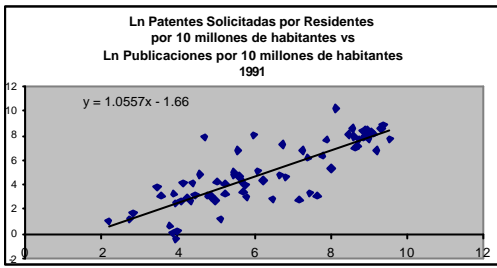


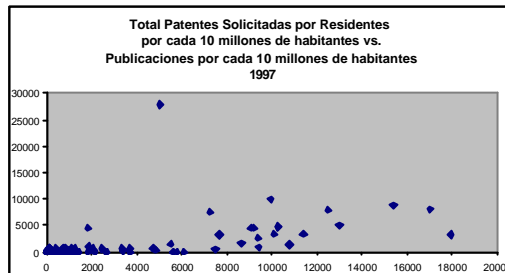
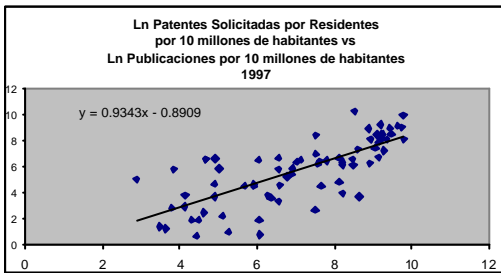
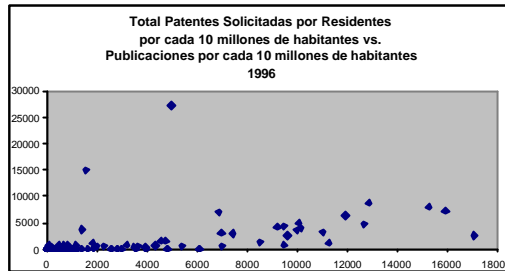
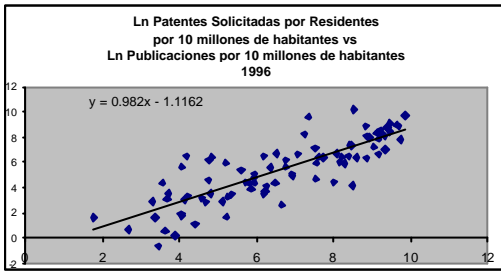
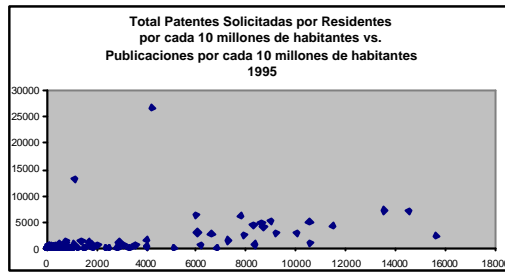
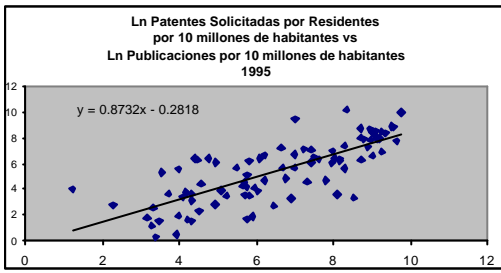


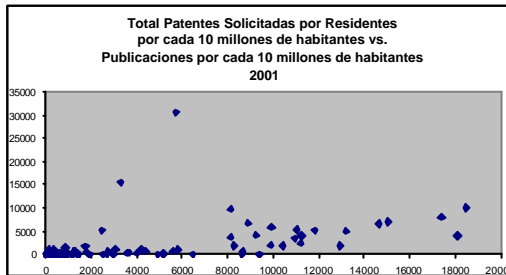
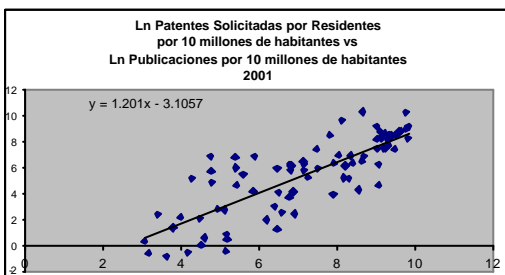
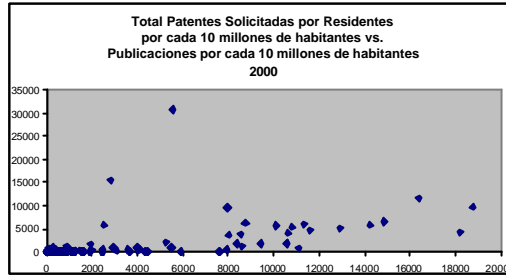
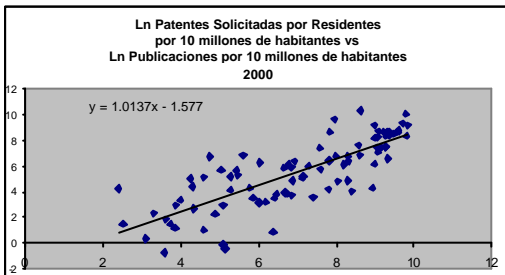
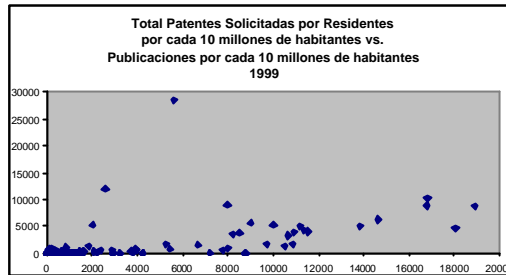
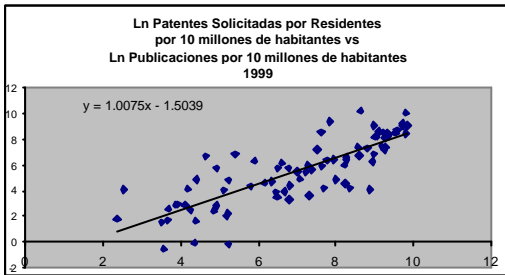
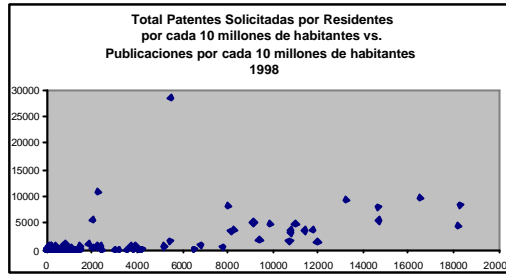
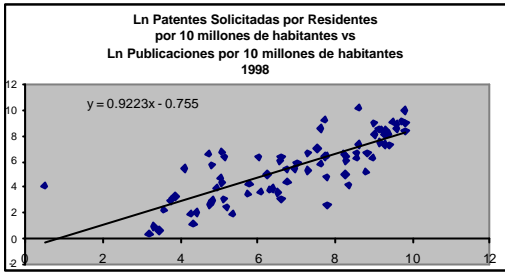












## Anexo 2 Pruebas de raíz unitaria

### Resultados de pruebas de raíz unitaria

País	Publicaciones	Solicitadas Res.	Total Solicitadas	Otorgadas Res.	Total otorgadas	Patentes USPTO
Afganistán						
Algeria	**					
Angola						
Argentina	*					**
Australia	*		**			*
Austria	**		**		**	
Bahrain	**					
Bangladesh	**					
Barbados			**			
Belgium	*	**	*		**	*
Benin						
Bermuda	**					
Bolivia	*					
Botswana	**					
Brazil	**		**			**
Bulgaria	*		**			
Burkina Faso						
Camerún						
Canada	**	*	**			*
Chad						
Chile	**					
China	**		**			
Congo						
Colombia	**					
Costa Rica	*					
Cote Ivoire						
Cuba	**					
Cyprus	**					
Korea Norte			**			
Denmark	**	**	**	**		**
Ecuador	**					
Egypt	*		**			
El Salvador	**					
Ethiopia	**					
Fiji						
Finland	**		**			**
France	*		*			
French Polynesia						
Gabon						
Gambia						
Germany						
Ghana	**					
Greece	**	**	**	**		
Guadeloupe	**					
Guatemala						
Guinea-Bissau	***					
Honduras			**			
Hong Kong	**					**
Hungary	**		**			
Iceland	**		**			
India	**					**
Indonesia	**					
Iran	**					
Iraq						
Ireland	**		**		*	
Israel	*	*	**			**
Italy	**		**			
Jamaica						
Japan		*				
Jordan	*					
Kenya	**		**			
Kuwait						
Latvia	**					
Lebanon	**					

Presencia de raíz unitaria al:

Según prueba de KPSS

\* 90%

\*\* 95%

\*\*\* 99%

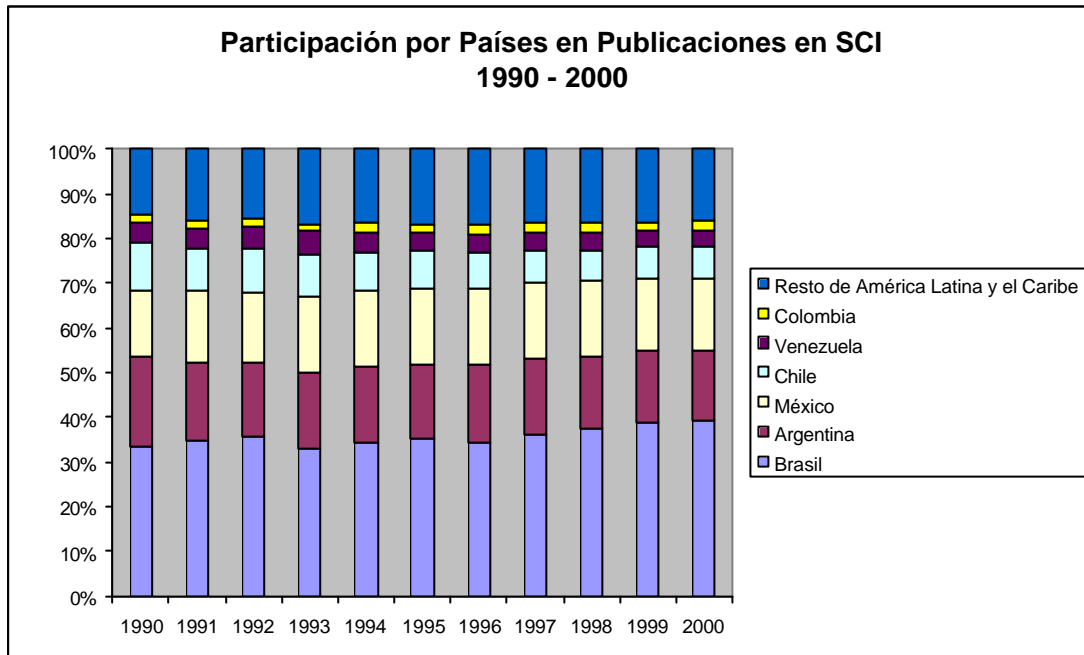
Resultados de pruebas de raíz unitaria (continuación)

País	Publicaciones	Solicitadas Res.	Total Solicitadas	Otorgadas Res.	Total otorgadas	Patentes USPTO
Liechtenstein						
Luxembourg	**					
Macau	*					
Madagascar			**			
Malawi	**		**			
Malaysia	**					**
Mali						
Malta	*					
Mexico	**		**			**
Monaco	*		**		*	
Mongolia	**		**		*	
Morocco	**					
Mozambique	**					
Myanmar						
Namibia						
Nenai	**					
Netherlands			**	**	**	
Neth. Antilles						
New Caledonia						
New Zealand	**		**			*
Nicaragua						
Niger						
Nigeria						
Norway	*	**	**	*		**
Oman	**					
Pakistan	**					
Panama						
Papua new guinea	**					
Paraguay						
Peru						
Philippines	*					
Poland	**		**			
Portugal	**		**		**	
Oatar	*					
Rep. of Korea	**		**	*	*	**
Roumanie	**					
Rwanda						
Saudi Arabia			*			**
Senegal	*					
senegambia	*					
Seychelles						
Singapore	**		**			**
South Africa		**			*	
Spain	**	*	**		*	*
Sri Lanka			**			
Sudan			**			
Sweden	*	**	**		**	*
Switzerland	*	*	**	*	**	
Syria						
Taiwan	**					**
Tanzania						
Thailand	**		**			**
Trinidad v Tobago			**			
Tunisia	**					
Turkey	**					
Uganda	**		**			
Arab Emirates	**					
England	*		**			
USA		**	**	**	*	**
Uruguay	**		**			
Venezuela	**					
Vietnam	**		**			
Zambia	*					
Zimbabwe	**	**	**		*	

Presencia de raíz unitaria al:  
Según prueba de KPSS

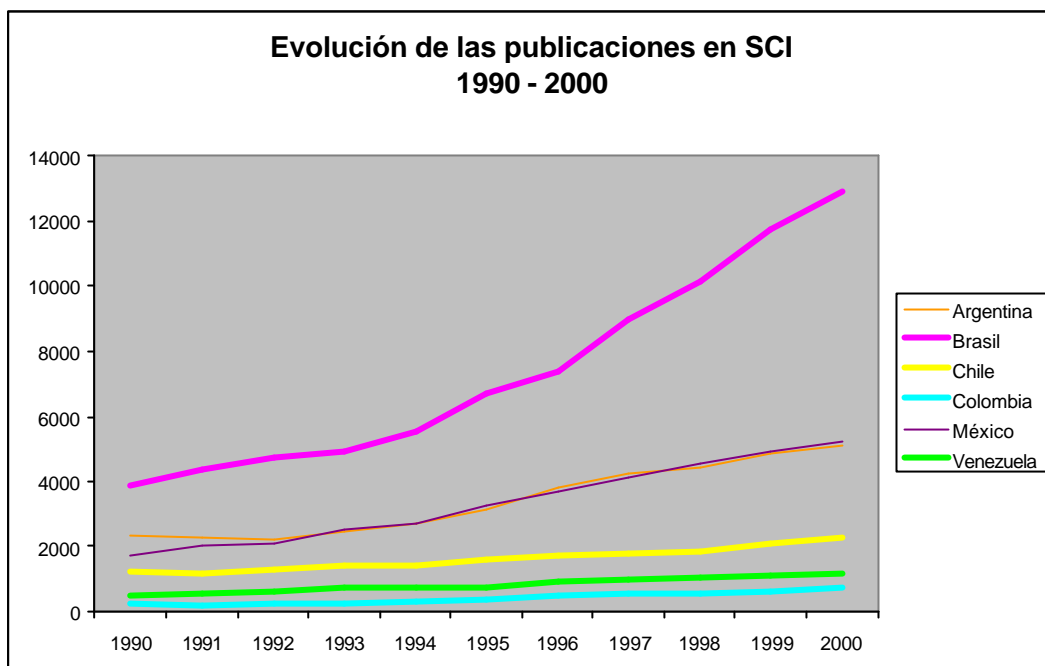
\* 90%  
\*\* 95%  
\*\*\* 99%

Anexo 3: Publicaciones totales y Crecimiento de las Publicaciones para distintas bases de datos



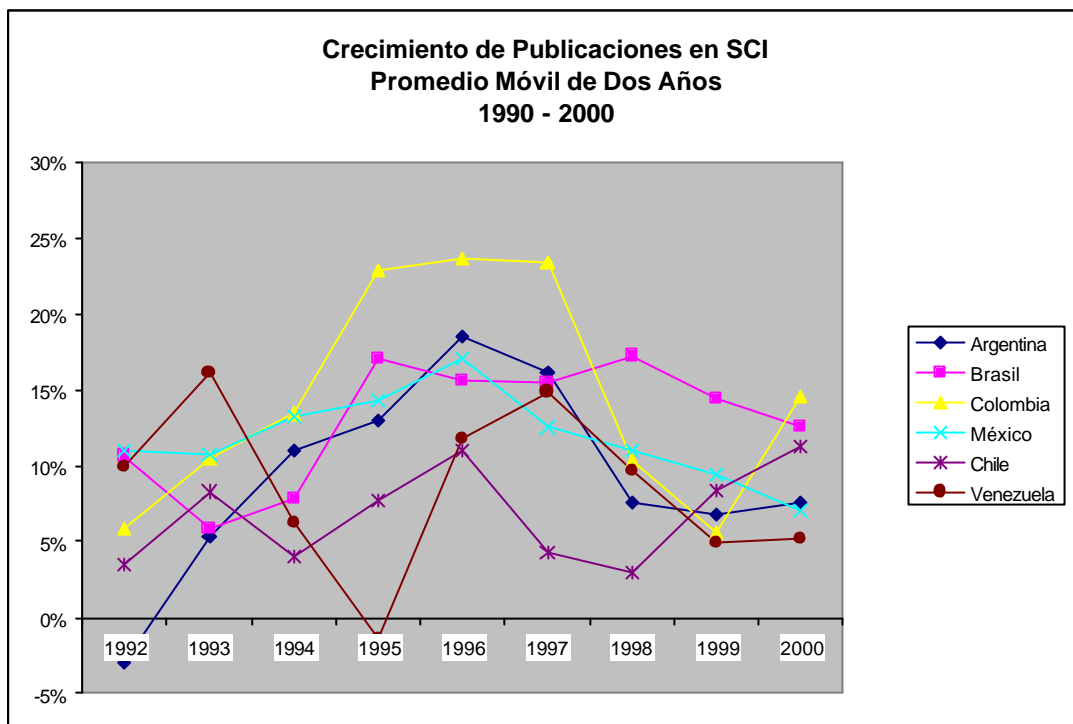
Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.  
Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Science Citation Index (ISI): Base multidisciplinaria, reúne cerca de 5300 revistas de Tecnología, Medicina, Ciencias de la Vida y Medio Ambiente



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.  
Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

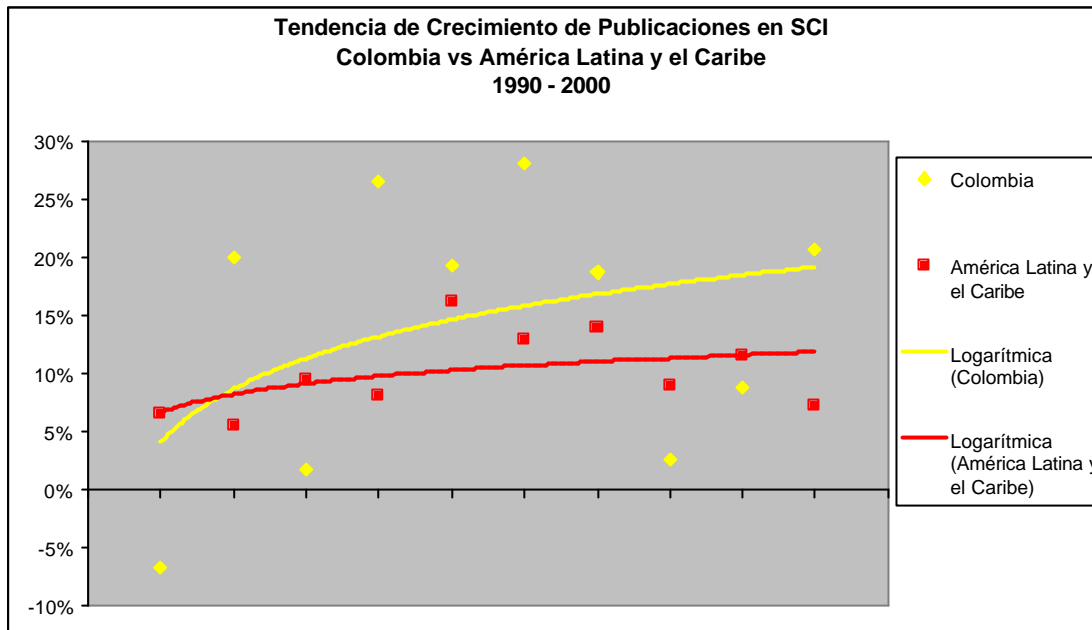
Science Citation Index (ISI): Base multidisciplinaria, reúne cerca de 5300 revistas de Tecnología, Medicina, Ciencias de la Vida y Medio Ambiente



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.  
Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

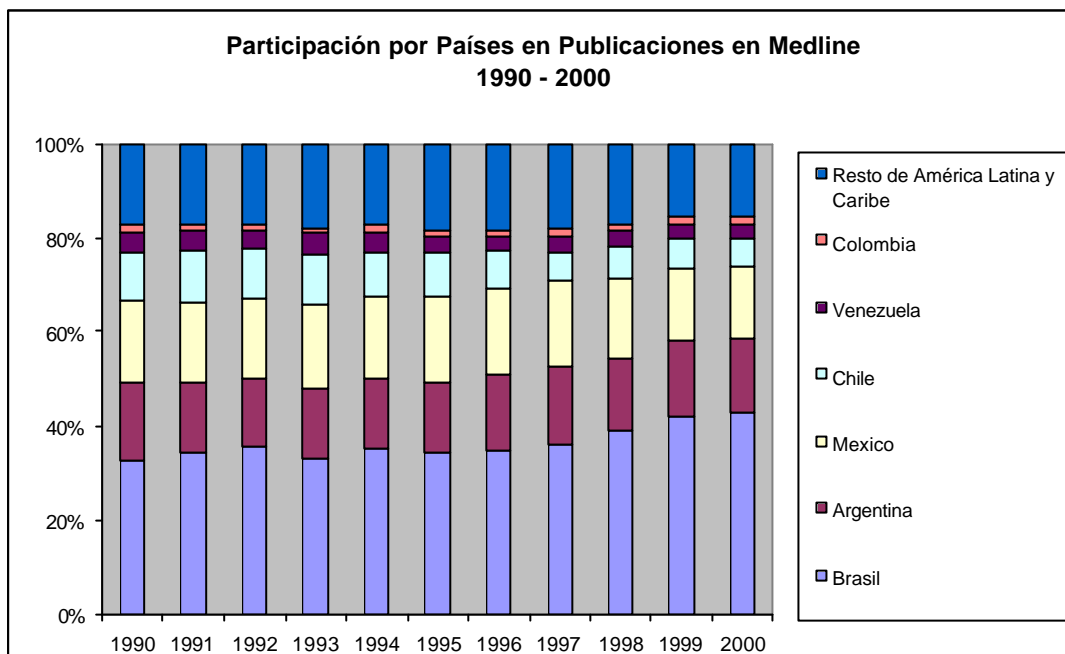
Science Citation Index (ISI): Base multidisciplinaria, reúne cerca de 5300 revistas de Tecnología, Medicina, Ciencias de la Vida y Medio Ambiente





Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.  
Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

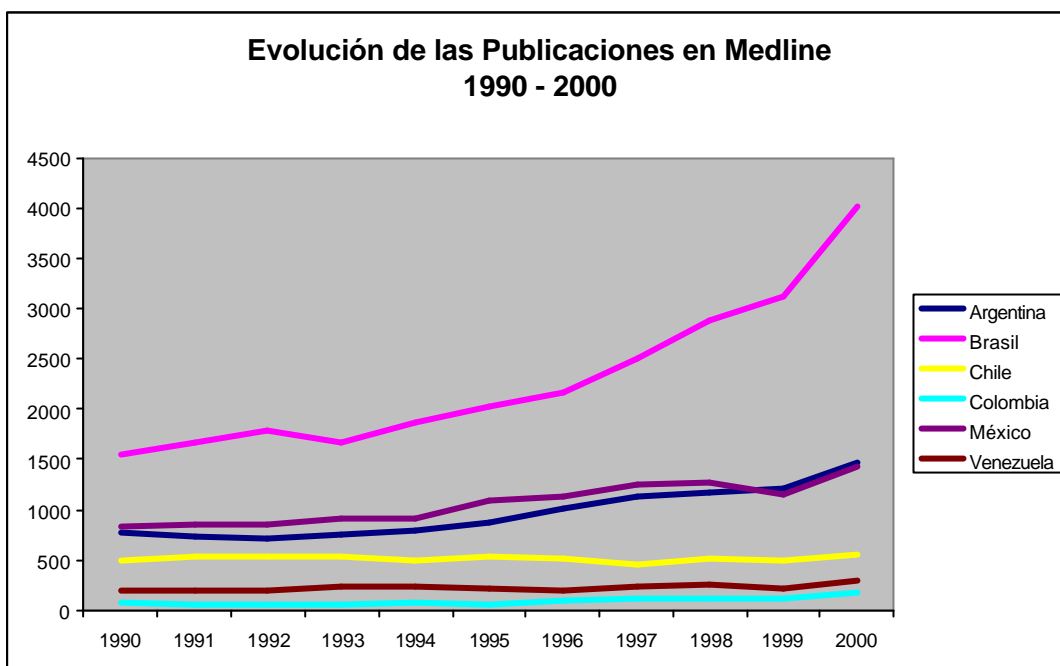
Science Citation Index (ISI): Base multidisciplinaria, reúne cerca de 5300 revistas de Tecnología, Medicina, Ciencias de la Vida y Medio Ambiente



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.

Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Medline (Index Medicus): Comprende cerca de 4300 publicaciones de Medicina Humana y campos relacionados

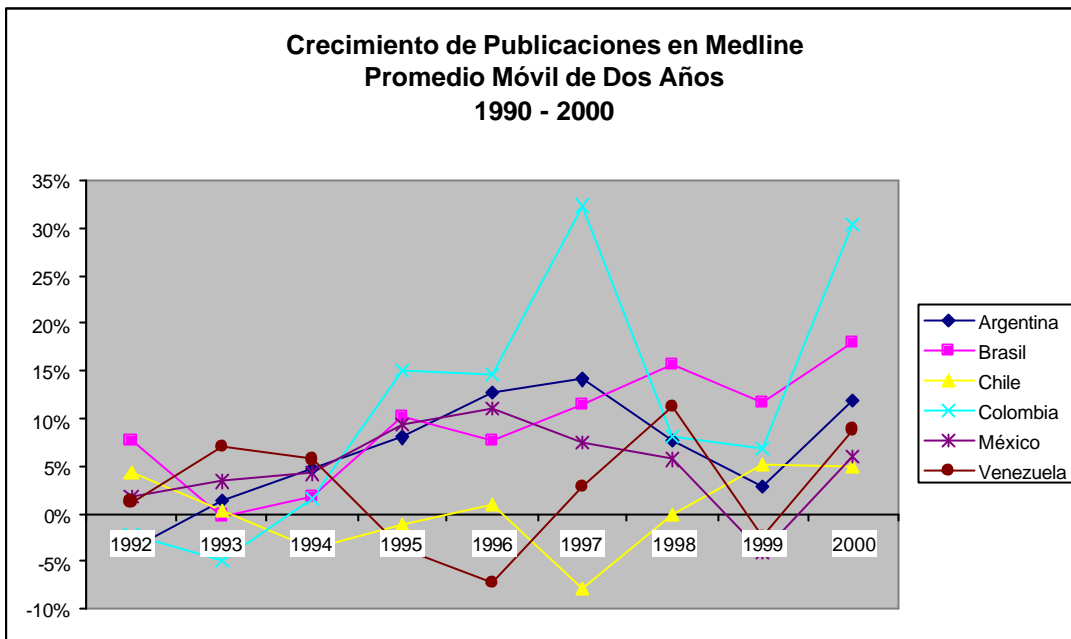


Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.

Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y*

*Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

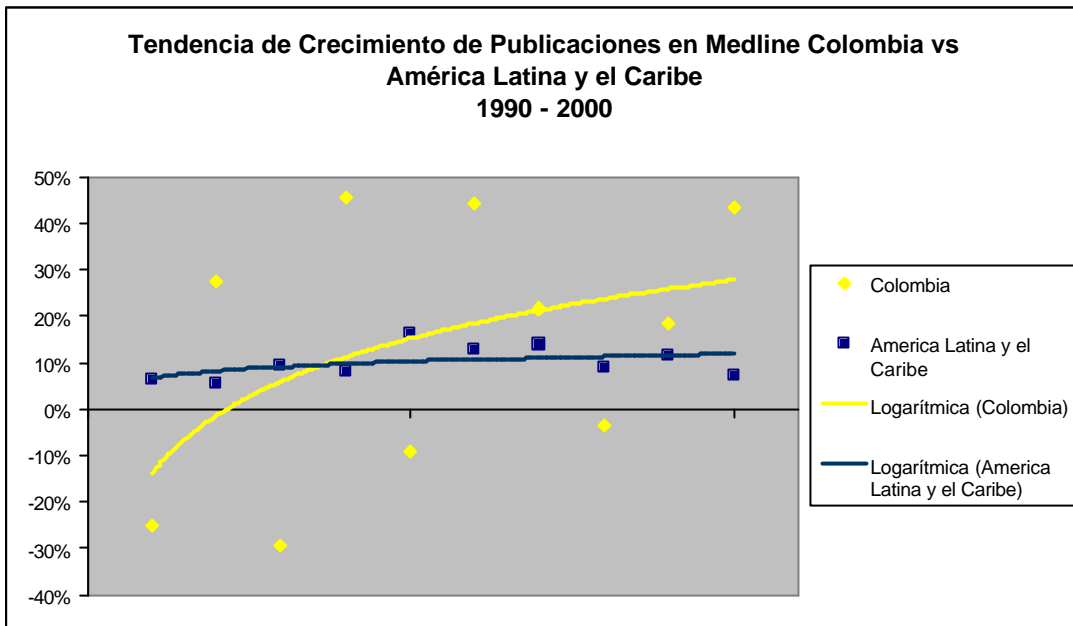
Medline (Index Medicus): Comprende cerca de 4300 publicaciones de Medicina Humana y campos relacionados



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.

Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Medline (Index Medicus): Comprende cerca de 4300 publicaciones de Medicina Humana y campos relacionados

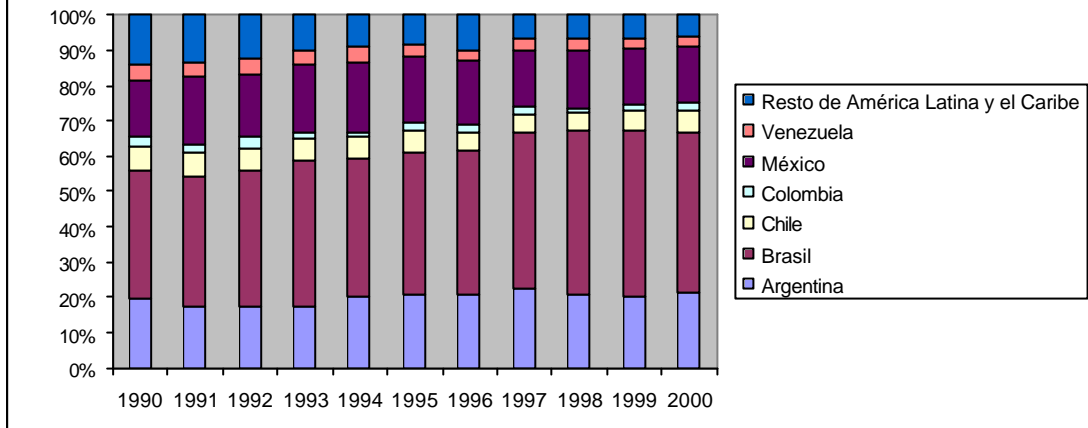


Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.

Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Medline (Index Medicus): Comprende cerca de 4300 publicaciones de Medicina Humana y campos relacionados

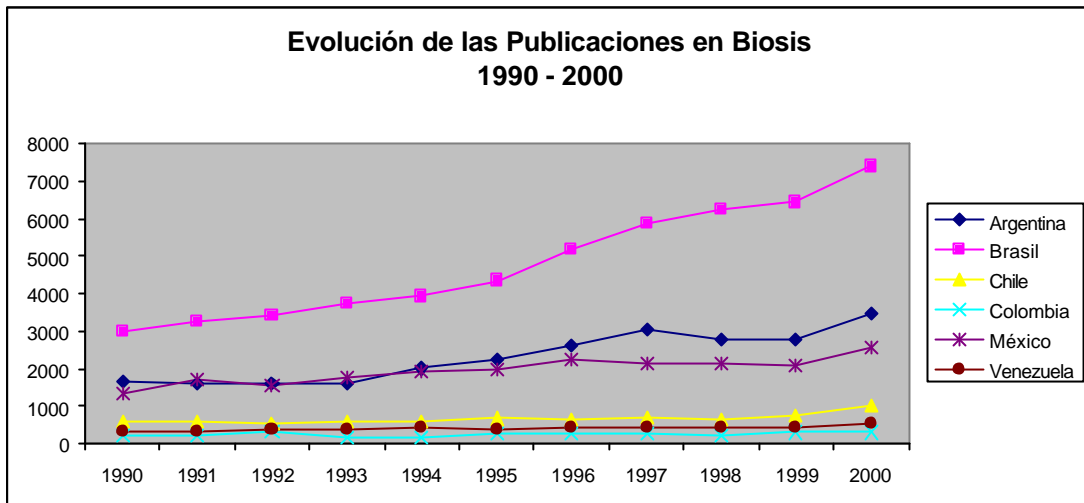
### Participación por Países en Publicaciones en Biosis 1990 - 2000



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.

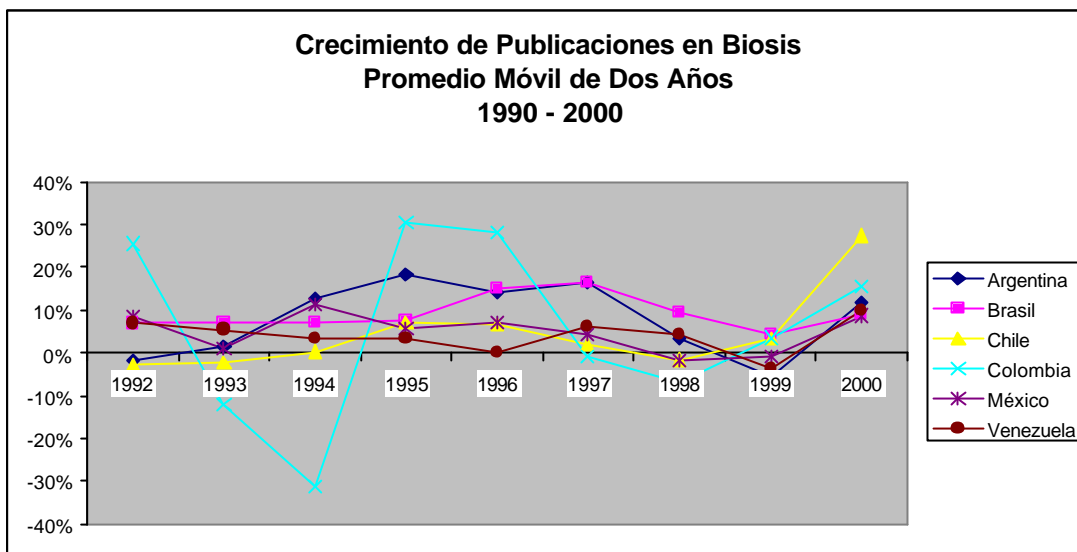
Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Biosis (Biological Abstracts): Abarca cerca de 9000 publicaciones en el campo de las ciencias de la Vida



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.  
Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

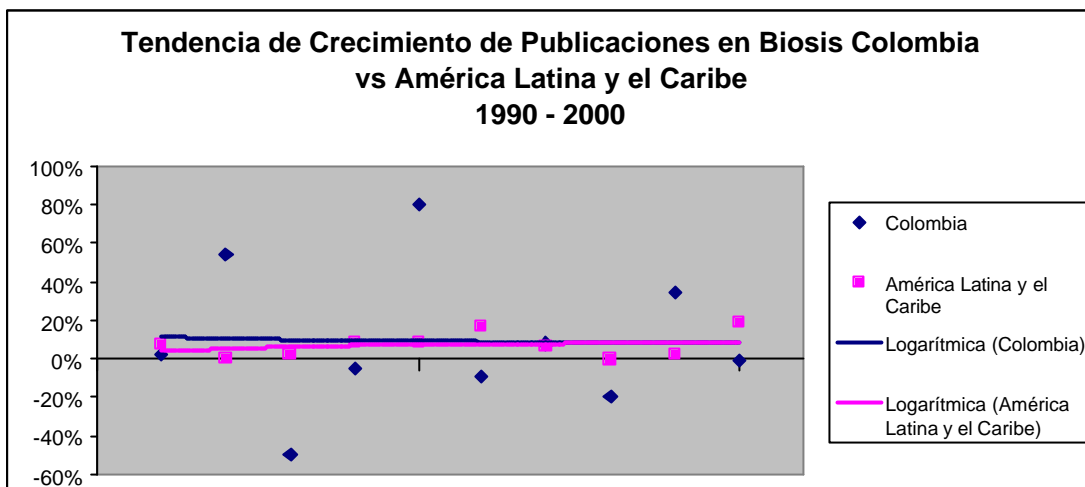
Biosis (Biological Abstracts): Abarca cerca de 9000 publicaciones en el campo de las ciencias de la Vida



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.  
Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Biosis (Biological Abstracts): Abarca cerca de 9000 publicaciones en el campo de las ciencias de la Vida

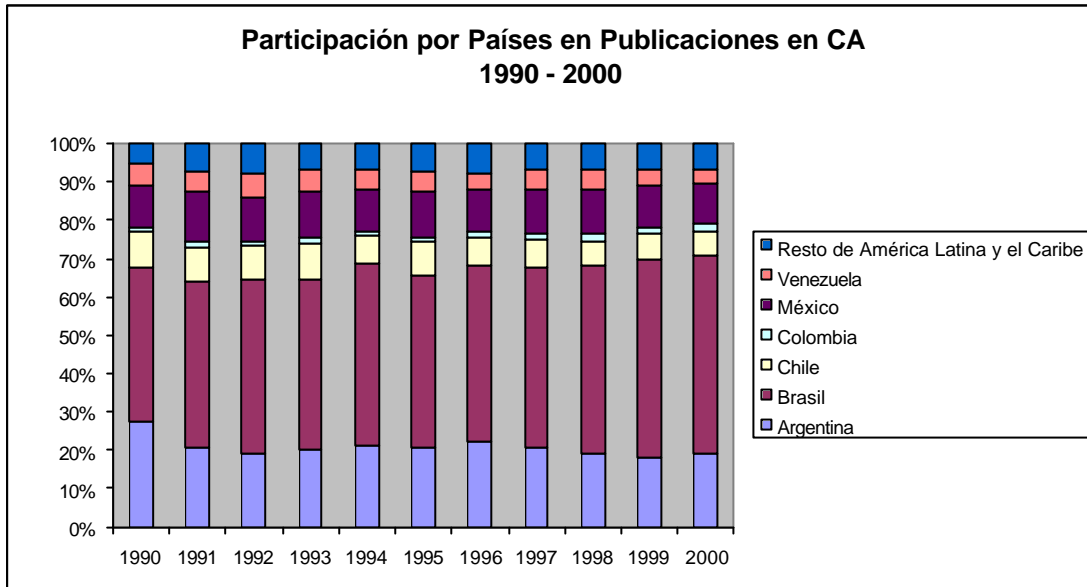




Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.

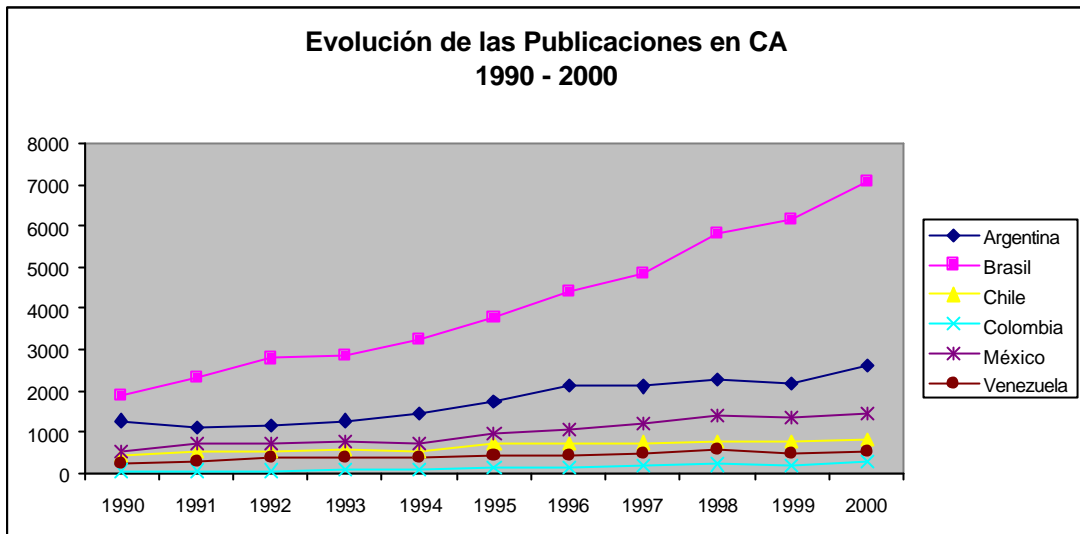
Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Biosis (Biological Abstracts): Abarca cerca de 9000 publicaciones en el campo de las ciencias de la Vida



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.  
 Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

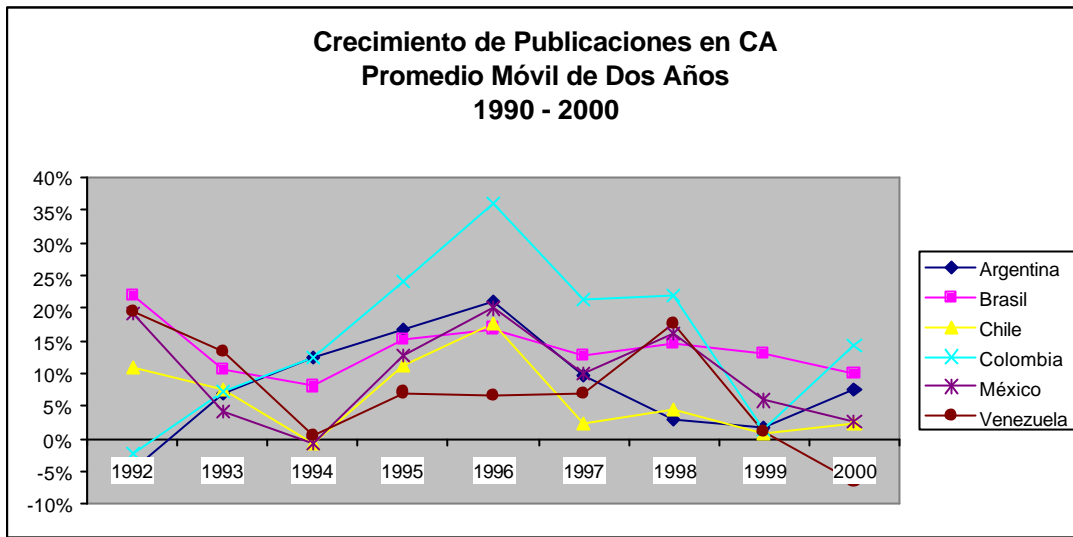
CA (Chemical Abstracts): Comprende cerca de 8000 publicaciones de Química, Bioquímica e Ingeniería Química



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.

Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

CA (Chemical Abstracts): Comprende cerca de 8000 publicaciones de Química, Bioquímica e Ingeniería Química

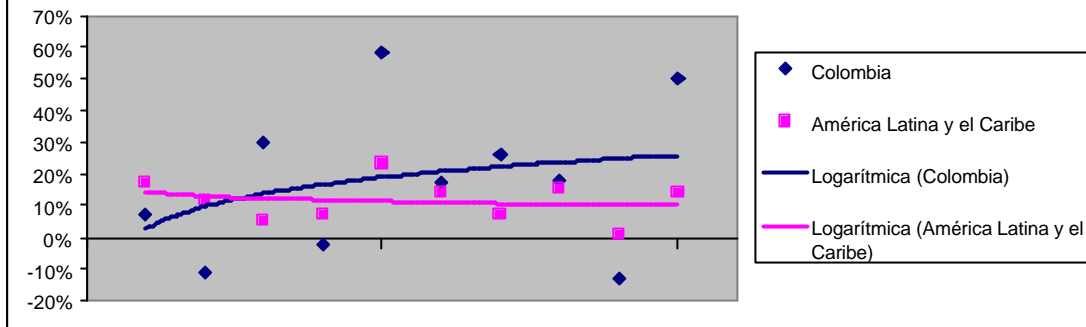


Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.

Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

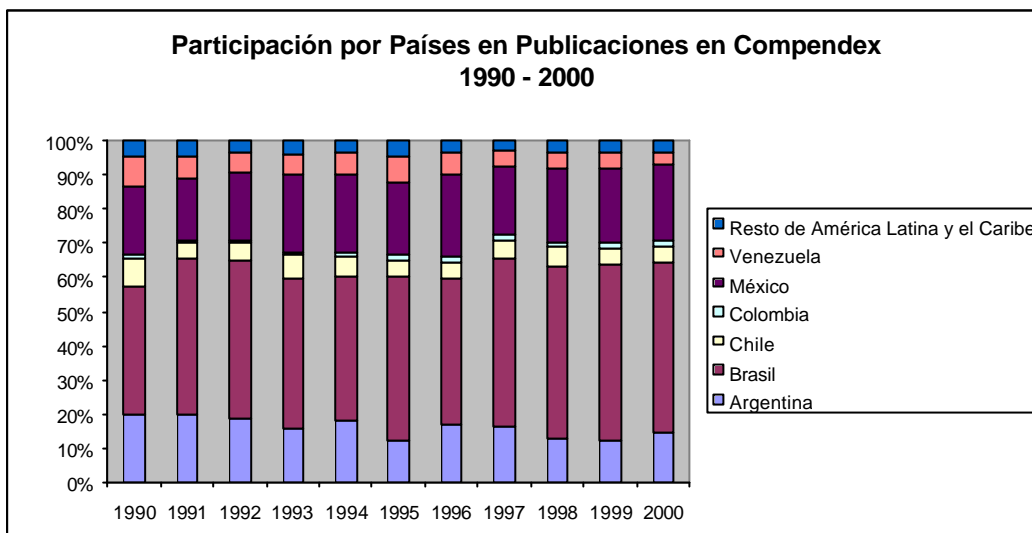
CA (Chemical Abstracts): Comprende cerca de 8000 publicaciones de Química, Bioquímica e Ingeniería Química

### Tendencia de Crecimiento de Publicaciones en CA Colombia vs América Latina y el Caribe 1990 - 2000



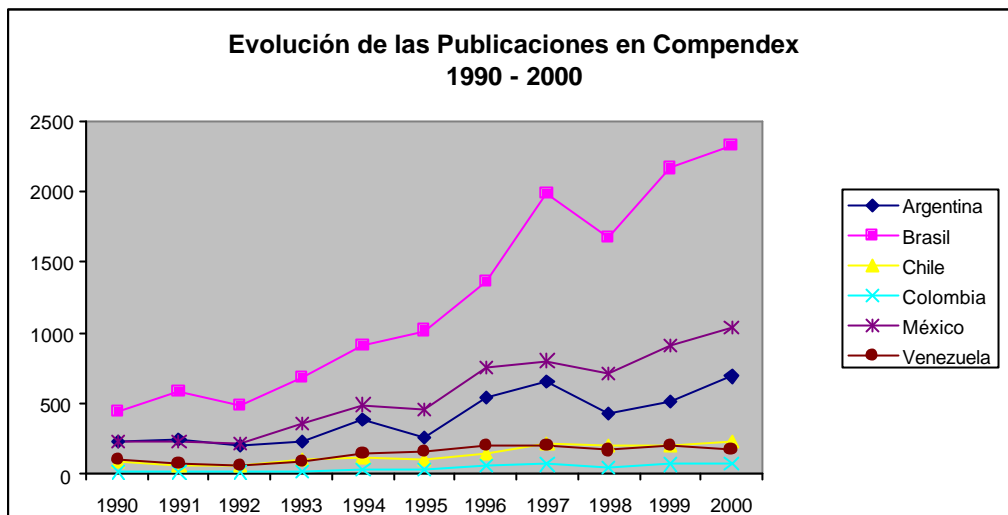
Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.  
Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

CA (Chemical Abstracts): Comprende cerca de 8000 publicaciones de Química, Bioquímica e Ingeniería Química



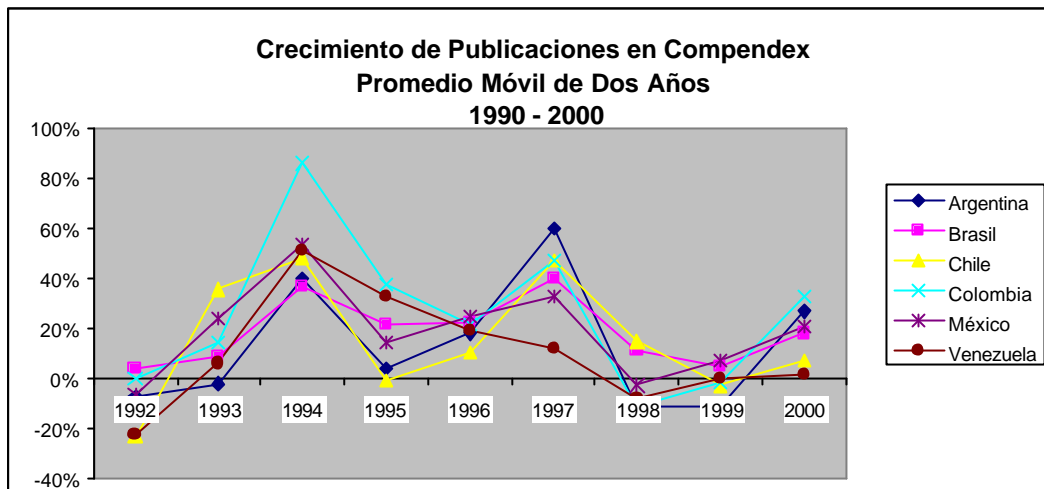
Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.  
Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Compendex (Engineering Index): abarca cerca de 5000 publicaciones en el área de Ingeniería incluyendo Informática



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.  
Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

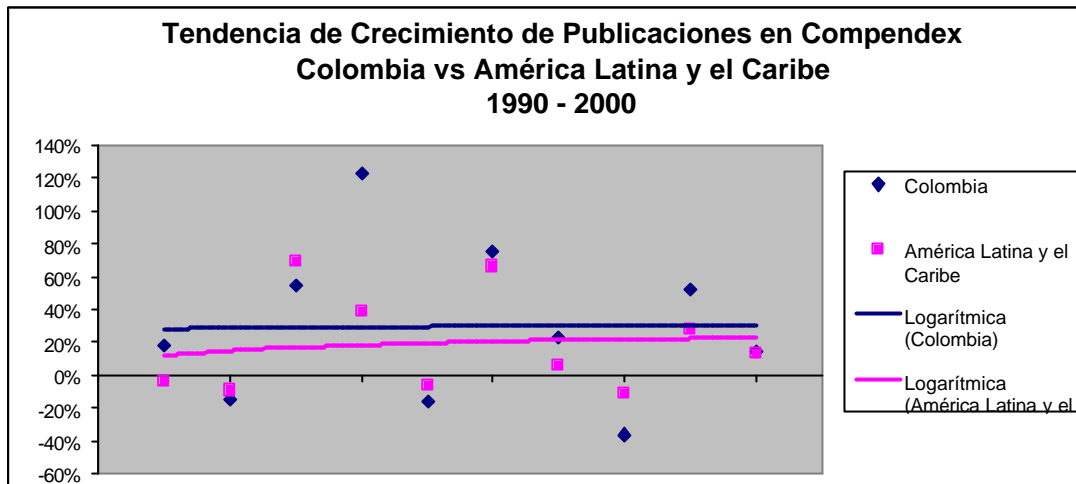
Compendex (Engineering Index): abarca cerca de 5000 publicaciones en el área de Ingeniería incluyendo Informática



Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.  
Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Compendex (Engineering Index): abarca cerca de 5000 publicaciones en el área de Ingeniería incluyendo Informática

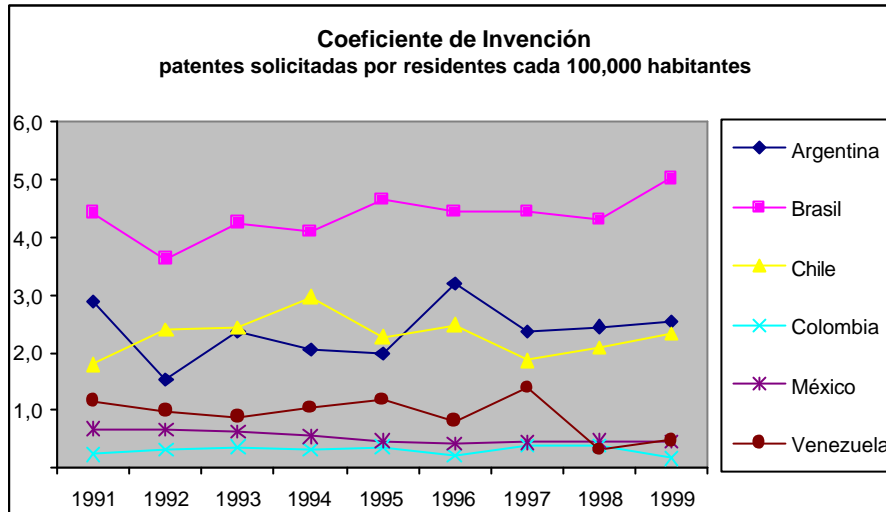




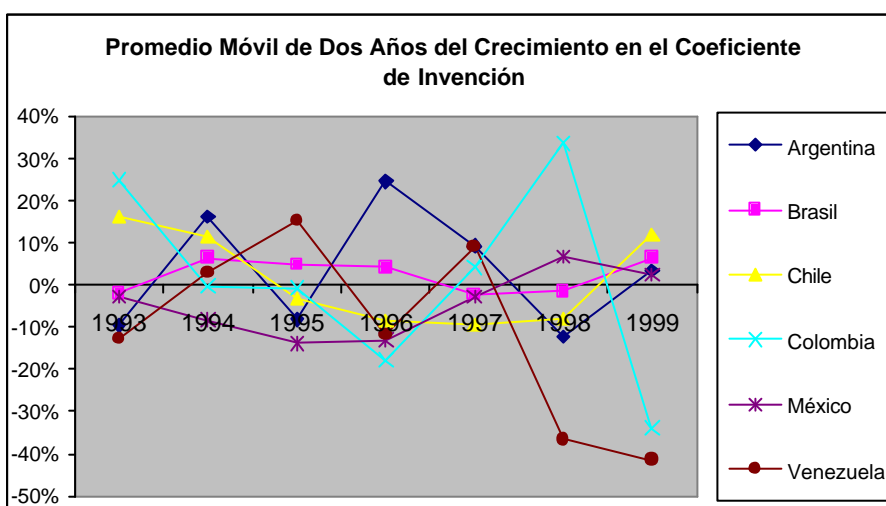
Fuente: Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.  
Cálculos Basados en RICyT. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2002*

Compendex (Engineering Index): abarca cerca de 5000 publicaciones en el área de Ingeniería incluyendo Informática

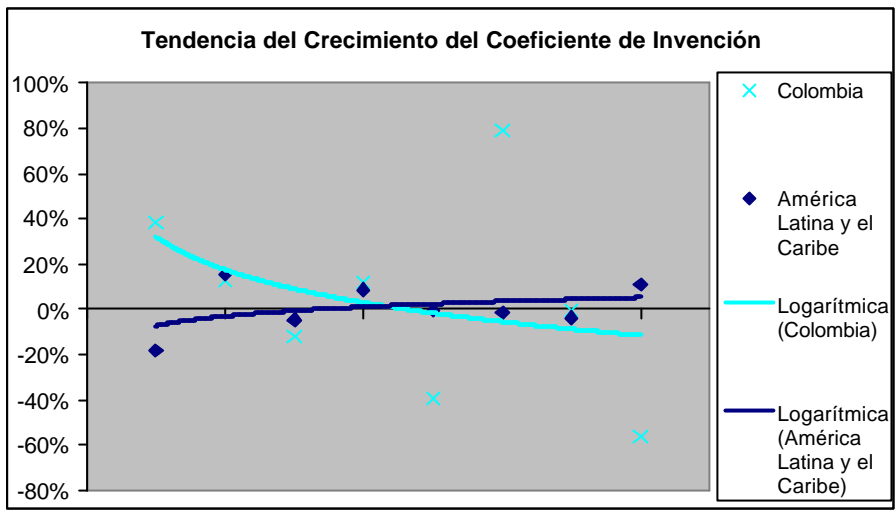
## Anexo 4 Patentes



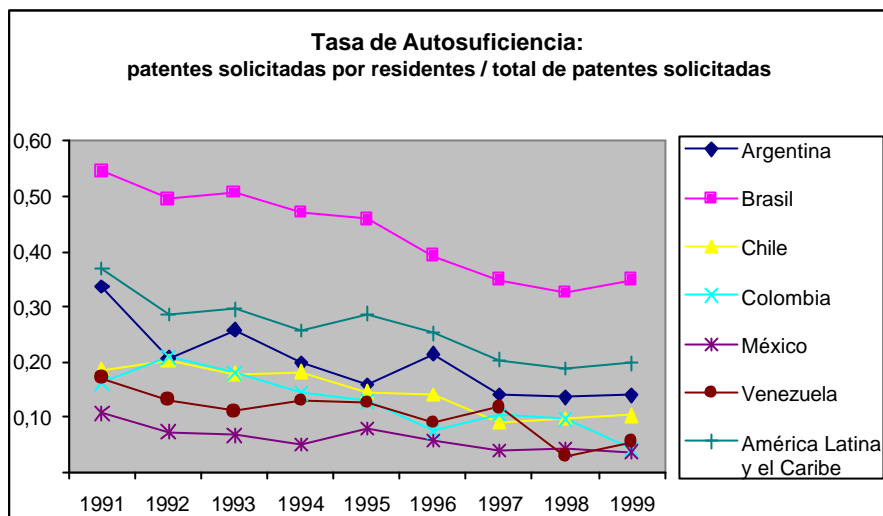
Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



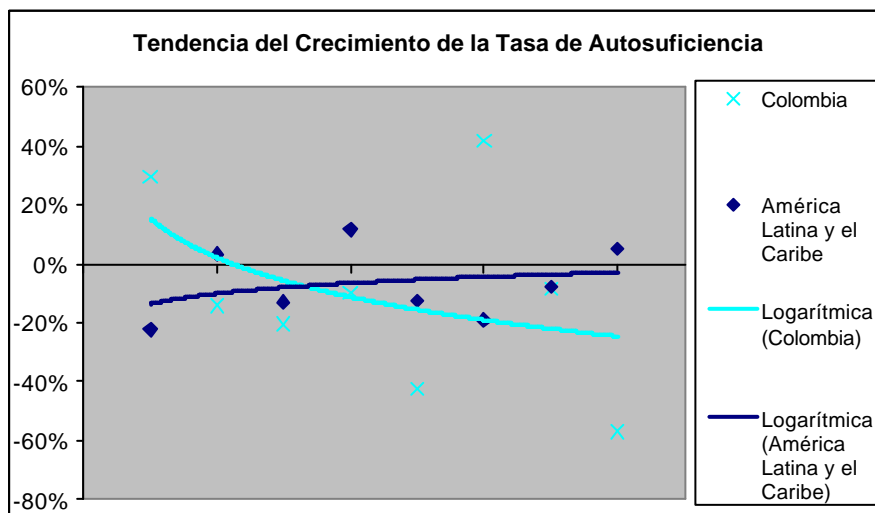
Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



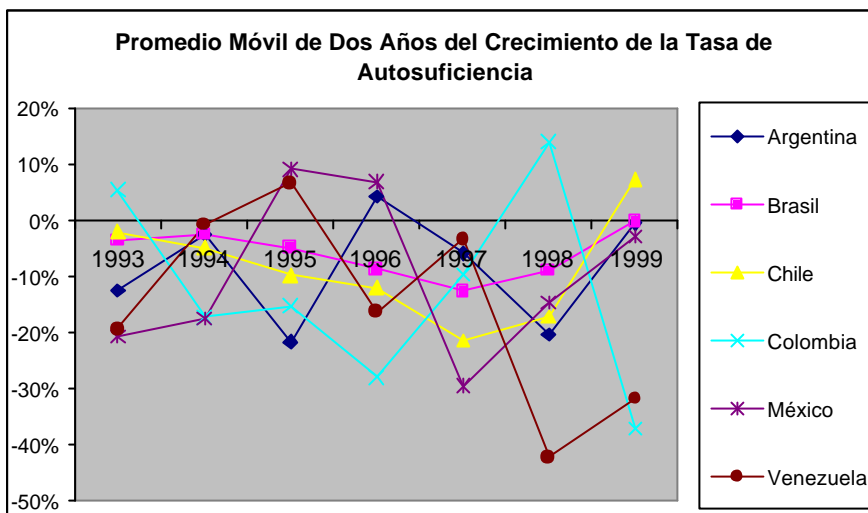
Fuente: Jaramillo, Hernán. *Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto*. CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



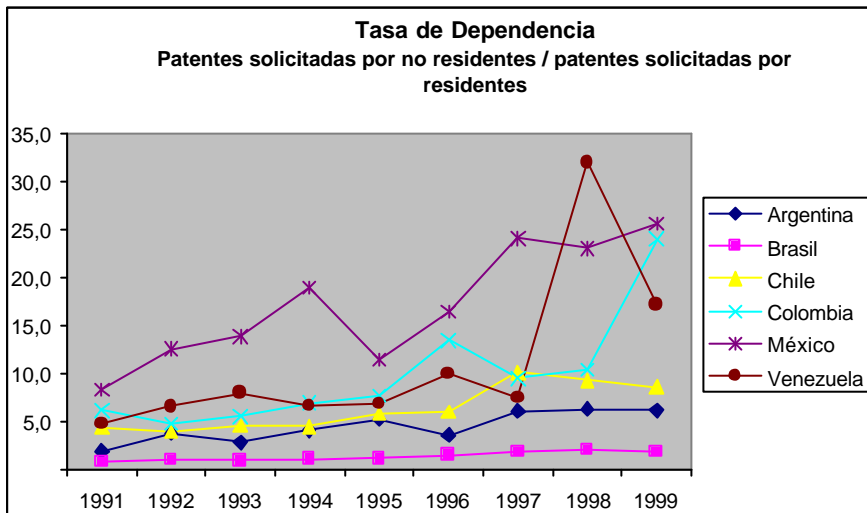
Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



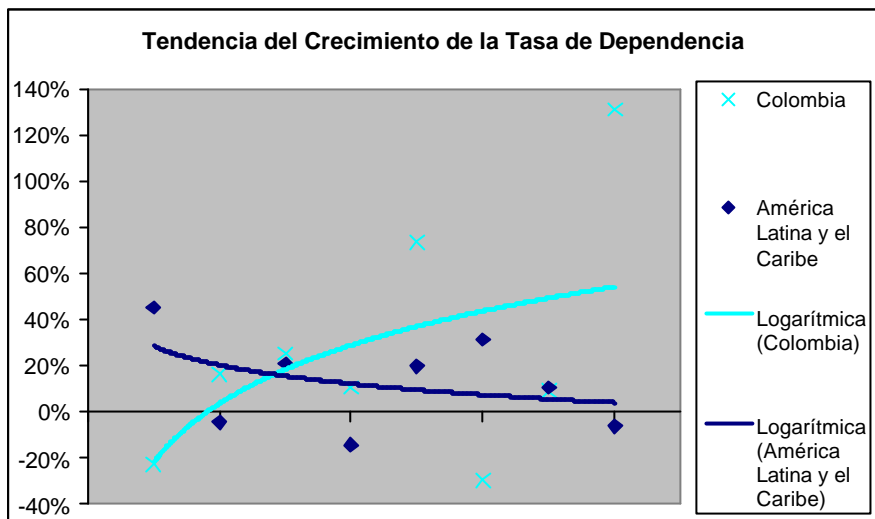
Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



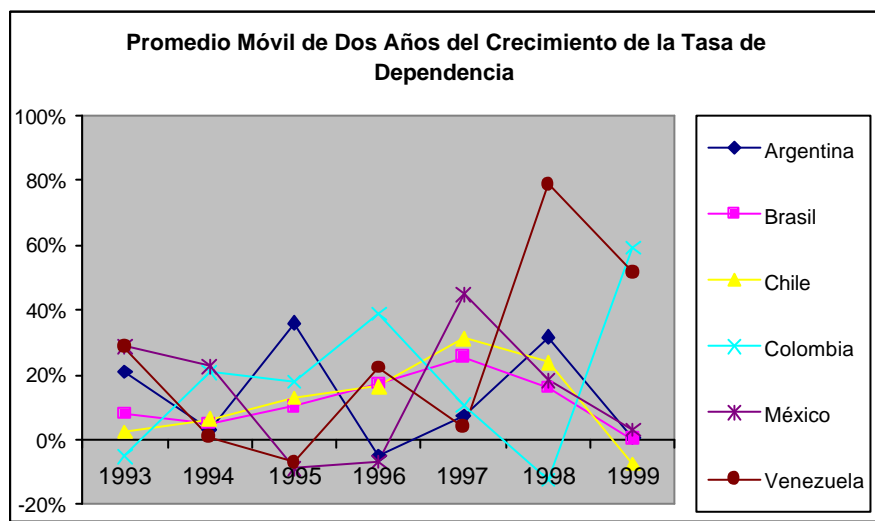
Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



Fuente: Jaramillo, Hernán. *"Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto"*. CEPAL, Proyecto en curso, 2003.

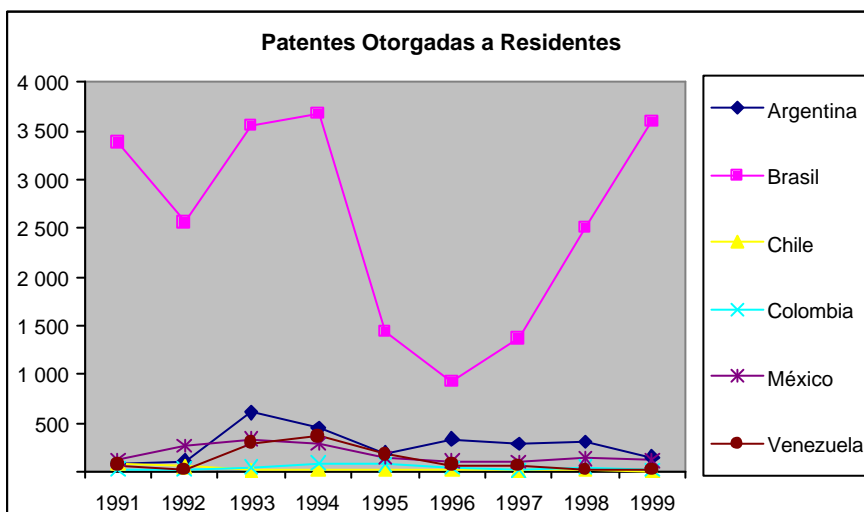


Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.

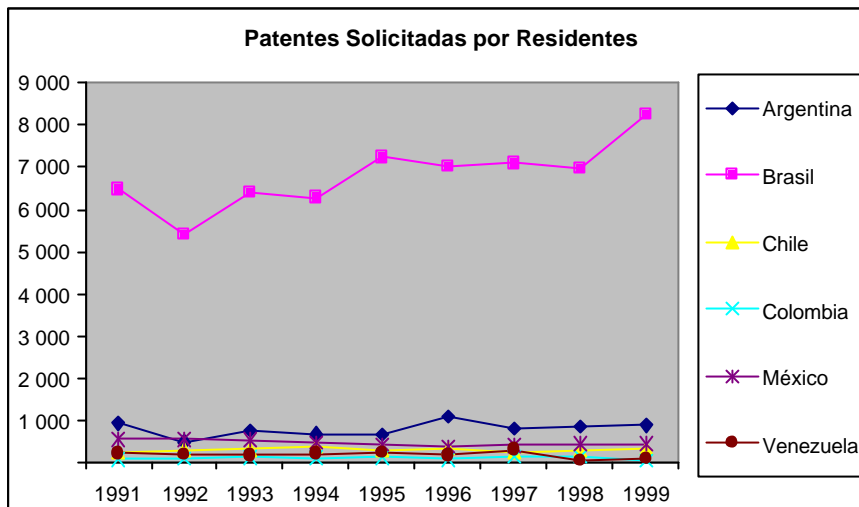


Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.

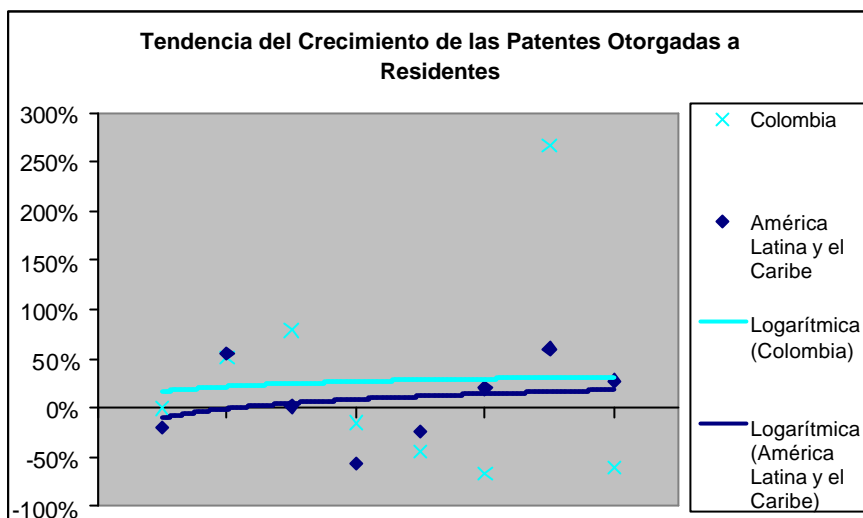




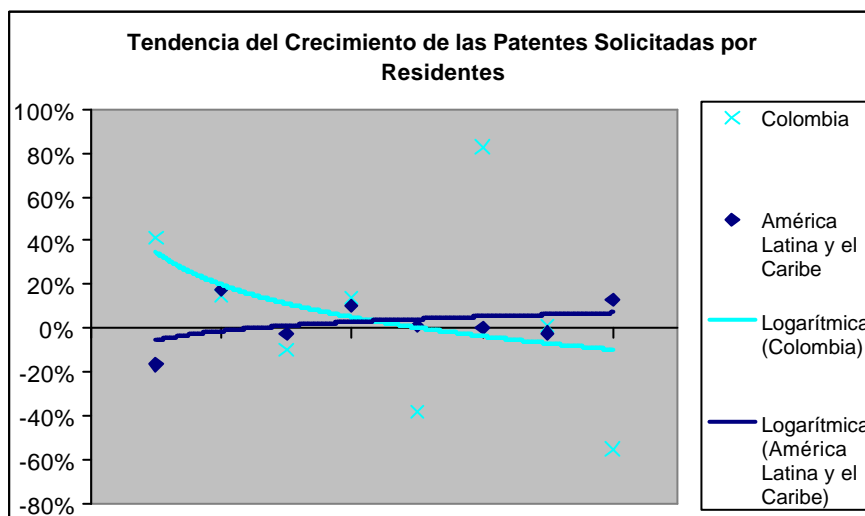
Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



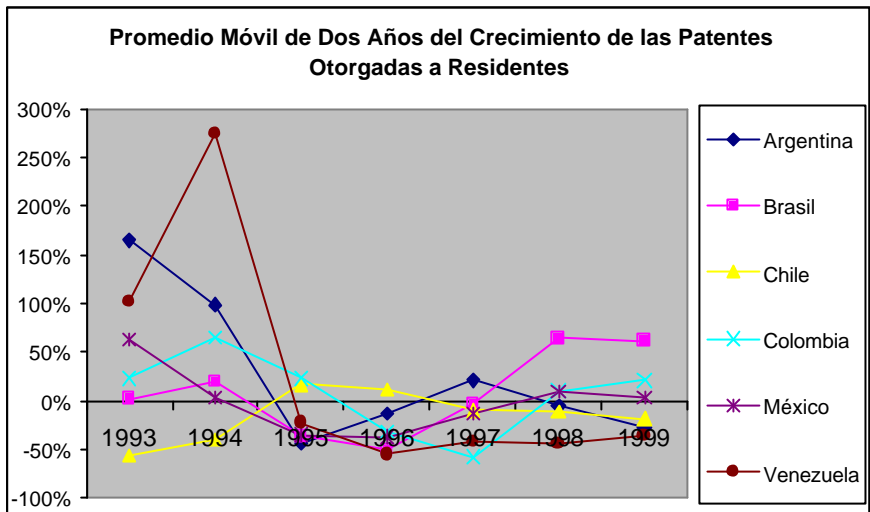
Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



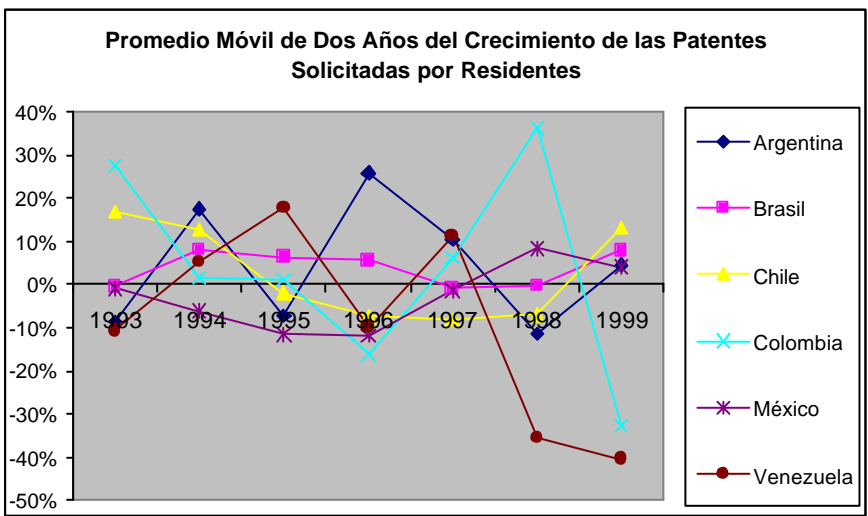
Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



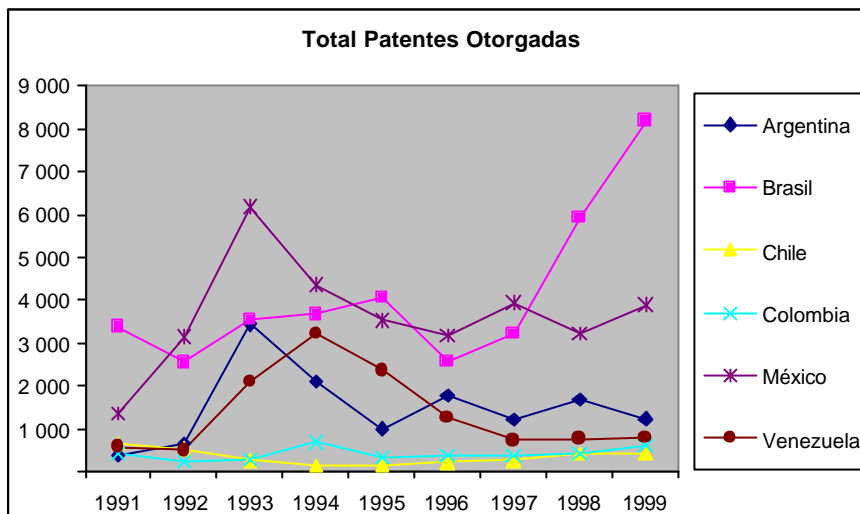
Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



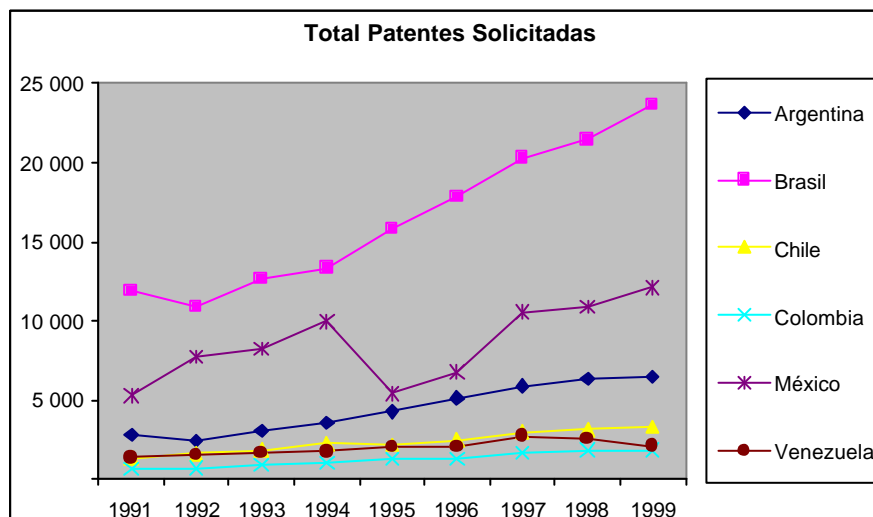
Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



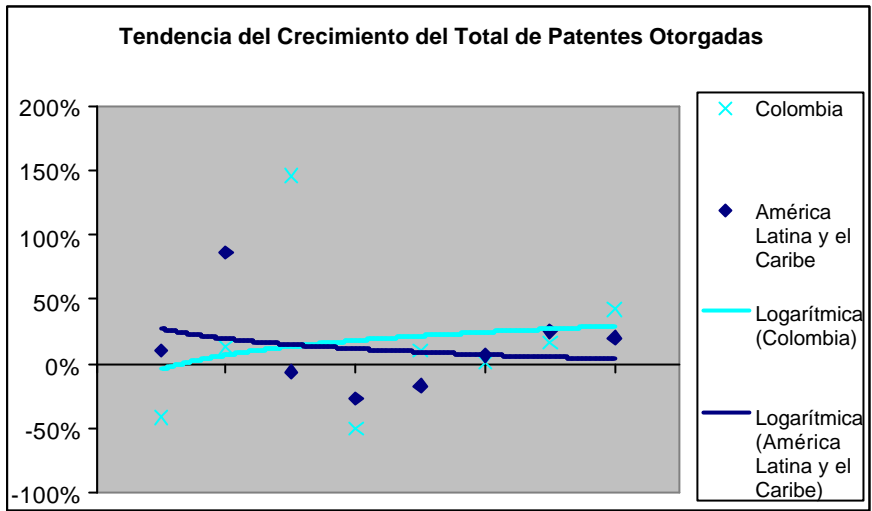
Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



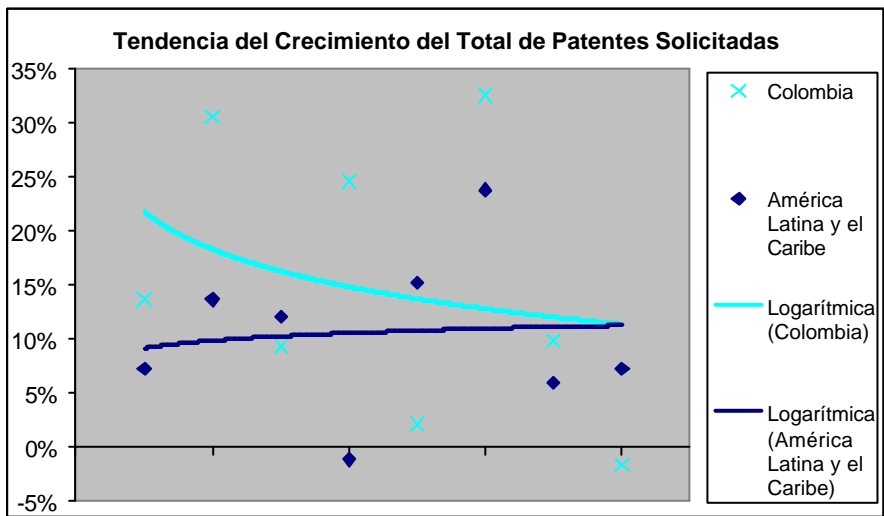
Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



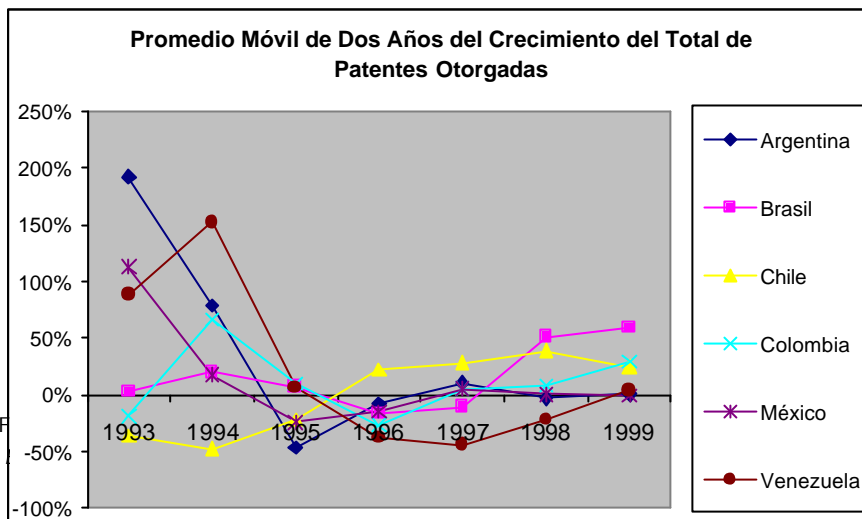
Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



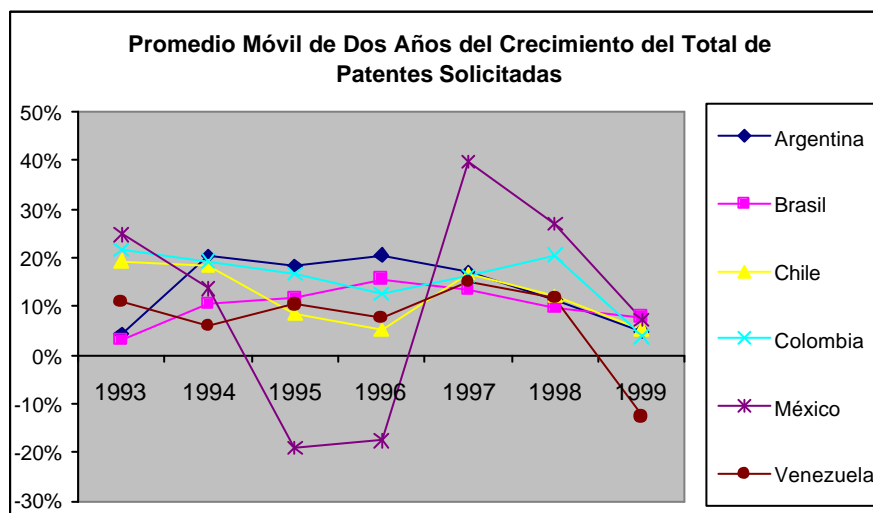
Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.



Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.

## **PARTE V**

### **Capítulo 4**

#### **Interacción entre Capital Humano, Capital Social y Capital Intelectual, en El Contexto del Nuevo Contrato Social**

*Por Bibiana Gutiérrez Sepúlveda y  
Hernán Jaramillo Salazar*

La concepción de los actores de ciencia y tecnología ha venido cambiando y adaptándose a las nuevas necesidades de los grupos, individuos e instituciones ligados a la investigación. La actividad científica y tecnológica ya no es un asunto exclusivo de los agentes productores de conocimiento. Ya que en ella se ven involucradas las comunidades científica y académica, la industria, la sociedad y el gobierno.

Por lo tanto, al evaluar el impacto de los programas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología sobre los ámbitos de la producción científica, la producción tecnológica y las políticas públicas, se debe tener en cuenta la interrelación de los agentes que participan en la producción de conocimiento, así como los nuevos objetivos de la investigación y de sus actores. Sin embargo para un análisis de este tipo, en especial en un país en desarrollo, es preciso resaltar que al tiempo con los cambios que vienen acompañando las nuevas necesidades de las sociedades, las relaciones entre los actores de la actividad investigativa han venido cambiando.

Es evidente que la comunidad científica y académica, la industria, el gobierno y la sociedad civil, están relacionados en lo correspondiente a la investigación científica y al desarrollo tecnológico. Por su carácter de instituciones sociales, estos actores están conformados por individuos, grupos e instituciones, relacionados entre sí, que crean a su vez un espacio favorable o no para la investigación, espacio en el cual se determinan los



campos temáticos de la investigación, los tipos de financiación, las aplicaciones y los usos de sus resultados, y los impactos sobre los mismos agentes y sobre sus relaciones.

Entonces es posible evaluar la relación de los actores que participan en la producción científica y tecnológica desde la perspectiva de los individuos, los grupos, las entidades y las instituciones que los integran. Una mejor evaluación de los impactos de la investigación sobre los ámbitos mencionados anteriormente, requiere la realización de un análisis que involucre el estudio de los capitales humano, social e intelectual, ligados directamente con los individuos, las organizaciones y las relaciones entre los mismos. En otras palabras, el sistema de innovación se puede evaluar a través de los impactos sobre la formación, transferencia y/o destrucción del capital humano, el capital social y el capital intelectual.

En este análisis nos proponemos aproximarnos a una línea de evaluación de impactos a través de los capitales humano, intelectual y social a la luz de lo que se denomina como “el nuevo contrato social de la ciencia”.

Para su desarrollo, este trabajo se ha dividido en siete grandes temas. En el primero, se presenta una breve definición de conocimiento y de los tipos de conocimiento. En el segundo punto se definen los conceptos de conocimiento, capital humano, social e intelectual. El tercer tema muestra las relaciones entre conocimiento y los tres tipos de capital. En la cuarta parte se presentan las relaciones uno a uno que se reconocen entre los capitales humano, intelectual y social. El quinto es una exposición acerca del nuevo contrato de la ciencia y sus implicaciones sobre la evaluación de los impactos de la actividad investigativa. El sexto es un análisis sobre el impacto que tiene la investigación sobre el capital humano, el capital intelectual y el capital social. Y finalmente en el último punto se presenta un modelo de medición que ilustra la introducción del análisis del capital humano, el capital social y el capital intelectual en la elaboración de un indicador de éxito del programa de jóvenes investigadores.

## 1. Dimensiones del Conocimiento

Primero es importante hacer distinción entre conocimiento e información. La información se refiere a los datos y hechos que son especificados en un contexto. Por otro lado, cuando se habla de conocimiento se hace referencia al saber, que está ligado a las habilidades y capacidades de creación, análisis, interpretación, uso y aplicación de los datos, la información y el conocimiento mismo; de lo cual se deduce que el conocimiento involucra un valor agregado.

Otra diferencia entre información y conocimiento está determinada por sus costos de transmisión. “Mientras que el costo de difundir la información es simplemente el costo de digitalarla o de imprimirla el costo de difundir el conocimiento puede llegar a ser muy elevado debido a la dificultad de hacer explícito un tipo especial de conocimiento propio del proceso cognoscitivo llamado el conocimiento tácito”<sup>1</sup>.

Siguiendo tal planteamiento, existen quienes afirman que el conocimiento es individual, relativo e introspectivo, Ramlogan y Metcalfe (2002) señalan que “solo los individuos pueden tener conocimiento y lo que ellos saben depende de las percepciones, las introspecciones, la memoria y las inferencias, es decir, de la experiencia aliada con la razón”<sup>2</sup>. Estos hacen parte de la corriente fundamentalista, que sólo reconoce la existencia del conocimiento individual. Bajo esta definición el conocimiento de cada individuo será diferente, en otras palabras, sólo existe el conocimiento tácito.

El capital humano, el capital intelectual y el capital social son factores esenciales para la producción del conocimiento. El conocimiento por su parte, es el objetivo principal de la investigación científica y tecnológica. Entonces, para entender con mayor claridad como se comportan el capital humano, el capital social y el capital intelectual, es preciso especificar las características más relevantes del conocimiento.

<sup>1</sup> Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). “La Ciencia y sus Tensiones : ¿Un Nuevo Contrato Social?”. Borradores de Investigación No 39, Facultad de Economía, Universidad del Rosario, septiembre, pg. 19.

<sup>2</sup> Ramlogan, R., y Metcalfe, J. (2001). “Limits to the economy of knowledge and knowledge of the economy”. ESRC, Centre for Research on Innovation and Competition, junio, pg. 3.

Devinney, Midgley y Soo (2001) plantean las dimensiones del conocimiento propuestas por Zander y Kogut, el conocimiento está caracterizado por su grado de:

- Codificabilidad o grado en el que el conocimiento puede hacerse explícito;
- Transferibilidad o grado de dificultad para su aprendizaje;
- Complejidad, que representa el conocimiento previo necesario para que sea adquirido;
- Dependencia sistémica o complejidad del sistema en el que se puede desarrollar el conocimiento;
- Y por la facilidad con la que el conocimiento puede ser copiado, característica ligada más estrechamente al conocimiento organizacional.

La facilidad de transferencia es una de las dimensiones más importantes del conocimiento. Bajo esta dimensión el conocimiento puede ser:

- Tácito: aquel conocimiento individual producto de la introspección que no se puede codificar, almacenar o socializar.
- Codificado: que está explícito.

En el intermedio de los tipos de conocimiento tácito y explícito, encontramos el conocimiento codificable pero no codificado conocido también como conocimiento potencialmente explícito.

Otra clasificación del conocimiento fundamentada en sus dimensiones, es aquella en la que el conocimiento se divide en:

- Conocimiento Individual: Perteneciente a los individuos.
- Conocimiento Común: De conocimiento general al interior de un grupo.
- Conocimiento Distribuido: Donde los conocimientos individuales de subgrupos forman el conocimiento común del grupo.

Esta clasificación depende de la facilidad de transmisión del conocimiento.

Para que la transferencia del conocimiento sea posible debe existir como precondition un lenguaje, y en algunos casos un conocimiento individual previo a la recepción del mismo. Esta transferencia se presenta a través de dos procesos, uno de socialización y uno de convencionalización. La transmisión de conocimiento así como la creación de conocimiento común requieren la existencia de estándares comunes de comunicación como el lenguaje u otras formas de representación simbólica.

## **2. Definición de Capital Humano, Capital Social y Capital Intelectual**

### **2.1. Capital Humano**

Romer (1990) utiliza el capital humano como input de la función de producción de conocimiento.

El nivel de educación es un ejemplo claro de lo que se conoce como capital humano, y es el primer elemento que se relaciona con la investigación y la innovación, especialmente en los modelos de crecimiento económico y de estudios norte-sur. A través de la educación se evalúa el desarrollo de la actividad científica de un país; además se utiliza como medida de la capacidad productiva y de creación e innovación de una sociedad y de las capacidades de los individuos para acceder al mercado laboral o participar en grupos de investigación.

Como el individuo juega un papel crucial en los procesos de producción científica y tecnológica, el capital humano ha sido catalogado como la fuente principal de desarrollo y crecimiento económico. Aunque el capital humano es crucial en la evaluación de la actividad científica, no debe estudiarse de manera aislada. Por el contrario, así como los individuos no participan de manera aislada en la actividad científica, el capital humano no es el único factor de la producción de conocimiento que debe ser analizado en el estudio de la ciencia y la tecnología.

“Desde esta perspectiva el elemento central en la dinámica del vínculo entre ciencia, tecnología y desarrollo es la formación de capital humano. Los recursos humanos aparecen por tanto y así, como el punto de partida del crecimiento, la equidad y el desarrollo, dentro de una clara concepción de que con una formación de alto nivel y calidad se logra producir, utilizar y socializar el conocimiento producido en diversos espacios de la sociedad, generándose ventajas permanentes para el desarrollo sostenible en el largo plazo”<sup>3</sup>.

David (2001) es uno de los exponentes más importantes acerca de la definición y las características del capital humano; define el capital humano como un conjunto de competencias que adquieren los individuos, competencias que comprenden tanto habilidades como capacidades. De acuerdo con este autor, el capital humano puede tomar formas tangibles: longevidad, condiciones fisiológicas y salud; e intangibles: habilidades psico-motrices (know-how, can-do), de procedimiento (creatividad, flexibilidad, know-how, know-who) y cognitivas (know-why y know-what)<sup>4</sup>.

Por otra parte, los economistas han asociado el capital humano con el trabajo y por tal razón, suponen la existencia de unos costos pecuniarios y no pecuniarios para la formación del mismo<sup>5</sup>. Esto ocurre como consecuencia de los estudios sobre el nivel de educación, que es una de las formas más conocidas de capital humano. Entonces aparece una nueva definición muy común entre los economistas, donde el capital humano es aquel que se constituye a través de una inversión voluntaria de tiempo y de recursos.

Para efectos de esta evaluación se define el **capital humano** como aquel que hace referencia al conjunto de competencias humanas, que resultan de una inversión voluntaria de tiempo y de recursos, para la formación, aprendizaje y acumulación de conocimiento. Es decir, que el capital humano es aquel conformado por el conocimiento individual, conocido también como conocimiento privado.

<sup>3</sup> Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). (*op. cit.*). pg. 2.

<sup>4</sup> David, P. (2001). “Knowledge, Capabilities and Human Capital Formation in Economic Growth”. New Zealand Treasury Working Paper 01/13. pg. 23.

<sup>5</sup> David, P. (2001). (*op. cit.*). pg. 24.

Como se mencionó anteriormente, estas competencias incluyen las capacidades y habilidades físicas y cognitivas de los individuos. Por ejemplo el nivel de educación, la creatividad, la astucia para la solución de problemas, la fuerza física para desempeñar un trabajo y la capacidad de interpretar información entre otras.

## **2.2. Capital Social**

El capital social fue reconocido inicialmente por Jacobs (1961) y Bourdieu (1986). Para este último lo más importante es el entorno o contexto donde se desarrolla dicho capital. Pero el concepto de capital social fue desarrollado formalmente por Coleman (1998, 1990). Quien define el capital social como una entidad diferente al capital humano por su carácter relacional, que se crea cuando cambian las relaciones entre los individuos.

David (2001) también hace referencia al capital social en su artículo sobre capital humano, definiéndolo como la ligadura que mantiene unidos a los miembros que constituyen una sociedad y que facilita su funcionamiento tanto en el ámbito económico como en otras transacciones interpersonales.

Para efectos de este estudio, el **capital social** debe ser entendido de acuerdo con la definición de Coleman (1990) como la estructura de relaciones que existe entre y a través de los actores. Para este autor, este capital es una variedad de instituciones con dos cosas en común: hacen parte de una estructura social en la que se crean relaciones de jerarquía, confianza y acuerdos sociales; y son recursos para los actores ya que facilitan algunas acciones al interior de la estructura social.

El capital social es no rival y de difícil exclusión por su condición de bien público, es productivo al igual que otras formas de capital, es completamente fungible (que se gasta con el uso), y se puede crear o destruir. Además facilita ciertas acciones de los agentes que

se encuentran al interior de la estructura social, como la transmisión de información y la transferencia y formación de conocimiento humano.

Los vínculos familiares, las relaciones de dependencia laboral, y los vínculos de dependencia por obligación o reclutamiento no hacen parte del capital social, como lo señalan Jaramillo y Forero (2002), a menos que se creen nuevas relaciones de carácter voluntario entre los individuos vinculados y que se relacionen al interior de la estructura social.

Siguiendo esta perspectiva, el capital social como factor de producción del conocimiento, es el conjunto de vínculos o relaciones acumuladas y establecidas voluntariamente al interior de una estructura social. Estas relaciones hacen parte importante en la creación y transmisión del conocimiento a través de la construcción de redes, que son a su vez un tipo de capital social.

La importancia del estudio del capital social radica en capturar para la evaluación de la actividad científica y tecnológica las relaciones entre los individuos y las organizaciones ligadas a la investigación. Este capital también incluye las externalidades que resultan de la producción de conocimiento, la formación de redes y la realización de acuerdos comunes entre individuos, grupos e instituciones, las relaciones de confianza y credibilidad y las relaciones de jerarquización voluntaria.

### **2.3. Capital Intelectual**

En este caso, se resalta la existencia de diferentes definiciones de capital intelectual que se conoce también como capital organizacional. Por ejemplo, para Brooking (1996), el capital intelectual está dado por la combinación de los activos intangibles que le permiten funcionar a una compañía. Otras definiciones por ejemplo hacen referencia a las capacidades, la experiencia, las aptitudes, el conocimiento colectivo y otros tipos de conocimiento útil al interior de las empresas.

Hansson (1998) presenta las definiciones de capital intelectual que plantean Hall y Stewart (1989) respectivamente: “Aquellos activos cuya esencia es una idea o conocimiento, y cuya naturaleza puede ser definida y registrada de alguna forma”<sup>6</sup>. Como lo indica Stewart (1994), “El material intelectual que ha sido formalizado, capturado e influenciado para producir un activo con mayor valor”<sup>7</sup>.

Por su parte, Edvinsson y Malone (1997) son unos de los principales exponentes de la definición de capital intelectual. Definen el capital intelectual como la combinación del capital humano y del capital estructural.<sup>8</sup> Cuando se habla de capital humano los autores hacen referencia al capital humano de los trabajadores de las organizaciones. Por otro lado quienes hacen referencia al capital estructural lo definen como lo que queda cuando los trabajadores dejan su lugar de trabajo<sup>9</sup>. El capital estructural incluye el capital de clientes, de proceso, de innovación, la propiedad intelectual de la empresa, las bases de datos y los activos intangibles entre otros.

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores y para efectos del presente análisis, el **capital intelectual** se entiende como la capacidad humana de una organización, combinada para la solución de problemas, que comprende el conocimiento, las herramientas y las habilidades de los empleados. Algunas características de este capital son: que es inherente a las personas, que no puede ser apoderado por las empresas, y que se pierde cuando los trabajadores se van de su trabajo, por despido, por renuncias voluntarias o por retiros, y cuando el conocimiento no es utilizado.

---

<sup>6</sup> Hansson, J. (1998). “Intellectual Capital – The latest trick to make management scientific?”. Lancaster University, UK, January. pg. 5.

<sup>7</sup> Hansson, J. (1998). (*op. cit.*) pg. 5.

<sup>8</sup> Imparato, N. (1999). “Capital for Our Time: The Economic, Legal and Management Challenges of Intellectual Capital”. Stanford: Hoover Institution Press. Stanford University. Ed. cap. 12. pg. 194.

<sup>9</sup> Imparato, N. (1999). (*op. cit.*) cap. 15. pg. 241.



Para una mejor comprensión, algunos ejemplos de capital intelectual u organizacional son: las bases de datos, las marcas comerciales o marcas registradas, las patentes, el software, los procedimientos, la metodología de trabajo, los bancos de conocimiento codificado, los sistemas de información y de gestión, etc.

El problema de la definición de capital intelectual, es que es producto de la experiencia empresarial, y no ha sido formal y rigurosamente definido en el campo de la economía como el capital humano, o en el campo de la sociología como el capital social. Pese a ello la definición de este capital no puede ser descartada, a causa de la importancia de las organizaciones en la financiación privada de la investigación y en la apropiación privada del conocimiento, y con mayor razón por la influencia que este tiene en la formación de nuevo capital humano y nuevo capital social.

Sin embargo hay que tener especial cuidado en cuanto a la medición de este capital debido a que “Una hoja de balance para el capital intelectual puede obligarnos a decidir como definir nuestras ideas o pensamientos, para medirlos y valorarlos”<sup>10</sup>.

#### **2.4. Relaciones entre el Capital Humano, el Capital Social, el Capital Intelectual y el Conocimiento**

De las definiciones anteriores queda en evidencia que los capitales humano, social e intelectual, están relacionados entre si. Pero su relación se ve más claramente si se definen como representaciones del conocimiento. Es decir, al reconocer que el conocimiento es el factor común implícito en estos tipos de capital.

---

<sup>10</sup> Imparato, N. (1999), (*op. cit.*) cap. 15. pg. 237.

De hecho, el capital humano está relacionado con el conocimiento individual, el capital intelectual con el conocimiento de las organizaciones, y el capital social está relacionado con el conocimiento de la sociedad.

El conocimiento individual puede ser adquirido voluntaria o accidentalmente. Para Coleman (1990) el capital humano se crea cuando ocurren cambios en las personas a través de la formación de nuevas habilidades y capacidades.

Una característica del conocimiento importante en el reconocimiento del capital humano, es que solo puede ser transferido cuando existe una base común de conocimiento entre el emisor y el receptor del conocimiento. El conocimiento puede ser tácito o puede estar codificado, por lo tanto su facilidad de transferencia varía.

El capital intelectual está relacionado con el conocimiento de una organización o empresa. Este se puede ver como el conocimiento de grupos o subgrupos que está conformado por los conocimientos individual, común y distribuido de la organización. Por lo anterior, el capital intelectual depende del conocimiento individual, de las redes de conocimiento y del conocimiento colectivo de la empresa u organización.

Por otro lado, el conocimiento social parte de la existencia del conocimiento individual, común y distribuido, y se consolida en la interacción de los conocimientos de la sociedad. Entonces, el conocimiento social se forma a través de la creación de redes de conocimiento entre los individuos y los grupos de individuos de la sociedad. Es decir, que el conocimiento social se forma a través de la creación de capital social.

Las asociaciones anteriores, justifican que los impactos de la investigación en ciencia y tecnología sobre los ámbitos de referencia sean evaluados desde el punto de vista de los tipos de capital. De tal manera que los impactos de la investigación sobre cada ámbito, se midan a través de la influencia y los efectos de dicha actividad en la formación o destrucción de capital humano, social e intelectual.

## **2.5. Relaciones entre el Capital Humano, el Capital Intelectual y el Capital Social**

### ***2.5.1. Entre Capital Humano y Capital Intelectual***

Sobre la relación y diferenciación de estos dos tipos de capital, existe un debate entre quienes sostienen que el conocimiento está en la organización y que el conocimiento del individuo es accidental; y quienes sostienen que el conocimiento nunca puede acumularse en la organización y que al final queda un núcleo de conocimiento irreducible en la persona, conocimiento que la organización nunca podrá hacer explícito, exteriorizar y por esa vía apropiar. Pero en la realidad de una organización no se presenta un cambio extremo. Ya que como se mencionó anteriormente, los conocimientos individual, distribuido y común de una organización hacen parte del capital intelectual.

Es claro que existe una superposición entre capital intelectual y capital humano. Florez expone en su artículo, el planteamiento de Stewart (1997) quien descompone el capital intelectual en tres dimensiones: capital humano, capital estructural y capital de cliente. En este caso el capital humano corresponde a las capacidades, conocimientos y aptitudes individuales de los empleados; el capital estructural es aquel que integra, capacita y sostiene el capital humano; y el capital de cliente que reúne las relaciones entre la empresa y sus clientes. Aunque algunas divisiones más acertadas reemplazan el capital de cliente por el capital relacional, que comprende los activos de estructura externa, como las redes de que tiene la organización con sus proveedores, clientes, accionistas, acreedores, asociados, etc.

De la anterior división del capital intelectual encontramos que el capital humano de una compañía hace parte del capital intelectual de la misma, y a su vez, una parte del capital intelectual se puede clasificar como capital humano.

No obstante la superposición existente, la diferencia entre capital humano y capital intelectual, depende de la clasificación del conocimiento, de acuerdo con su facilidad de transferencia. En este sentido, el conocimiento puede ser tácito (difícil de almacenar y de transferir) y codificado (que está explícito en alguna forma lingüística, verbal o no verbal).

Otra forma de ver la diferencia entre estos capitales es reconocer que el capital intelectual debe ser codificado para que se pueda transmitir, o de lo contrario no tendría ningún valor para la empresa (Ordoñez, 1999). Dicha transmisión de conocimiento no será posible si no existe como precondition un lenguaje y un conocimiento anterior (acumulado).

Por otro lado, fácilmente se observa que no todo lo que es capital humano se puede considerar como capital intelectual; por ejemplo el conocimiento no codificado conformado por el conocimiento tácito, y por el conocimiento no codificado potencialmente explícito. De la misma manera, los capitales intelectual estructural y relacional, no son capital humano.

Entonces cuando una persona sale de una organización, la organización puede perder el conocimiento tácito del individuo y el conocimiento del individuo que no se había socializado ni hecho explícito en la organización. También al cabo de poco tiempo la persona obsolesce si no dispone del instrumento de acumulación y uso del conocimiento, que es la organización.

### ***2.5.2. Entre Capital Humano y Capital Social***

La diferencia principal entre estos dos tipos de capital es de tipo relacional. El capital humano es el conocimiento de los individuos mientras que el capital social está conformado por las relaciones voluntarias y redes de conocimiento de los individuos.

El capital humano es una precondition para la transferencia de conocimiento tácito y explícito. En particular el capital social es precondition para la formacion de capital humano como lo plantean Jaramillo y Forero (2002), ya que el conocimiento tácito no está ligado tanto a las personas como a las relaciones entre ellas, de modo que si no hay un relacionamiento directo no es posible la transferencia de ese conocimiento. En otras palabras, el capital social ayuda a la formacion del capital humano a través de los conocimientos individuales adquiridos de las relaciones sociales, y sirve como facilitador de la transmision de conocimiento.

Pero no se puede resaltar solamente la importancia del capital social en la creacion del capital humano como lo plantea Coleman (1990). También se debe reconocer el papel que juega el capital humano en la creacion del capital social, como avanza conceptualmente David (2001). La estructura de relaciones de una sociedad, el capital social, se crea a partir de la interaccion de los individuos y de su capital humano.

Esta relacion de doble vía, no puede ser desconocida y menos en el estudio de las instituciones sociales que son actores del nuevo contrato social de la ciencia, porque el capital humano y el capital social son factor y producto uno del otro.

### ***2.5.3. Entre Capital Intelectual y Capital Social***

En este caso ambos capitales tienen un carácter relacional. Por lo que existe un estrecho vínculo entre el capital social y el capital intelectual. Esta relacion está mediada por las instituciones que regulan la propiedad intelectual, la competencia entre las firmas, y por los incentivos a las alianzas provenientes de las caracteristicas del conocimiento.

En esta relacion, el rol de las instituciones es muy importante. Ellas son las que dirigen y regulan las actividades, procesos y redes al interior de las organizaciones, así mismo son las que median y hacen posible la formacion, transformacion, obsolescencia y/o permanencia de las redes sociales que se constituyen en capital social.

Nuevamente la superposición no es completa, pero es más difícil de distinguir. Su intersección está dada por las redes de empresas y su conocimiento distribuido.

### **3. El Nuevo Contrato Social de la Ciencia y sus Implicaciones sobre la Evaluación de los Impactos de la Investigación**

La creciente importancia del conocimiento en el desarrollo de las naciones, y los cambios institucionales que se han operado en las últimas décadas, en las formas de producir, difundir, y utilizar el conocimiento, han generado cambios notables en las relaciones entre la comunidad científica, el gobierno, la industria y la sociedad. Lo que se conoce como “el nuevo contrato social de la ciencia”.

La visión de ciencia, tecnología, industria y sociedad, en el entorno del nuevo contrato social no puede dejar de lado el tejido de conocimiento que se forma entre los individuos, las empresas y la estructura social. Tejido que conforma las instituciones sociales como se conocen, las transforma y las diferencia unas de otras. Es de esta base, que debe partir el análisis sobre la construcción, difusión y uso del conocimiento.

Gibbons et al. (1994) argumentan que la producción científica y tecnológica está pasando del “modo 1” al “modo 2” de la producción. Este desplazamiento corresponde precisamente al cambio del contrato social, donde la producción de conocimiento es aplicada y donde el sector privado juega un nuevo papel en la financiación de la investigación y en la apropiación de sus resultados, Jaramillo y Rey (2003).

Sin embargo el cambio del contrato social conocido como el paso del modo uno al modo dos “es simplemente el tránsito hacia el camino histórico de la complejidad, en el desarrollo científico y tecnológico, y en la evolución de paradigmas, el desarrollo de las disciplinas, el surgimiento de otras nuevas y la interacción entre ellas. Esa mayor

complejidad involucra reformas organizacionales para enfrentar los problemas y retos del desarrollo del conocimiento, su difusión y su aplicación”<sup>11</sup>.

En Hansson Finn (2002) se encuentra el concepto de la triple hélice propuesto por Etzkowitz y Leydesdorff (2000) para referenciar los nuevos y dramáticos cambios del vínculo entre ciencia, política y sociedad. En su trabajo resaltan la creciente cooperación entre la producción de conocimiento de las universidades, las políticas del gobierno y la aplicación industrial. Hecho que sirve de argumento en favor de la evaluación de los impactos de la investigación sobre los capitales humano, social e intelectual a la luz del nuevo contrato social de la ciencia.

La creación de incentivos para que el sector privado participe activamente en la producción y la financiación del conocimiento, es una característica importante del cambio de la producción científica y tecnológica. Así mismo lo es el reconocimiento de la problemática social y la interacción entre los hacedores de políticas, los productores y los usuarios de la ciencia.

En el contexto del nuevo contrato social de la ciencia, los impactos del sistema de innovación sobre los tipos de capital y a su vez sobre los ámbitos de la producción científica, la producción tecnológica y las políticas públicas, serán mayores y más complejos en su medición. Por lo tanto, la evaluación de los impactos sobre la producción y difusión del capital humano, el capital intelectual y el capital social será de mayor importancia como indicador del estado de la actividad científica.

Sin embargo el esquema del contrato social en los países desarrollados es diferente de acuerdo con lo expuesto por Jaramillo y Rey (2003) como planteamiento principal en su artículo sobre “La Ciencia y sus Tensiones”. La importancia del enfoque del nuevo contrato social en este proyecto, radica principalmente en el tipo de apropiación del conocimiento. Ya que para un país desarrollado el sector industrial y empresarial se encuentra listo para

---

<sup>11</sup> Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). (*op. cit.*) pg 6.

participar activamente de los programas de investigación, como no lo estará en un país en vía de desarrollo.

Algunos de los aspectos que plantean los autores y que evidencian las tensiones del nuevo contrato social de la ciencia en los países en vía de desarrollo, y que son relevantes para el análisis del capital humano, el capital social y el capital intelectual son<sup>12</sup>:

- **Las nuevas relaciones entre actores e instituciones.** Este aspecto atañe a la evaluación de los tipos de capital en el reconocimiento de los cambios de la apropiación pública a la apropiación privada del conocimiento. Una característica de las nuevas sociedades que participan de la revolución de la ciencia, es la participación del sector privado en la financiación de conocimiento. De esto se deriva una tensión entre la apropiación pública o privada del conocimiento y de los resultados de la producción científica.

En este caso el capital intelectual es el que se ve más afectado por los cambios del contrato social, ya que su evaluación adquiere gran importancia en el caso de una mayor apropiación privada, con las organizaciones como agentes activamente participativos de la producción, transferencia y aplicación del conocimiento.

- **Los cambios organizacionales y los actores del mercado del conocimiento.** En los que se destacan las estructuras sociales del mercado del conocimiento y las organizaciones que participan en la financiación, producción y aplicación del conocimiento. Jaramillo y Rey (2003, pg. 14-16) plantean dos estructuras de mercado: Ciencia-Gobierno-Universidad-Sociedad y Ciencia-Industria-Sociedad.

La primera estructura está relacionada estrechamente con la financiación pública de la investigación y es claramente la estructura social predominante en los países en desarrollo,

---

<sup>12</sup> Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). (*op. cit.*). pg 12-21.



en esta los capitales más relevantes en la producción del conocimiento son el capital humano de los científicos que realizan los trabajos de investigación y el capital social en la formación de redes entre el gobierno, las universidades y los grupos de investigación que hace posible la actividad investigativa.

Por otro lado la segunda estructura es propia de los países desarrollados, que han pasado satisfactoriamente al modo dos de la producción científica, donde el sector privado juega un papel importante y determinante en la producción de conocimiento. En este caso el capital intelectual es el capital más relevante, especialmente como objeto de evaluación de impacto.

- **Los flujos de conocimiento e información**, que se determinan por los intereses de los financiadores de proteger o divulgar los resultados de la producción científica y tecnológica. Nuevamente esto se relaciona con el tipo de financiación de la investigación que depende de la relación entre beneficio social esperado y beneficio privado esperado de los resultados de la investigación. En este caso las externalidades producidas por la creación de conocimiento juegan un papel crucial, y así mismo la evaluación del capital social o relacional, en una estructura social determinada en la que se define el estado de las redes, el grado de difusión del conocimiento o las posibilidades de protección de los resultados. Independientemente de que la producción científica responda a intereses privados y siga el esquema de protección a la propiedad intelectual o el esquema de protección del secreto empresarial, sin importar que la producción de conocimiento pueda beneficiar a uno u otro tipo de inversión en investigación bien sea privada o pública.

- **Valoración económica de la información y el conocimiento**, que como se expuso anteriormente, tanto la información como el conocimiento se pueden valorar a través de los costos de transacción.

- **Y por último la interacción entre capital humano, capital intelectual y capital social**. Evidentemente este aspecto pertenece al análisis desarrollado en este artículo. Sobre

este tema, los autores Jaramillo y Rey (2003, Pg. 20-21) plantean en su artículo los efectos del nuevo contrato social de la ciencia sobre los capitales humano, social e intelectual:

a). “La producción de **capital humano**, asociándolo únicamente a la educación, no debería sufrir modificaciones sustanciales, debido a que la formación que se le debe dar a los individuos debe cumplir con unas características que le permita a los individuos resolver problemas tanto específicos de la sociedad como problemas generales no asociados a una coyuntura local específica”<sup>13</sup>.

b). “La producción de **capital intelectual**, bajo el **nuevo contrato social**, en la ciencia y en sus comunidades lo describen de forma clara Jaramillo y Forero (2002) asegurando que esta se da por la interacción de varios agentes involucrados: los investigadores y sus grupos, las instituciones, el conocimiento y los interlocutores. La formación de investigadores no puede concebirse fuera de las redes de conocimiento establecidas, ni fuera de las dimensiones institucionales y sociales en las que se enmarca su vida profesional”<sup>14</sup>.

c). “por último la producción de **capital social** es la que se va a ver mas afectada con el desplazamiento hacia el **modo 2** de producción científica pues debido a las nuevas relaciones y expectativas que tiene la sociedad de la ciencia, las redes que se tejen entre las comunidades científicas, la sociedad y la industria van a ser mucho mayores generando un tejido mas denso creando relaciones estrechas entre los actores”<sup>15</sup>.

La conclusión más importante para este estudio es que la formación y el fortalecimiento del capital humano, social e intelectual mejora considerablemente el estado de la actividad científica, tanto en un país desarrollado como en un país en desarrollo, que no ha completado satisfactoriamente la primera etapa de la producción del conocimiento.

Entonces la inclusión del capital humano, social e intelectual en la evaluación de los impactos de la investigación científica nos permite visualizar el estado de la producción, la transformación y transmisión del conocimiento así como sus resultados y su aplicación. De

---

<sup>13</sup> Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). (*op. cit.*). pg. 20.

<sup>14</sup> Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). (*op. cit.*). pg. 21.

igual manera un estudio temporal constante de los mismos, permitirá observar con mayor claridad la evolución de los procesos de formación de capital humano; el fortalecimiento de la industria como agente participativo en la producción de tecnologías apropiables, la privatización del conocimiento, la protección a la propiedad intelectual y en el desarrollo de la actividad investigativa; las alianzas estratégicas con el sector privado para el desarrollo de la actividad investigativa tanto científica como tecnológica; la formación y el fortalecimiento de redes y alianzas tanto formales como informales liadas a la actividad científica tanto en los procesos de producción como en los procesos de aplicación; y de los procesos de apropiación social del conocimiento.

#### **4. Impacto de la Investigación sobre el Capital Humano, el Capital Social y el Capital Intelectual**

Una preocupación común de las sociedades modernas, en especial de los países en desarrollo, se centra en la creación, producción, desarrollo, transformación y uso del conocimiento. Este ha comenzado a jugar un rol central en la dinámica de las sociedades, y es objeto frecuente de las políticas de desarrollo.

Por ello, la creciente importancia de realizar estudios sobre el conocimiento y los procesos sociales asociados al mismo. Estudios que involucren no solo a los agentes productores de conocimiento sino también a las instituciones de la sociedad que participan, facilitan, financian, utilizan y/o se ven afectadas por la actividad investigativa tanto científica como tecnológica.

En este tipo de estudios se debe reconocer los factores de la producción, de los cuales el recurso humano es muy importante. Sin embargo, los estudios sobre ciencia y tecnología referentes al recurso humano, deben trascender la medición del capital humano e incluir dos tipos adicionales de capital, fundamentales para la producción de conocimiento científico y

---

<sup>15</sup> Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). (*op. cit.*). pg. 21.

tecnológico: el capital social y el capital intelectual (Jaramillo y Forero (2002). En este sentido, es imprescindible hacer referencia a los impactos de la investigación en ciencia y tecnología sobre los tres tipos de capitales explicados en las dos secciones anteriores.

#### **4.1. Impacto de la Investigación sobre el Capital Humano**

Si un sistema de innovación tiene como objetivo influir de manera positiva en la generación, difusión y aplicación del conocimiento, y lo cumple de manera eficiente, incentiva directa o indirectamente la formación de capital humano.

Por ejemplo, las entidades o instituciones adscritas o que participan en los proyectos de investigación requerirán individuos más calificados. Los grupos de investigación a su vez fomentarán la formación de capital humano en sus miembros. Esto se ve reflejado en la necesidad de que las Universidades creen sus propios grupos y centros de investigación, para captar el capital humano que están formando, así como el enfoque científico de los programas académicos.

En un país en desarrollo la formación de capital humano y un sistema de innovación eficiente, incentivará la educación con énfasis investigativo, la formación de grupos de jóvenes investigadores y la creación de nuevos centros de investigación; en especial cuando hay una mayor competencia en la participación en los proyectos, de manera que las capacitaciones es decir, los procesos de formación de capital humano serán mejores, mayores y más eficientes.

Otro impacto importante es la formación de investigadores y grupos de investigación industriales. El sector industrial puede verse incentivado a invertir en investigación científica y tecnológica cuya aplicación supla sus necesidades, de manera que promocioe y financie la formación de capital humano en sus empleados corrientes y en sus investigadores. Un mayor impacto de la investigación sobre la formación de capital humano al interior de la empresas, fortalecerá la investigación privada; esto en un país en

desarrollo puede verse reflejado en el paso del modo uno al modo dos de la producción científica.

Un sistema de innovación, con sus programas y proyectos de investigación puede ser evaluado a través de los impactos que tenga sobre el capital humano, no obstante, “Sólo es posible lograr que los beneficios sociales de la formación de un capital humano para la investigación científica y el desarrollo tecnológico se logren plenamente sobre la condición de existencia del capital intelectual de las organizaciones de ciencia y tecnología y del capital social contenido en sus redes de relación nacionales e internacionales”<sup>16</sup>.

#### **4.2. Impacto de la Investigación sobre el Capital Social**

Autores como Coleman, Bourdieu y Hansson han insistido en la trascendencia que tiene la visión social en los estudios de ciencia y tecnología. Y su importancia es aún mayor cuando se hace referencia a la evaluación del impacto social de la investigación científica y tecnológica.

El impacto sobre el capital humano se puede evaluar en la creación de nuevos espacios para la conversación científica y la creación de redes de conocimiento. Los impactos sobre el capital social se pueden evaluar a través de los efectos de la investigación sobre las instituciones que median, facilitan u obstaculizan los procesos de creación de redes en la sociedad, en especial, de las redes de conocimiento científico y tecnológico.

En este punto es necesario que se evalúe el comportamiento de las instituciones que fomentan la formación de redes, y la influencia que sobre las mismas, tiene tanto el sistema de innovación, como sus programas y sus proyectos individualmente. También se debe tener presente que en la medición de los impactos, el efecto de la investigación depende de

---

<sup>16</sup> Jaramillo, H., y Forero, C. (2002). “La Interacción entre el Capital Humano, el Capital Intelectual y el Capital Social: una aproximación a la medición de recursos humanos en ciencia y tecnología”. RICyT: Indicadores de Ciencia y Tecnología en Iberoamérica. Agenda 2002, Buenos Aires, septiembre. pg. 3.

las instituciones y de las redes de instituciones que rigen en el momento y que incentivan a su vez al desarrollo de la actividad investigativa.

Por ejemplo, la creación de “boundary organizations”, organizaciones que cumplen la función de trasladar información entre los actores de la actividad científica y de producción de conocimiento, es un indicador de impacto sobre el capital social. Así mismo, la generación de relaciones de confianza e instituciones mediadoras entre los actores que generen confianza y credibilidad, se convierten en un indicador de los avances de la producción de la ciencia al mejorar las condiciones de creación de redes.

Otros indicadores son los niveles de participación de los actores de la producción de ciencia y tecnología, evaluando especialmente la interacción entre los productores de investigación, los tomadores de decisiones de política, la industria y la producción científica y tecnológica dedicadas a la solución de problemáticas sociales. Es decir que cuando los actores interactúan activamente en el proceso de investigación, se debe a una clara formación y fortalecimiento del capital social.

La facilidad de transmisión de información y de conocimiento que se produce como respuesta del fortalecimiento de las relaciones entre los autores de la actividad científica, es otro indicador del impacto de la actividad científica sobre la formación de capital social.

### **4.3. Impacto de la Investigación sobre el Capital Intelectual**

El impacto de la investigación científica y tecnológica depende principalmente del grado de participación de la comunidad industrial en la actividad investigativa. En este caso, si las empresas financian la investigación científica y/o tecnológica, el fomento y desarrollo de la investigación, cuyos resultados pueden ser apropiados de manera privada en beneficio de la empresa mejorando sus procesos de producción, la calidad de sus productos, etc., así como una mejora en la eficiencia del sistema de innovación, tendrán mayores impactos sobre el capital intelectual que se crea en las empresas.

Algunos indicadores de la formación de capital intelectual pueden ser:

- La apropiación privada de los resultados de la investigación,
- El aumento de la utilización del sistema de patentes y de otros sistemas de protección de la propiedad intelectual.
- El fortalecimiento de la legislación de protección intelectual y de los resultados de la investigación,
- La generación de redes al interior de las empresas,
- Las asociaciones de varias empresas especializadas para la generación de un único producto o servicio,
- La implementación de producción de investigación y desarrollo al interior de las firmas,
- La capacidad y productividad de las empresas para dedicarse a actividades de innovación,
- El crecimiento de los efectos de spillover en el sector industrial y empresarial.

Así mismo una mayor participación de las empresas en la investigación, genera lazos de dependencia empresa-investigación más fuertes, que generan a su vez una mayor sensibilidad del capital intelectual u organizacional frente al estado de la investigación y de la producción científica y tecnológica. Es decir, que bajo una relación estrecha entre empresa e investigación, el capital intelectual estará más vulnerable a los impactos de la actividad investigativa y de los programas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

## **5. Modelo Ilustrativo de la Utilización del Capital Humano, el Capital Social y el Capital Intelectual en un Análisis de Indicadores de Impacto del Programa de Jóvenes Investigadores**

A lo largo del desarrollo de este trabajo, se ha determinado la importancia de los capitales humano, intelectual y social en la evaluación de los impactos de la investigación científica en el entorno del nuevo contrato social de la ciencia.

Con el objetivo de ir más allá de un análisis puramente teórico, se presenta en este capítulo un modelo a nivel micro de la utilización de los tres tipos de capital en la evaluación de impactos del programa de jóvenes investigadores de Colciencias. La práctica y el desarrollo inicial de este modelo está planteada en el trabajo de Jaramillo, H., Piñeros L., y Pombo C. Este modelo se puede utilizar como base inicial para el estudio de otros temas que incluyan la elaboración de indicadores de impacto, desde perspectiva del capital humano, el capital social y el capital intelectual y puede ser aplicado, desde el punto de vista metodológico, a diferentes estudios sobre recursos humanos.

El programa de jóvenes investigadores implementado por Colciencias, se crea con el propósito mejorar la formación de los recursos humanos y complementar los esfuerzos realizados en la educación formal, la formación continuada y en la formación a nivel de maestrías y doctorados. En otras palabras, la intencionalidad principal en el desarrollo de este programa es la formación de profesionales de excelencia en cuanto a sus capacidades y potencialidades, mediante la construcción de una masa crítica de investigadores jóvenes realizada a través de la vinculación de los mismos en grupos y centros de investigación.

En el modelo de jóvenes investigadores se emplea un análisis multinivel para desarrollar dos tipos de indicadores de éxito del programa de jóvenes investigadores. El primero, es un indicador de éxito del joven investigador. En este indicador se introduce una variable dummy (1, 0) con valor 1 para el joven que terminó el programa y 0 para el joven que no ha terminado el programa. El segundo, es un indicador del éxito de los diferentes grupos y centros de investigación adscritos al programa.

Este modelo considera tres variables explicativas de la variable dependiente o indicador de éxito que son:



- La evaluación perceptual del programa por parte del joven investigador.
- La evaluación perceptual del programa por parte de la institución recibió al joven investigador.
- La evidencia empírica valorativa del joven por parte de la institución que lo albergó.

Como se puede observar en las variables explicativas, la recolección de la información es una parte clave del proceso de evaluación del éxito del joven investigador. La recolección de la información se lleva a cabo a través de entrevistas y encuestas realizadas para obtener la percepción de los jóvenes actuales que participan en el programa, de los jóvenes que ya salieron del programa y de los grupos y centros de investigación y demás instituciones que reciben a los jóvenes investigadores.

Con la información del joven previa al ingreso al programa (hoja de vida, relación con instituciones, experiencia, etc.), la perspectiva de los jóvenes investigadores sobre su desempeño y el desarrollo y resultados del programa y la evidencia empírica valorada por el instituto sobre las capacidades, potencialidades y desempeño del joven investigador, se obtiene la información necesaria para la valoración del capital humano del joven investigador.

En este caso se miden dos tipos de capital humano dependiendo de la etapa del programa:

- Capital humano inicial del joven: es el capital previo al ingreso al programa de investigación, que será considerado para todos los casos.
- Capital humano del joven investigador en el programa: este capital está conformado por el capital humano inicial y el capital humano adquirido hasta el momento, es decir que es una medida parcial.
- Capital humano final del joven investigador: es el capital total una vez terminado el programa, este capital incluye a su vez el capital humano inicial y el capital humano adquirido durante todo el programa.

Así mismo se realiza una medición del capital social. Para esto se consideran: los vínculos del joven investigador, previos a la inserción al programa y la red de relaciones y los vínculos adquiridos por efectos de la participación en el programa; la red de relaciones de los centros de investigación tanto externas como intra-grupo y las externalidades de los grupos de investigación adscritos al programa de jóvenes investigadores.

En este modelo el capital intelectual conforma la parte implícita del análisis ya que se considera a las instituciones como empresas de producción de conocimiento.

a) Modelo de Nivel - Éxito del Joven Investigador

$$E(e)_{ij} = \mathbf{b}_{0j} + \mathbf{b}_{1j}(d_{ij}) + \mathbf{b}_{2j}(A_{i0}) + \sum_{h=3}^n \mathbf{b}_{hj}(A_{ij}) + \sum_{k=n+1}^m \mathbf{b}_{kj}(B_{ij}) + \sum_{l=m+1}^w \mathbf{b}_{lj}(C_{ij}) + R_{ij}$$

Donde:

$E(e_1) = \mathbf{b}_0 + \mathbf{b}_1$  : Valor esperado del éxito de los jóvenes que ya terminaron.

$E(e_0) = \mathbf{b}_0$  : Valor esperado del éxito de los jóvenes que permanecen en el programa.

$d_{ij}$ : Variable dummy (0,1), valor 1 para los jóvenes que terminaron el programa y valor 0 para los jóvenes que están actualmente en el programa.

$A_{ij}$ : Competencias y comportamientos del joven i en el grupo j.

$B_{ij}$ : Inserción del joven i en el grupo j, que depende de la red de relaciones que rodean al individuo. Con  $B_{ij} = f(CI_{ji}, EX_{ji})$ .

$CI_{ji}$ : Características o prácticas del grupo j que afectan al joven i.

$EX_{ji}$ : Externalidades del grupo j que afectan al joven i.

$C_{ij}$ : Resultados del trabajo del joven  $i$  en el grupo  $j$ , que comprende los productos, los proyectos y los vínculos generados durante el programa.  $C_{ij} = g(CI_j, RI_j, RE_j)$

$CI_j$ : Características o prácticas del grupo de investigación  $j$ .

$RI_j$ : Relaciones al interior del grupo de investigación  $j$ .

$RE_j$ : Relaciones externas del grupo de investigación  $j$ .

b) Modelo de Nivel - Éxito del Grupo de Investigación

$$b_{0j} = d_{00} + \sum_{k=1}^K d_{0k} (CI_j) + \sum_{n=K+1}^N d_{0n} (EX_j) + U_{0j}$$

$$b_{1j} = d_{10} + U_{1j}$$

$$b_{2j} = d_{20} + U_{2j}$$

$$b_{hj} = d_{h0} + U_{hj}$$

$$b_{kj} = d_{k0} + U_{kj}$$

$$b_{lj} = d_{l0} + U_{lj}$$

Donde:

$CI_j$ : Características o prácticas del grupo de investigación  $j$ .

$EX_j$ : Externalidades del grupo  $j$ .

$d_{00}$ : Promedio general de éxito.

$d_0$ : Diferencial Promedio de éxito del joven, que depende únicamente de su capital humano inicial.

$d_{01}$ : Diferencial Promedio debido a que el joven ya terminó el programa.

$d_{h0} : i=3 \dots n$ , Efecto marginal de las características o comportamientos del joven  $i$  en el grupo  $j$  ( $A_{ij}$ ).

$d_{k0} : i=n+1 \dots m$ , Efecto marginal de la inserción del joven  $i$  en el grupo  $j$  ( $B_{ij}$ ).

$d_{l0} : i=m+1 \dots w$ , Efecto marginal de las características que afectaron al joven  $i$  en el grupo  $j$  ( $C_{ij}$ ).

$d_{0k}$  : Efecto marginal de las características o prácticas del grupo de investigación  $j$  ( $CI_{ij}$ ).

$d_{0n}$  : Efecto marginal de las externalidades del grupo  $j$  ( $EX_j$ ).

En la determinación del modelo, es claro que existe una correlación del éxito del joven investigador y la institución que lo albergó durante la realización del programa. De otra manera, el programa de jóvenes investigadores será infructuoso en el cumplimiento de su objetivo principal.

En este modelo se determinan los efectos del capital humano, el capital intelectual y el capital social sobre el éxito de los jóvenes investigadores. No solo tiene en cuenta el capital humano inicial del joven, sino la formación del recurso humano que se hace posible a través de la implementación del programa. Además permite valorar la incidencia de los grupos y centros de investigación sobre el éxito de los jóvenes investigadores.

Como tenemos un modelo multinivel, el aporte de los niveles 1 y 2 sobre la probabilidad de éxito se plantea de la siguiente manera:

$$Var(R_{ij}) = \mathbf{s}^2 \text{ y } Var(U_{0cep}) = \mathbf{m}_6^2$$

$$\text{Var}(E(e)) = \mathbf{s}^2 + \mathbf{m}^2$$

$$r = \frac{\mathbf{m}^2}{(\mathbf{s}^2 + \mathbf{m}^2)}$$

Siendo  $\rho$  el aporte de los grupos y centros de investigación, que en este caso lo llamamos “Coeficiente de correlación entre los grupos de investigación” que constituye la proporción de la varianza total atribuible a la variación entre grupos.

Finalmente se debe mencionar que el indicador de éxito del joven investigador (la variable dependiente) es una variable continua, lo que requiere el uso de ponderaciones como las utilizadas en el caso de la medición de productividades, de manera que se pueda dividir la información en quintiles y construir así cinco agrupaciones en las que se sitúen los diferentes jóvenes dentro de la población total considerada.

Este modelo también nos permite evaluar las etapas de programa: Ingreso al programa, el momento en el que el joven se encuentra en el programa y el momento en el que el joven ha finalizado el programa, desde la perspectiva de éxito del joven investigador, a través de la formación de capital humano del joven investigador, capital social en la formación y fortalecimiento de redes y capital intelectual del centro de investigación ocasionado por su participación en el programa.

Lo más importante es que se ejemplifica la utilización del análisis de capital intelectual, social y humano en un estudio de evaluación de impactos. Un trabajo de este tipo puede ser utilizado para análisis de casos en varias líneas de investigación, que involucren esfuerzos de generación, transmisión y transformación de conocimiento científico y tecnológico.

Así mismo un análisis de la evaluación de los programas de investigación del sistema nacional de ciencia y tecnología puede valorar los indicadores de impacto a través de un análisis que utilice los tipos de capital, según sea el caso.

## BIBLIOGRAFÍA

Arrow, K. (1994). "Methodological Individualism and Social Knowledge". American Economic Review. Richard T. Ely Lecture, Vol. 84, No.2, pg. 1-9.

Becker, G, Murphy, K., y Tamura, R. (1990). "Human Capital, Fertility and Economic Growth". Journal of Political Economy, Vol. 98, No.5.

Benabou, R. (1996). "Equity and Efficiency in Human Capital Investment: The Local Connection". The Review of Economic Studies, Vol. 63, Issue 2, april. pg 237-264.

Capron, H., y Cincera, M. (2001). "Assessing the institutional set up of national innovation systems". Unité d'économie spatiale et de la technologie, Université Libre de Bruxelles.

Cassi, L. (2003). "Information, Knowledge and Social Networks: Is a New Buzzword Coming Up?". Paper to be presented for the DRUID PhD Conference, Aalborg, Denmark. january. pg. 16 -18. (Preliminary and incomplete paper).

Chaparro, F. (2001). "Conocimiento, aprendizaje y capital social como motor de desarrollo". Instituto Brasileño de Información en Ciencia, Revista Ciencia de la Información, Vol. 30, No. 1.

Coleman, J. (1990). "Social Capital". Foundations of Social Theory, Cap. 12, Belknap, Harvard, Cambridge.

Conferencia Mundial UNI Profesionales. (2000). "El Capital Intelectual Primero la Gente en la Economía de la Era de la Información". UNI, Singapur, agosto.

David, P. (2001). "Knowledge, Capabilities and Human Capital Formation in Economic Growth". New Zealand Treasury Working Paper 01/13.

Devinney, T., Midgley, D. y Soo, C. (2001). "The Process of Knowledge Creation in organizations". University of New South Wales – INSEAD, Francia.

Florez, P. (2001). "Capital Intelectual: Conceptos y Herramientas". Centro de Sistemas de Conocimiento Tecnológico, Monterrey.

Frank, R. (1992). "Melding Sociology and Economics: James Coleman's Foundation of social theory". Journal of Economic Literature, Vol. 30, Issue. 1, marzo. pg. 147-170.

Geanakoplos, J. (1992). "Common Knowledge". Journal of Economic Perspectives, Vol. 6, Num. 4.

Hansson, F. (2002). "How to Evaluate and Select New Scientific Knowledge by Introducing the Social Dimension in the Evaluation of Research Quality". Department of Management, Politics and Philosophy, Copenhagen Business School, octubre.

Hansson, J. (1998). "Intellectual Capital – The latest trick to make management scientific?". Lancaster University, UK, January.

Holbrook, J. (1997). "The Use of National Systems of Innovation Models to Develop Indicators of Innovation and Technological Capacity". CPROST Report # 97-06.

Imparato, N. (1999). "Capital for Our Time: The Economic, Legal and Management Challenges of Intellectual Capital". Stanford: Hoover Institution Press. Stanford University.

Jaramillo, H., Piñeros, L., y Pombo, C. (2004). “Interacción entre el Capital Humano, el Capital Intelectual y el Capital Social: Una Aproximación a la Medición de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología”. Investigación en curso financiada por Colciencias, Facultad de Economía, Universidad del Rosario, diciembre.

Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). “La Ciencia y sus Tensiones: ¿Un Nuevo Contrato Social?”. Borradores de Investigación No 39, Facultad de Economía, Universidad del Rosario, Bogotá, septiembre.

Jaramillo, H., y Forero, C. (2002). “La Interacción entre el Capital Humano, el Capital Intelectual y el Capital Social: una aproximación a la medición de recursos humanos en ciencia y tecnología”. RICyT: Indicadores de Ciencia y Tecnología en Iberoamérica. Agenda 2002, Buenos Aires, septiembre.

Luthy, H. (1998). “Intellectual Capital and its measurement”. College of Business, Utah State University.

Menzies, M., Barwick, H., y Link, V. (2000). “Scholarships, Fellowships and Human Capital Formation in National Innovation Systems”. diciembre.

Ordoñez, P. (1999). “La Dinámica del Capital Intelectual como Fuente de Valor Organizativo”. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Oviedo, España.

Peluffo, C. (2002). “Introducción a la gestión del conocimiento y su aplicación al sector público”. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social – ILPES, Santiago de Chile, diciembre.

Pretty, J., y Ward, H. (2001). “What is Social Capital?”. Centre for Environmental and Society. World Development 29 (2), 209-227.



Ramlogan, R., y Metcalfe, J. (2002). "Limits to the economy of knowledge and knowledge of the economy". ESRC, Centre for Research on Innovation and Competition (CRIC), Discussion Paper, Manchester.

Romer, P. (1990). "Endogenous Technological Change". *Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. 5.

Viedma, J. (2000). "Gestión del Conocimiento y el Capital Intelectual". Ponencia impartida en el 1er. Congreso de Directivos CEDE: La dirección de empresas en el siglo XXI. Humanismo y Tecnología. junio, Madrid.

## Parte V

### Capítulo 5

#### 26 Top Papers Colombianos

*Por Andrés Valderrama Pineda,  
Clemente Forero Pineda,  
Bibiana Gutiérrez Sepúlveda*

#### **Introducción**

Este documento sintetiza los hallazgos de una serie de entrevistas estructuradas realizadas a algunos de los coautores de los 26 artículos top para 2003 según el Institute for Scientific Information (ISI). Su propósito es profundizar en las formas de hacer ciencia de los grupos que han publicado papers de gran influencia sobre la comunidad mundial y hacer un análisis comparativo de situaciones y estrategias de estos grupos.

Durante la investigación, se tuvo acceso a la base de datos de ISI. Entre la información consultada se revisó el conjunto de artículos top de Colombia. Un artículo top (*top paper*) es un artículo que tiene un porcentaje significativo de citas con respecto al área en la que se inscribe. Para Colombia existen, a noviembre de 2003, 26 artículos top. Estos artículos son destacados por la base de datos de ISI.

Como se menciona en las conclusiones del capítulo dedicado a los impactos internacionales de la ciencia colombiana<sup>1</sup>, los análisis cuantitativos son limitados: no explican el rol de los científicos dentro del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología; no dan cuenta de la relación entre recursos y resultados de manera precisa; con frecuencia no distinguen las particularidades cognitivas y de prácticas sociales de las diferentes áreas; y tampoco distinguen el tipo de comunidad o red en la que se produce el conocimiento. Sobre estos aspectos, pretende este estudio cualitativo aportar a la investigación general.

---

<sup>1</sup> Riaga, Duarte y Forero, Capítulo 2, Impacto internacional

Este capítulo es un análisis comparativo de casos. Debe tenerse en cuenta que el conjunto de casos escogidos no es simétrico, pues se han seleccionado los 26 artículos top según ISI. Tampoco es asimétrico pues según la definición de artículo top no estamos analizando los 26 artículos de colombianos más citados en el mundo. Ni estos representan a los 26 científicos colombianos más citados (Anexo 2). Aún así, son 26 casos significativos.

### **Citaciones: ¿qué indican?**

A la discusión sobre el valor de las citas como indicador que hay en otra parte de este informe de investigación<sup>2</sup> solo vamos a añadir las siguientes observaciones con el fin de clarificar el alcance de este capítulo:

1. Existen tres tradiciones en los Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología (*Science and Technology Studies – STS*): primero, análisis socio-histórico a través de estudios de caso; segundo, estudios cuantitativos orientados a la formalización y a la generalización; y tercero, estudio de políticas públicas con base en los dos anteriores.<sup>3</sup> En los tres el estudio de citas es importante. Este capítulo aporta elementos para las dos primeras tradiciones.
2. Las citas son el resultado de la interacción entre redes de autores y entre las redes de sus comunicaciones. Son fenómenos complejos que indican a la vez el contexto social y cognitivo de una afirmación científica.<sup>4</sup>
3. Las citas permiten un desplazamiento entre los niveles social, cognitivo y textual en el estudio de la producción científica. Esto permite dar cuenta de los múltiples factores que en cada nivel determinan y revelan el trabajo científico y su importancia.<sup>5</sup>
4. El carácter mixto de este estudio nos permitirá evitar algunas de las limitaciones del mero análisis cuantitativo de citas. Al abrir la caja negra de al menos 16 de los 26

---

<sup>2</sup> Riaga, Duarte y Forero, Capítulo 2, Impacto internacional

<sup>3</sup> Leydesdorff (1998)

<sup>4</sup> *Ibid*

<sup>5</sup> *Ibid*

artículos en cuestión evitaremos deducir conclusiones sobre el impacto, la calidad y el carácter de la investigación y los resultados basados exclusivamente en un indicador cuantitativo.<sup>6</sup>

Existen diferentes opiniones sobre las citaciones como indicador de calidad científica. Este capítulo parte de un ranqueo de artículos citados. Se pretende mostrar qué hay detrás de estos artículos: qué comunidades, qué programas de conocimiento, las prácticas de consecución y uso de los recursos y el impacto percibido por sus propios autores.

De los 26 artículos, cuatro son de extranjeros miembros de la comunidad de investigadores de Colombia. Tres son del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, con sede en Cali, y uno de la Universidad de Ámsterdam, Holanda. Los artículos producidos en CIAT fueron trabajados por investigadores de planta de esa institución. El Dr. Vanderhammen, de la Universidad de Ámsterdam, ha dedicado su vida al estudio de las condiciones geológicas de Colombia en especial. Los problemas y los aportes son sobre un problema o condición local. Ha realizado mediciones, observaciones, trabajo de campo y de construcción de redes en Colombia.

Ello confirma que la ciencia es cada vez menos una empresa local y cada vez más depende, como se verá en este capítulo, de redes internacionales de cooperación.<sup>7</sup>

Cuando se revisa la lista de los 26 artículos sorprende que no aparezcan los científicos que normalmente tienen más figuración en el país, aunque éstos sí figuran en el ranking de los más citados por el total de su obra. En el Anexo 2 se muestra una lista de científicos colombianos y extranjeros que trabajan en Colombia.

### **El científico y su comunidad**

¿Quiénes son los científicos responsables de estos 26 artículos top? En el anexo 3 de este documento se puede encontrar una ficha con detalles de los científicos entrevistados. A

<sup>6</sup> Ibid

<sup>7</sup> Wagner y Leydesdorff (forthcoming)

continuación se dan las características generales del conjunto. Los artículos son, en su mayoría producto del trabajo de profesores e investigadores universitarios: 12 de universidades estatales (U)<sup>8</sup> y 4 de universidades privadas (UP); 6 de profesionales que trabajan (y algunos son fundadores), en centros privados nacionales (todas son fundaciones sin ánimo de lucro), (CPN); 3 de investigadores que trabajan en un centro público internacional, el CIAT (CPUI); y 1 de un científico que trabajó en un centro público nacional (CPUN). Ver figura no. 1.



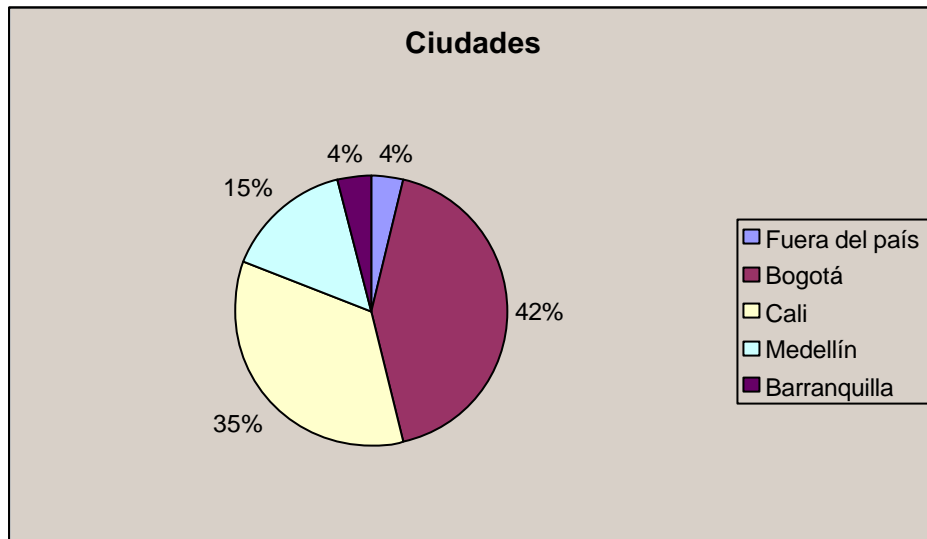
**Figura No. 1: distribución de científicos por tipo de institución donde trabajan.**

En términos de distribución geográfica los artículos fueron producidos por equipos que estaban radicados en las siguientes localizaciones: uno por fuera del país, en Holanda; 10 en Bogotá; 9 en Cali, 4 en Medellín y uno en Barranquilla<sup>9</sup>. Esta distribución es relativa.

<sup>8</sup> La Universidad de Amsterdam se contabilizó como universidad pública.

<sup>9</sup> El estudio del Dr. Villanueva fue realizado en Barranquilla. Por un error en la comunicación figura como institución la Universidad de Antioquia donde el científico realizó sus estudios de pregrado en Medicina. No obstante, la verdadera institución colombiana a cargo fue el Instituto Preventio fundado y dirigido por el Dr. Villanueva en Barranquilla.

Como se verá a lo largo del análisis, el carácter internacional de la ciencia evidenciará que la pretensión de localización geográfica no siempre es ajustada.



**Figura No. 2: distribución geográfica de los equipos de trabajo de los 26 artículos top.**

Para el estudio que a continuación se describe se entrevistaron 13 de los científicos que participaron en los artículos top en consideración (Anexo 3). Estas 13 entrevistas nos dan un cubrimiento de 16 artículos, ya que el Prof. Bernardo Gómez de la Universidad de los Andes participó en cuatro artículos top.

A continuación describimos los datos más relevantes sobre el científico y su equipo de trabajo. Esto corresponde a la primera sección de la entrevista. El formato de la misma se encuentra en el Anexo 4 de este reporte.

Sobre el tamaño del grupo que interviene directamente en el desarrollo de un artículo se encontró que en promedio ha y 50.2 coautores y 143 colaboradores que no figuran como coautores. Es necesario aclarar que de los 13 casos considerados 2 son producidos por comunidades de más de 300 coautores: el primero corresponde a la comunidad internacional que trabaja en física de altas energías; este grupo produjo 4 de los 26 artículos

top de Colombia. El segundo caso corresponde a un estudio multicéntrico de prueba de medicamentos en el que participó el Dr. Rodrigo Botero; en este caso concreto la multinacional farmacéutica Merck financió la prueba de una droga de choque contra el infarto en más de 50 centros alrededor del mundo. Otro caso atípico es el de la Dra. Carolina Murcia, bióloga, que produjo un artículo top como autora individual. Los demás casos son de equipos de 2 a 37 coautores.

Sobre el equipo de apoyo que soporta el trabajo de los coautores, pero que no figura en el artículo, a no ser en la línea de agradecimientos, tenemos que en promedio hay 143 colaboradores. Esto significa que la proporción de colaboradores a coautores es de 2,84 en promedio. Se aclara que en el 31% de los casos, el número de colaboradores-no-coautores es de 0.

En cuanto al tipo de red de cooperación a la que pertenecen estos diez autores al momento de producir su artículo top, se distinguen cinco: líder académico y miembros de colegio invisible 46%; laboratorio de multinacional farmacéutica y comunidad de pares internacional 8%; pares pertenecientes a una compleja organización mundial de científicos 8%; líder académico y jefe administrativo y funcionarios de organización internacional de investigación en relación de pares 15%; pares 15%; individuo 8%. Donde hay líderes o individuos la responsabilidad principal se puede identificar claramente. En el caso de la multinacional farmacéutica es un poco más complejo, porque la empresa pone los recursos y designa un comité de médicos independientes para liderar y supervisar la prueba médica, pero es la comunidad internacional de pares médicos la que ejecuta las pruebas y recolecta los datos. En el caso de la compleja organización de científicos, tampoco hay una cabeza permanente, sino que se rota cada cierto período. Adicionalmente, se cuenta con un comité directivo y un número de comités operativos que articulan el trabajo de toda la organización.

Entre las cabezas de grupo se distinguen dos categorías diferentes: científico extranjero de reconocimiento internacional (60%); científico colombiano de reconocimiento

internacional (40%). En este cálculo, se hace excepción de las dos organizaciones mencionadas en el párrafo anterior y del artículo producido por una autora individual. Los científicos colombianos de reconocimiento mundial están ambos asociados a la investigación en cáncer y son: la Dra. Nubia Muñoz, hasta hace poco Jefe de la División de Estudios de Terreno de la Internacional Agency for Research in Cancer, sede de Lyon, Francia; el Dr. Pelayo Correa, profesor del Departamento de Patología de la Universidad de Louisiana, en Estados Unidos; y el Dr. Francisco Morales de CIAT.

Con base en los datos recolectados, se tiene que los autores colombianos trabajan en promedio 26.6% del tiempo presencialmente con los demás coautores y 71.5% en forma individual. Nuevamente es importante señalar los casos extremos: la Dra. Carolina Murcia, como autora individual trabajó el 100% de manera individual. También hay que aclarar que en el 23% de los casos se señaló la cuota de trabajo individual como la menor. Esto se debe a dos posibles razones: la primera, a que algunos coautores eran colombianos, luego el trabajo presencial colaborativo fue mayor con ellos; la segunda, a que se trabajó sobre datos obtenidos por otro coautor con anterioridad. Este último es el caso del artículo escrito por el Dr. Myles Fisher y también el del artículo escrito por la Dra. Marcela GómezLaverde.

El 54% de los entrevistados reconoce que habría sido imposible realizar este trabajo en forma totalmente virtual. Argumentan que la discusión presencial es necesaria en muchas etapas de los proyectos: diseño, análisis de datos y discusión de conclusiones. El 46% restante admite que podría ser virtual, pero dadas unas condiciones de conocimiento previo de los colaboradores y de utilización de mecanismos de contacto a distancia tipo teleconferencia para suplir de la manera más completa posible la comunicación presencial. En general todos los investigadores reconocen el creciente impacto de Internet en las prácticas de investigación, principalmente en lo que a acceso e intercambio de información se refiere. Algunos investigadores de la teoría de citas prevén un cambio sustancial en las prácticas de referenciación.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Leydesdorff (1999)



Sobre los modos en que se escoge el orden en que aparecen los coautores de los artículos hay casi tantas modalidades como entrevistados: solo en dos casos es alfabético estrictamente y en uno alfabético por institución. En los demás se verifican las siguientes variantes de reconocimiento por aporte: el líder intelectual primero o último y los demás por aportes; primero el redactor, segundo el director de laboratorio o de terreno y el resto por aportes; los dos primeros por aporte, y el resto alfabéticamente; y en dos casos el acuerdo es particular del artículo.

En el 38% de los casos considerados se encontró que hay estudiantes coautores del artículo. En el 62% restante no los hubo. El trabajo de los estudiantes se reconoció por su continuidad en todo el proyecto que dio luz al artículo y porque aportaron al mismo nivel que cualquier coautor. En los demás casos, aunque no hubo coautores estudiantes, se reconoció que sí existe la práctica de incluirlos si mantienen la continuidad necesaria y aportan lo suficiente para ser considerados como coautores. Solo en el caso de la comunidad de físicos de altas energías se limita la posibilidad a estudiantes de doctorado exclusivamente.

En general la relación de los científicos colombianos con sus coautores es una relación de pares, es decir, de colegas de una misma disciplina. Excepción hecha de los científicos del Centro de Investigaciones en Agricultura Tropical, sede Cali, donde además de colegas son o fueron parte de un grupo operativo de investigación dentro de la organización. También hay que contar por separado a la autora individual.

En un 62% de los casos se encuentra que los grupos cuentan con colegas como asistentes de la investigación. En el 31% de los casos se cuenta además con personal asistente de oficio como las enfermeras en medicina. En 31% también se contó con personal técnico. En 80% de los casos se contó con estudiantes. Los investigadores cuentan hoy en día con equipos de trabajo con 1 hasta 9 colegas, y hasta 150 personas en total. Como excepciones están los casos de dos investigadores que ya están jubilados y de una investigadora que cursa, en la actualidad, su PhD. Estos no tienen ni equipos ni asistentes.

En el 46% de los casos se tiene que los equipos los constituyen un grupo de investigadores de misma jerarquía con estudiantes. En un 15% se trata de un grupo de investigadores de misma jerarquía sin estudiantes. En otro 8% se trata de un grupo formalmente establecido con jerarquías. En el restante 31% de los casos, no hay grupo como tal. Lo más notable de esta sección es la constante del equipo y de la comunidad. Aún en el caso de la autora individual, la Dra. Carolina Murcia, el trabajo que dio origen al artículo top fue su disertación de doctorado, en el que jugaron un papel fundamental sus directores de tesis y la comunidad de profesores de la institución donde lo realizó. Así las cosas, esta muestra confirma el hecho de que la ciencia es un esfuerzo colectivo de líderes científicos, científicos formados, científicos en formación y una buena cantidad de personal de apoyo.

De todo lo anterior se desprende que los investigadores colombianos y los extranjeros en Colombia pertenecen a los siguientes tipos de red de trabajo:

1. Compleja red internacional muy consolidada: el grupo de física de altas energías de la Universidad de los Andes; los investigadores de CIAT en sus respectivas áreas.
2. Estudios multicéntricos financiados por multinacionales farmacéuticas: los experimentos del Dr. Rodrigo Botero de la Clínica Medellín y del Dr. Álvaro Villanueva en Barranquilla. Sobre este tipo de relación se puede discutir si es un contrato por labor o realmente se trata de una red de investigación científica. Para esta discusión conviene tener en cuenta que si bien el beneficio económico es más claro en esta relación, también es cierto que hay un aporte de nuevo conocimiento debidamente validado por la comunidad científica respectiva.
3. Grupos universitarios locales fuertemente vinculados a redes internacionales de investigación: el grupo de Neurociencias de la Universidad de Antioquia y los investigadores de cáncer de la Universidad del Valle.
4. Grupos pequeños o personas con vínculos en desarrollo con las redes internacionales de su área: por ejemplo, la Dra. Carolina Murcia, la Dra. Marcela Gómez-Laverde y el Prof. Julio C. López de la Universidad del Valle.

## El área, sus líderes y sus relaciones académicas

Todos los autores consideran que sus artículos están bien clasificados en las áreas definidas por ISI. Sin embargo, en el 15% de los casos se señaló que podrían pertenecer a otras áreas. Se trata del caso del estudio del alzheimer que también cabría en Medicina Básica; está clasificado en Medicina Clínica; y del estudio sobre retención de carbono en pastos tropicales que aparece en Medio Ambiente y Ecología, pero también podría figurar bajo Agronomía.

Sobre las subáreas de trabajo se tiene la siguiente tabla de doce ítems:

Investigación en cáncer de cuello uterino.
Cáncer gástrico y lesiones precursoras (2)
Cardiología
Alzheimer
Física hadrónica
Predicción de distribución de especies
Agrobiodiversidad de fríjol
Medio Ambiente – Calentamiento Global
Biología de la conservación y específicamente efectos de fragmentación y de borde
Enfermedades infecciosas
Criptografía de curvas elípticas
Patología de plantas

Para cada subárea se especificó entre una y siete autoridades mundiales asociadas a cada una de las subáreas en las que se inscriben los artículos top. La lista sería la siguiente. En todos los casos se especificó que de todos modos la lista tendría que ser más extensa:

Investigación en cáncer. Cuello uterino.	Nubia Muñoz; Francis Bosch; Rodolfo Herrero
Cáncer gástrico y lesiones precursoras	Pelayo Correa; Fonham
Cardiología	Eugene Brownbatt; Victor Tzau; Jay Cohn y otros
Alzheimer	Serqueci
Física hadrónica	Granis y Tollestrup
Predicción de distribución de especies	Peterson, Anderson
Agrobiodiversidad de fríjol	Daniel Debouck; George Freytag; Paul Gepts; Shree Singh; Steve Beebe; Tohme; Kelly, JD
Medio Ambiente	Gifford; Duxbury; Watson; Longs; Brown y muchos más
Biología de la conservación y específicamente efectos de fragmentación y de borde	William Lawrence; Guadalupe Williams; Rafael Tidham; Jay Malcolm
Enfermedades infecciosas	Arnaldo Colombo; David Denning; John Bartlet; Dr. Patterson; John Graybill
Criptografía de curvas elípticas	Koblitz; Menezes; Vaqnstone; Para
Patología de plantas	Francisco Morales; Judy Brown; Douglass Maxwell

Solamente en el 8% de los casos no fueron citadas estas grandes autoridades. En el 92% fueron citados o todas o algunas de las figuras intelectuales de la subárea en cuestión. Vale la pena mencionar que en el caso de la comunidad de físicos, aunque se reconoce el liderazgo de ciertos académicos, si trabajan con la competencia se procura no citarlos. En

todos los casos se verificó que las autoridades mundiales de cada subárea habían citado por lo menos una vez los trabajos objeto de este informe. En el 100% de los casos se afirmó que la relación de los científicos colombianos con los líderes mundiales de las subáreas es una relación entre colegas, de respeto mutuo y, en el 15% de los casos, de cooperación activa en proyectos.

En cuanto a la división del trabajo entre los coautores se identificó que en el 69% de los casos existe una división por funciones y por disciplina. Es decir, para un determinado estudio se requiere de la recolección de datos (médicos, biólogos o agrónomos según sea el caso), análisis de laboratorio, y análisis estadístico de resultados. Así las cosas, en cada etapa habrá científicos que destaquen por su competencia y esto es lo que determina la división del trabajo. En el 23% de los casos no hubo división del trabajo, en la medida en que todos los coautores realizaron más o menos las mismas labores. En el 8% de los casos solo había un autor.

Solamente el 8% de los entrevistados indicó que no existe un investigador de reconocimiento mundial que lo haya apoyado de manera constante. El 92% identificó un apoyo constante en el ámbito internacional. Y de todos los casos, solo en el 8% se verificó que la relación había comenzado como una relación de profesor-alumno. En los demás casos, la relación se había establecido por diversos caminos: en el 23% de los casos el contacto entre el investigador local y los investigadores mundiales se dio por intermedio de los profesores de los primeros; en el 46% de los casos porque las autoridades mundiales estuvieron en Colombia y de alguna manera se enteraron del trabajo de los grupos locales; y en el 31% de los casos porque su trabajo en una organización científica internacional los ponía de manera natural en contacto con esos líderes científicos.

En el 62% de los casos, las personas que los han apoyado del exterior pertenecen a un mismo círculo académico, es decir, están inscritos en un colegio invisible claramente definido. En el 31% de los casos el apoyo proviene de personas que pertenecen a distintos

círculos, pero que se intersecan en este y otros estudios. En el 8% de los casos, más que apoyo, se reconoce una labor de oficio dentro de una organización científica internacional.

En el 69% de los casos se reconoció que los coautores conforman un grupo formal o informal, pero que colabora de manera permanente. En el 15% de los casos se trató de una relación particular para el artículo. En otro 8% la autora está trabajando temas diferentes a los trabajados para su artículo top.

La relación entre el grupo local y el conjunto de los coautores también tiene su génesis en diversas situaciones: en el 54% de los casos porque en Colombia se había encontrado algunos datos o casos relevantes para la discusión mundial y los grupos entraban en contacto principalmente porque había un conocimiento del trabajo local por parte de los externos. Para esto se requería, claro está, que de alguna manera ya estuviera funcionando una red de información, que permitía el contacto mutuo. Esto ocurrió a través de eventos, visitas y congresos realizados en Colombia. En el 23% de los casos la relación se estableció de oficio dentro de la institución de investigación internacional. En 15% de los casos porque los autores viajaron a algún congreso internacional relevante con recursos de su propio pecunio.

El 69% de los entrevistados reconoció que acceder a las comunidades internacionales exigió esfuerzos especiales o extraordinarios. Destaca principalmente la necesidad de mostrar calidad para ganar confianza, ante una actitud generalizada de desconfianza hacia los resultados que se pueden obtener en el país. Los esfuerzos se materializaron en mostrar resultados de calidad antes que otros investigadores de otros países y, en las investigaciones médicas, en procurar aportar más casos que cualquier otro investigador. En el 23% de los casos se indicó que el esfuerzo adicional implicó invertir recursos propios en la investigación. El 23% de los entrevistados indicó que no tuvieron que hacer ningún esfuerzo adicional para acceder a los grupos. Vale la pena aclarar que 15% de este 23% son investigadores extranjeros trabajando en una organización internacional en Colombia.

Esto nos deja con solo el 8% de los colombianos admitiendo que no requirieron de esfuerzos adicionales para acceder a los grupos de trabajo internacional.

El mismo 69% de los entrevistados confiesa que debe realizar esfuerzos adicionales permanentes para mantenerse en contacto con las redes internacionales de trabajo. Estos esfuerzos están relacionados principalmente con el hecho de que la investigación en Colombia no es un trabajo del cuál se pueda vivir sino un emprendimiento adicional a los trabajos que se realizan para sobrevivir. Así, un académico hace investigación como carga adicional a su trabajo docente o un médico lo hace adicional a sus funciones de asistencia y consulta.

Este panorama de esfuerzos adicionales nos permite matizar la afirmación hecha en el capítulo introductorio: ‘la necesidad de grandes esfuerzos de parte de los investigadores para interesar a sus colegas, local o internacionalmente’<sup>9</sup>. Por un lado, es claro, según la mayoría de los entrevistados se requieren esfuerzos adicionales para ingresar y mantenerse en las redes internacionales y en los colegios invisibles. No obstante, la Dra. Pamela Anderson como investigadora de reconocimiento internacional indicó enfáticamente que los esfuerzos son los normales de cualquier investigador en cualquier parte del mundo y tienen que ver con la calidad de la producción y el reconocimiento académico. Por otro lado, y aunque no se midió con una pregunta explícita, la mayoría de los entrevistados reconoció que el reconocimiento nacional es menor que el internacional. (Ver última sección, aparte dedicado a los premios).

### **Programa de Conocimiento**

Sobre los programas de conocimiento dentro de los cuáles se inscriben los artículos top de los entrevistados tenemos los siguientes:

---

<sup>9</sup> Forero, Capítulo 1, Marco General

Entender la enfermedad de cáncer para su tratamiento.
Tratar de hacer una quimioprevención de lesiones precursoras para evitar el desarrollo de cáncer
Tratamiento de infarto
Entender la enfermedad de Alzheimer para intervenirla
Entender la composición y funcionamiento de las partículas subatómicas
Predicción de distribuciones y sistemática de mamíferos
Comprender la estructura de los recursos genéticos del fríjol para su utilización
Entender los mecanismos que producen cambio de clima en el planeta
Evaluar los efectos de borde en plantas y animales para conservación
Desarrollo de tratamientos no tóxicos para hongos
Desarrollar el conocimiento necesario para el diseño de criptosistemas para seguridad electrónica
Entender la dinámica de los geminivirus y las moscas blancas para el control de enfermedades emergentes en plantas

Destaca en todos, excepto dos (partículas y distribución de especies), la claridad que tiene el entrevistado sobre la utilidad práctica de los resultados de su investigación.

El 85% de los entrevistados contestó que su instituto, departamento o sección no había sido creada para investigar el programa de conocimiento especificado. El restante afirmó que su departamento o su institución sí había sido creado para avanzar en dicho programa. El 54% afirmó que es estándar que en muchos países exista un instituto dedicado al programa de conocimiento. El otro 46% indicó que no es estándar.

Solo el 23% de los entrevistados respondió que su grupo es el único que trabaja el tema en Colombia. Se trata de la investigación en tratamiento de infarto, la investigación en cambio de clima y la investigación en criptografía. El resto indicó cuáles son los otros grupos que trabajan los temas:



Entender la enfermedad de cáncer para su tratamiento.	Inst. Nacional de Cancerología; Uniantioquia; Bucaramanga
Tratar de hacer una quimioprevención de lesiones precursoras para evitar el desarrollo de cáncer	Si en prevención primaria; en secundaria Bogotá 3 grupos
Entender la enfermedad de Alzheimer para intervenirla	INS; incipiente en Pereira
Entender la composición y funcionamiento de las partículas subatómicas Predicción de distribuciones y sistemática de mamíferos	Unal Unijaveriana; Uniantioquia; Univalle
Comprensión de la estructura de los recursos genéticos del frijol para su utilización	Corpoica; IVH; algunas universidades UNAL; Uniandes; Univalle; Uniantioquia; Unitolima
Entender los mecanismos que producen cambio de clima en el planeta	Corpoica; Unillanos
Evaluación de efectos de borde en plantas y animales	Univalle; ISA; Unijaveriana
Desarrollo de tratamientos no tóxicos para hongos	Ángela Restrepo; Uniantioquia
Entender la dinámica de los geminivirus y las moscas blancas para el control de enfermedades emergentes en plantas	CIAT; CORPOICA Aristobulo Lopez

El año de inicio del trabajo en Colombia es, en promedio 1969. 31% de los investigadores se autodenominan como iniciadores del trabajo en su programa de investigación en Colombia. El restante 69% indica que fueron otros los iniciadores del tema en Colombia. Se señala que todo lo relacionado con cáncer comenzó con la fundación del Registro de Cáncer en la Universidad del Valle en 1962; la física de altas energías la inició el Profesor

William Ponce de la Universidad Nacional en 1976; la investigación en sistemática de mamíferos la iniciaron Jorge Hernández Camacho en el extinto INDERENA y Alberto Cadena en la Universidad Nacional; el trabajo en agrobiodiversidad lo funda el Dr. Víctor Manuel Patiño; la investigación en pastos tropicales el Dr. Ulyses Grant; la investigación en hongos es obra de la Dra. Ángela Restrepo; y el trabajo en patología de plantas fue iniciado por el Dr. Francisco Morales en CIAT.

En promedio los investigadores entrevistados llevan trabajando estos temas desde 1987, siendo la fecha más temprana de inicio 1977 y la más reciente 2000.

El 69% de los entrevistados considera que su trabajo se inscribe dentro de una línea de investigación previamente fundada. El 31% considera que su trabajo abrió una nueva línea de investigación dentro del área de conocimiento.

El 23% de los investigadores dice dedicarse exclusivamente al programa de investigación que generó el artículo top. El restante 77% admite que su trabajo en Colombia implica otros programas de investigación. En todos estos casos, no obstante, se indicó que todos los temas trabajados están relacionados. Por ejemplo, quienes trabajan cáncer, Alzheimer o infarto, también trabajan otras enfermedades relacionadas o con grupos de edad similares. Es decir, en todos los casos hay un vínculo profundo entre los temas de trabajo. El siguiente cuadro los enuncia:

Epidemiología
Cáncer
Síndrome metabólico
Neurociencias
Sistemática de mamíferos
Aplicar resultados de agrobiodiversidad para mejoramiento
Ecofisiología de pastos
Impacto de la actividad humana sobre ecosistemas montañosos y cómo revertirla
SIDA y TBC

El 92% de los investigadores está formando jóvenes investigadores y estudiantes en el área de trabajo. Solo el 8% hace investigación sin incluir estudiantes.

## **Recursos**

En cuanto a financiación de los proyectos, el 46% de los investigadores entrevistados indicó que recibió en algún momento financiación por parte de Colciencias. Esta financiación pudo ser pequeña, estímulos para jóvenes investigadoras; o sustanciosas, hasta 250 millones en un año. En cuanto a las contribuciones gruesas estas han variado en el tiempo según el grupo: altas energías y neurociencias recibieron buenas partidas en los primeros años de la década de los 90 y luego decrecieron sustancialmente; el grupo de cáncer gástrico de la Universidad del Valle está recibiendo los aportes grandes en años más recientes.

El 69% de los entrevistados recibió financiación directa de su institución. Este es el caso claro de los investigadores del CIAT, dos de la Universidad del Valle, uno de la Universidad de Antioquia y una que trabaja para la World Conservation Fund.

El 100% de los investigadores reportó haber recibido financiación de agencias, instituciones y gobiernos extranjeros. En la mayoría de los casos, 92%, esta fue la fuente principal de recursos para conducir la investigación. Es decir, es claro que para hacer ciencia de reconocimiento internacional en Colombia se requiere tener financiación extranjera. Es importante destacar la fuente principal de financiación por programa de investigación:

Entender la enfermedad de cáncer para su tratamiento.	IARC
Tratar de hacer una quimioprevención de lesiones precursoras para evitar el desarrollo de cáncer	INS INC USA
Tratamiento de infarto	Merck
Entender la enfermedad de Alzheimer para intervenirla Entender la composición y funcionamiento de las partículas subatómicas	Colciencias, Uniantioquia, UniWashington; Uniharvard; Unión Europea Fermilab
Predicción de distribuciones y sistemática de mamíferos	Fondos de algunos museos en Estados Unidos y fondos propios de la investigadora
Comprensión de la estructura de los recursos genéticos del fríjol para su utilización	CIAT
Entender los mecanismos que producen cambio de clima en el planeta	CIAT
Evaluación de efectos de borde en plantas y animales	Universidad de Florida, Gainesville
Desarrollo de tratamientos no tóxicos para hongos	Universidad de Harvard; Merck
Desarrollar el conocimiento necesario para el diseño de criptosistemas para seguridad electrónica	Universidad de Campinas, Universidad de Waterloo
Entender la dinámica de los geminivirus y las moscas blancas para el control de enfermedades emergentes en plantas	CIAT

Este panorama de financiación lleva a pensar que tal vez el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología no es suficiente para soportar la investigación en Colombia. Es, apenas, un apoyo para llegar a las fuentes, más sustanciosas y permanentes, internacionales, que los mismos grupos de investigación consiguen por su propia cuenta. En este sentido, los impactos del SNCyT no se pueden concebir sin la participación de muchas más instituciones y países en la financiación, promoción, capitalización y divulgación de la ciencia colombiana. Las fuentes internacionales tienen otra ventaja, adicional a la escala, con respecto a la financiación nacional y es la continuidad. Como lo hicieron notar algunos entrevistados, la ciencia básica es una inversión de largo plazo y si no se tiene continuidad en la labor de investigación no se pueden capitalizar los resultados en el tiempo.

Adicionalmente, estos resultados aportan elementos para explicar por qué no existe una relación precisa entre la financiación de Colciencias y número de publicaciones como lo demuestran los resultados agregados en el capítulo 3 de esta investigación<sup>10</sup>.

A todos los entrevistados se les preguntó por el porcentaje que destina, en promedio y aproximadamente en todos los proyectos que realiza, a sus proyectos. Inicialmente las categorías a analizar eran: compra de información, acceso a bases de datos, suscripción a revistas, etc.; compra de equipos; viajes; y pagos de personal. Las categorías no fueron suficientes y se incluyó una destinada a las salidas de campo. También se modificó la última para incluir no solo pagos de personal sino también gastos de operación y de administración. En promedio, los entrevistados respondieron lo siguiente:

Compra de información, acceso a bases de datos, suscripción a revistas, etc.	6.33
Compra de equipos	7.08
Viajes a congresos y eventos de socialización de hallazgos científicos	12.25
Salidas de campo	8.56
Pagos de personal	67.50

<sup>10</sup> Riaga, Duarte y Forero, Capítulo 3, Impacto internacional

El 92% de los entrevistados indicó que la relación con sus coautores en el exterior le significa reducción de costos de acceso a la información y de viajes. Lo primero debido principalmente a que, a través de los coautores, tiene acceso a bases de datos y revistas que no se consiguen en Colombia. Lo segundo, porque estas relaciones ayudan al acceso a fondos para viajes. El 69% de los entrevistados, además, indicó que la relación con sus coautores en el extranjero ayuda a reducir los costos de compra de equipos fundamentalmente porque el procesamiento de datos se hace fuera del país.

Estos resultados sobre la percepción de la forma en que se destinan a la investigación nos permiten sopesar una afirmación que se hizo en el capítulo introductorio de esta investigación. Respecto a la participación del rubro de información en los proyectos, se verificó que este es el menor en todos los casos, incluyendo los investigadores de CIAT. Esto contradice la percepción de que aquí los costos de información consumen más recursos del proyecto.<sup>11</sup> Sin duda, su costo real no es despreciable. Pero, según los entrevistados, la porción del dinero que deben dedicar a este rubro es la menor.

El 54% de los entrevistados considera que ha tenido financiación suficiente para la realización de sus investigaciones. El 46% considera que nunca es suficiente. Esto se verifica en las respuestas de la pregunta sobre los determinantes del ritmo de la investigación. Un 46% de los entrevistados sostiene que el ritmo de la investigación no lo determina la disponibilidad de recursos sino otros factores. Entre ellos la capacidad de generar ideas, el clima, los ritmos institucionales, los ritmos de las grandes colaboraciones. Un 46% sostiene que sí se podría haber avanzado más rápido de haberse contado con más recursos. El restante 8% matiza la respuesta. Esto debido a que reconocen que una mayor disponibilidad de recursos disminuye el tiempo que debe dedicarse a la labor de conseguir fondos. En particular un investigador del CIAT fue enfático en lamentarse de la cantidad de tiempo que debe dedicar a las labores de fondeo, cuando preferiría estar dedicando ese tiempo a la investigación en sí.

---

<sup>11</sup> Forero, Capítulo 1, Marco General

Los investigadores entrevistados dedican en promedio 0.8 años al diseño de los estudios que conducirán; 1.87 años a la recolección de información, esto es experimentos en algunos casos y salidas de campo en otros; 0.8 años en la redacción de los artículos; y 0.3 años en la revisión. Valga aclarar que las etapas de diseño no siempre son compartidas con los coautores. En algunos casos el artículo fue el resultado de unos datos recogidos por otros investigadores y en otros casos el diseño se hacía por fuera del país. Igualmente vale aclarar que las etapas de recolección de datos y de redacción se traslapan.

Entre los criterios señalados para escoger las citas de los artículos prevalece, en un 100%, la relevancia del trabajo a citar para el proyecto que se está desarrollando. En segundo lugar, cuenta la autoridad del autor del artículo a citar. Uno de los entrevistados afirmó que relevancia y autoridad son dos características inseparables de los artículos que se deben citar. Una de las entrevistadas anotó, que en su disciplina las citas no deben tener más de 10 años de antigüedad: es decir, no importa el desarrollo histórico, sino los últimos hallazgos.

En cuanto a la relación con los árbitros, sobresale el 15% de los casos en los que se aceptó sin correcciones el artículo: uno porque era un resultado muy esperado y muy trabajado por una comunidad grande; y el segundo por sus calidades intrínsecas. En otro 15% de los casos los autores residentes en Colombia no tuvieron relación con el editor o los árbitros ya que esa fase la administró uno o varios coautores en el extranjero. En el 62% de los casos se solicitaron correcciones menores. En un caso se solicitaron correcciones sustanciales que terminaron en la división del artículo original en dos. En otro caso la revista original decidió suspender la publicación, según el entrevistado, para darle prelación a la competencia. El grupo reaccionó a esta situación publicando el artículo en una segunda revista. Valga aclarar que este es el caso del artículo más citado de este estudio. Este último artículo, por tanto, fue sometido a varias revistas. Otro de los artículos fue sometido a 2 revistas. El restante 85% de los artículos fue publicado en la primera revista a la que se envió.

31% de los entrevistados admitió no saber cuánto tiempo había tomado hacer las correcciones. 23% dijo que había sido 0 debido a que no se habían requerido correcciones. Del restante 46% se indicó que en promedio se tomó 54.2 días en hacer las correcciones sugeridas por los árbitros o el editor de la revista donde se publicó el artículo.

Entre las razones para escoger la revista donde se publicó el artículo todas tienen como común denominador la calidad de la publicación y la seguridad de llegar a la población objetivo del artículo. En un caso se señaló que era la publicación del financiador del proyecto. En otro que era la revista número uno del tema. Y en uno más que se trataba de la revista científica de público amplio más importante del mundo.

### **Impacto internacional e interlocutor**

En todos los casos se señaló que la comunidad de lectores que se visualiza al escribir es la comunidad de científicos que trabaja en el área específica de cada uno de los programas de investigación. De hecho a la pregunta por el usuario final del conocimiento que se ayuda a construir solo el 31% de los investigadores señalaron la comunidad no científica: pacientes, accionistas o personas del común. El restante 69% insistió en que el usuario del conocimiento es la misma comunidad científica.

Sobre las razones de que el artículo sea tan citado, los entrevistados escogieron varias entre 7 posibilidades, según el cuadro siguiente:

El artículo abrió una nueva temática	77%
El artículo resolvió un problema de esa comunidad específica	54%
Porque sus resultados han servido para construir otros resultados importantes	85%
Porque el conocimiento que ha desarrollado tiene muchas aplicaciones	85%
Porque el artículo crea un método de utilidad para muchas investigaciones	54%
Porque cuestionó un paradigma dominante a partir de observaciones específicas del medio colombiano	60%
Es un review	15%



Es de resaltar el alto número de investigadores que consideran que su investigación cuestionó un paradigma dominante. Esto, sin embargo, hay que detallarlo por cuanto el concepto paradigma es polisémico. En un caso se trató de cuestionar un paradigma dominante a partir de observaciones no solamente de condiciones específicas del medio colombiano. Dos autores, además, señalaron que su artículo también se constituyó en una buena reseña del estado del arte de la investigación. Lo anterior más el hecho de mostrar nuevos resultados explica el alto número de citaciones del artículo, y su tendencia a crecer en el tiempo. Los demás artículos presentan un pico de citaciones uno o dos años después de publicados y a partir de entonces una tendencia descendiente.

En el 23% de los casos se señaló que el artículo se había convertido en referencia obligada para cualquiera que trabajara el tema desde entonces. En el 8% de los casos se indicó que el artículo era importante porque contestaba un paradigma. En otro 8% se señaló que el artículo entraba en un grupo de artículos impactantes sobre un descubrimiento clave. En otro 8% se indicó que aunque la tendencia era a la baja, se podía esperar nuevos repuntes si las hipótesis sugeridas en el artículo se verificaban con más investigación. En otro caso se señaló que fue la primera aproximación a las técnicas usadas. Lo que indica que a medida que se refinan puede perder vigencia. En otro 8% de los casos se aplicó una metodología poco conocida, que fue lo más importante; en menor grado lo fue el resultado biológico. En otro caso se explicó el impacto por la sorpresa del descubrimiento. En otro caso se sugirió que el aumento en el número de citaciones se debía a un aumento en el tamaño del grupo preocupado por los temas que se enuncian en el artículo.

Como se evidencia al repasar los perfiles de citación (Anexo 3), se pueden distinguir tres tipos: ascendente, el artículo recibe cada vez más citaciones en el tiempo (4); regular, el artículo es citado de forma regular cada año (2); ascendente, el artículo se cita cada vez más (10). Los artículos que tienen un pico de citaciones al año o dos años de publicado generalmente hacen referencia a resultados significativos para la vanguardia de un área. Estos resultados son rápidamente superados por otros más novedosos y a eso se debe el

perfil descendente. Para los casos regulares y ascendentes se distinguen dos tipos: los *reviews* que tendrán una vigencia mayor que los anteriores en el sentido de que se convierten en pasos obligados para cualquier avance en el área; y los resultados que claramente añaden una nueva dimensión al área de trabajo; v. gr. la relación causal entre el virus del papiloma y el cáncer cervical también se convierte en un paso obligado para la investigación en esta enfermedad.

### **Impacto Nacional e Institución**

Sobre los apoyos recibidos para la investigación por parte de la institución propia se tienen los siguientes:

Apoyo financiero para la investigación	46%
Apoyo financiero para viajes	38%
Descarga/Tiempo	54%
Asistentes	31%
Nada	23%

El 38% de los entrevistados indicó que en su institución existe un sistema de incentivos económicos claro para la investigación. Aquí se inscriben los investigadores de las universidades públicas que cuentan con el sistema de puntos que funciona en todo el país. También se encuentra un investigador del CIAT que dice que en su institución hay bonificación por producción. Un 54% de los entrevistados dijo que en su institución no hay ningún incentivo económico a la investigación. Curiosamente el otro investigador del CIAT indicó que es parte de la carga laboral esperada la publicación y que no se reconoce de manera excepcional. En un 8% de los casos la pregunta no aplicó.

En general se reconoció un ambiente favorable para el trabajo científico en las diversas instituciones. Por un lado, en el 69% se aclaró que la investigación si conduce a un mejoramiento de status y de reconocimiento. En un caso se señaló que fue el escepticismo de la comunidad la fuente de la motivación. En dos casos se indicó que la investigación es la esencia de la institución. En otro caso más se destacó que en la Universidad del Valle está surgiendo un ambiente de investigación alrededor del doctorado con apoyo de Colciencias.

El 46% de los entrevistados señalaron que trabajar en su institución implicaba tolerar algunas desventajas. Un 23% indicó una falta de apoyo institucional claro. Un 8% afirmó que la dedicación a la consecución de fondos es una seria desventaja. Y un 15% denunció el peso de la carga burocrática como una seria barrera a la labor investigativa. El 54% restante no encontró ninguna desventaja en la institución en la que trabajan en la actualidad.

Entre las ventajas mencionadas están las siguientes: la universidad obliga a los investigadores a estar actualizados; existe una relativa libertad de temáticas; existe un ambiente propicio y se reconocen los resultados en carrera y también económicamente; se cuenta con una administración apoya; se cuenta con un cuerpo médico que apoya; la percepción de beneficio económico es clara; hay apoyo explícito; no hay obstáculos para el trabajo; se cuenta con un ambiente intelectual estimulante y existe libertad intelectual; hay respaldo científico.

En cuanto a los reconocimientos que han recibido estos investigadores a lo largo de su trayectoria profesional se cuentan los siguientes:

Premio	62%
Mejoramiento económico	46%
Influencia en la comunidad científica	100%
Influencia en la institución	62%
Aumento de presupuesto para las investigaciones	38%

Sobre el aporte que el artículo top, objeto de esta investigación, tuvo al reconocimiento general de la carrera los entrevistados respondieron del siguiente modo:

El reconocimiento recibido se debe exclusivamente al artículo top	8%
El artículo cambió la trayectoria del investigador	8%
El artículo apenas fue notado	23%
El artículo hace parte de toda una trayectoria	62%

No obstante, todos los investigadores señalaron que en general, estos artículos top, son poco conocidos en Colombia y tienen un mayor reconocimiento internacional.

Finalmente a los entrevistados se les interrogó por las motivaciones para realizar sus investigaciones. Un 46% señaló que se debió principalmente a su deseo de aportar a la teoría. Un 8% de su deseo de aportar soluciones a los problemas del país. Un 23% fue motivado por las dos anteriores. Otro 8% indicó que la motivación era puramente personal. Y un curioso 8% dijo que ninguna, que simplemente las conclusiones habían saltado de los datos, estilo la “eureka” de Newton.

## Conclusiones

Del análisis cualitativo agregado que tenemos en este capítulo de 13 entrevistas podemos matizar dos de las conclusiones del capítulo 3 de este estudio:

1. En cuanto al rol de los científicos entrevistados dentro del SNCyT podemos destacar lo siguiente: primero que todo se apoyan en el SNCyT pero sin duda van más allá, sobre todo en busca de redes internacionales; son tanto líderes de grupos consolidados y adscritos a Colciencias, como investigadores independientes de esa institución; son más reconocidos en el exterior que en Colombia, en general.
2. Es claro que cada área de investigación es diferente. De hecho, la definición de artículo top es sensible a esa diferencia y por eso en la selección aparecen los artículos más citados en términos absolutos y otros que tienen pocas citas (9 o 10), pero que son significativas con respecto a su área.

Se dice, en el capítulo 2 de este informe que las publicaciones son una buena forma de caracterizar a los países: sus universidades, sus grupos, etc.<sup>12</sup> El análisis que acabamos de exponer revela que detrás del indicador hay una diversidad que no se puede ignorar: primero, no solo los profesores universitarios investigan, también hay otro tipo de instituciones donde se hace investigación; segundo, la conexión con redes internacionales no necesariamente implica compromisos institucionales locales; tercero, el reconocimiento nacional y el internacional a menudo divergen.

De este capítulo también se desprende que los científicos más citados del país no están comprometidos con la construcción de redes de investigadores hispanoamericanos. En su lugar, están trabajando principalmente con redes de investigadores norteamericanas y europeas. Esto corrobora la apreciación de algunos estudiosos según la cual en el continente americano el peso específico de los Estados Unidos altera el balance de la región. Esto también se corresponde con la verificada tendencia a la creciente

---

<sup>12</sup> Zambrano, Jaramillo, Forero, Capítulo 2, Discusión Literatura

internacionalización de las redes de investigación.<sup>13</sup> Para nuestro caso, se puede precisar que para hacer ciencia de reconocimiento internacional en Colombia sobre todo hay que tener una sólida red de contactos en el exterior que permitan no solamente la interlocución sino también la consecución de recursos de manera continuada.

---

<sup>13</sup> Wagner y Leydesdorff, (forthcoming)

## **Bibliografía**

Latour, Bruno, *Science in Action*, Open University Press, 1987.

Leydesdorff, Loet, "Theories of citation", en *Scientometrics* 43 (1998) 5-25

Leydesdorff, Loet y Wouters, Paul, "Between Texts and Contexts: Advances in Theories of Citation? (A Rejoinder)", *Scientometrics* 44 (1999) 169-182

Wagner, Caroline and Leydesdorff, Loet, "Mapping Global Science using International Co-authorships: A Comparison of 1990 and 2000", *International Journal of Technology and Globalization* (forthcoming). Recuperado de <http://users.fmg.uva.nl/lleydesdorff/sciencenets/index.htm>.

## **Anexos:**

Anexo 1: tabla de los 26 artículos

Anexo 2: tabla comparativa de los científicos colombianos más citados

Anexo 3: referencia del grupo y el programa de los entrevistados

Anexo 4: entrevista

**Anexo 1: Los 26 artículos escritos por colombianos o por extranjeros en Colombia más citados en el mundo según ISINET, consulta de noviembre de 2003**

Número	Área	Autor Colombia	Institución	Ciudad	No. de autores	No. de citaciones	Año de Publicación
1	Clinical Medicine	Prof. Luis Alberto Tafur	Universidad del Valle	Cali	37	952	1995
2	Physics	Prof. Bernardo Gómez	Universidad de los Andes	Bogotá	403	580	1995
3	Clinical Medicine	Dr. Rodrigo Botero	Clínica Medellín	Medellín	multicéntrico	478	1998
4	Environment/Ecology	Dra. Carolina Murcia	Fundación EcoAndina	Cali	1	285	1995
5	Clinical Medicine	Prof. Luis E. Bravo	Universidad del Valle	Cali	10	249	1996
6	Clinical Medicine	Prof. Francisco Lopera	Universidad de Antioquia	Medellín	17	210	1996
7	Engineering	Prof. Bernardo Gómez	Universidad de los Andes	Bogotá	338	183	1994
8	Clinical Medicine	Dr. Roberto Duarte	Instituto Nacional Cancerológico	Bogotá	multicéntrico	120	1999
9	Geosciences	T. Vanderhammen	Universidad de Amsterdam	Amsterdam, Holanda	2	120	1994
10	Clinical Medicine	Dr. Juan Mesa	Clínica Medellín	Medellín	multicéntrico	118	1998
11	Environment/Ecology	Dr. Myles Fisher	CIAT	Cali	7	117	1994
12	Physics	Prof. Bernardo Gómez	Universidad de los Andes	Bogotá	354	110	1994
13	Clinical Medicine	Dr. Juan Mesa	Clínica Medellín	Medellín	42	99	2000
14	Clinical Medicine	Rodriguez, F	Instituto Neurológico de Bogotá	Bogotá	9	96	1998
15	Clinical Medicine	Gutierrez, O	Universidad Nacional	Bogotá	6	83	1999
16	Agricultural Science	Dr. Steve Beebe	CIAT	Cali	4	78	1996
17	Physics	Stauble-Punpin, B	Universidad Nacional	Bogotá	11	75	1999
18	Clinical Medicine	Dr. Luis E. Bravo	Universidad del Valle	Cali	11	69	2000
19	Plant&AnimalScience	Dra. Pamela Anderson	CIAT	Cali	2	69	1997



<b>Número</b>	<b>Área</b>	<b>Autor Colombia</b>	<b>Institución</b>	<b>Ciudad</b>	<b>No. de autores</b>	<b>No. de citas</b>	<b>Año de Publicación</b>
20	Clinical Medicine	Dr. Alvaro Villanueva	Universidad de Antioquia	Medellín	6	51	2001
21	Geosciences	Guerrero, J	Universidad Nacional	Bogotá	5	31	2001
22	Engineering	Prof. Bernardo Gómez	Universidad de los Andes	Bogotá	369	25	1999
23	Neuro&Behavior	Angulo, MC	Universidad Nacional	Bogotá	7	14	2003
24	Clinical Medicine	Arsitizabal, N; Cuadros, A	Hospital Universitario de Cali	Cali	220	11	2002
25	Environment/Ecology	Dra. Marcela Gómez-Laverde	Fundación Ulama	Bogotá	3	10	2002
26	Computer Science	Prof. Julio César López Hernández	Universidad del Valle	Cali	4	9	2001

**Anexo 2: algunos de los autores colombianos más citados en el mundo según ISINET.**

<b>Número</b>	<b>Nombre Autor</b>	<b>Número de Artículos</b>	<b>SumaDeTimes Cited</b>
1	HU, T	148	5175
2	PATARROYO, ME	136	3020
3	GOMEZ, B	130	2998
5	NEGRET, JP	121	2919
299	CORREA, P	41	2083
314	MUNOZ, N	26	1886
331	TAFUR, L	15	1749
431	RESTREPO, A	93	1114
432	ZARAMA, G	12	1080
513	ROLDAN, JMR	6	792
589	BOTERO, R	5	485
708	BRAVO, LE	11	400
735	LOPERA, F	33	359
764	GUTIERREZ, O	21	304
842	GUHL, F	27	271
891	WASSERMAN, M	22	236
1093	BEEBE, SE	10	156
1107	LOPEZ, J	5	152
1153	FISHER, MJ	3	133
1259	VILLANUEVA, A	4	114
1624	ANDERSON, PK	3	74
3097	MURCIA, C	3	29
4779	GOMEZ-LAVERDE, M	3	15
15723	ZYDA, M	1	0

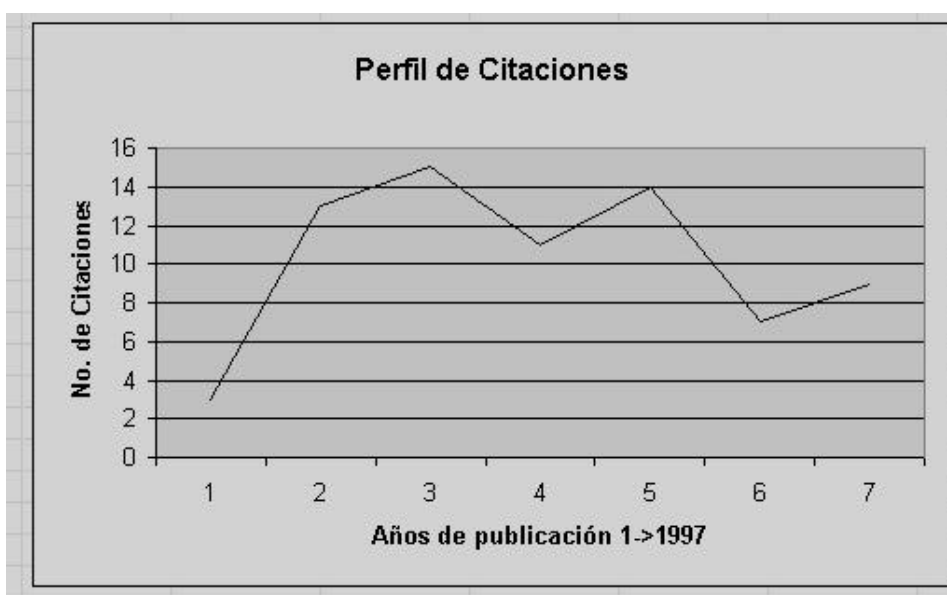
Este listado es el resultado de una consulta a la base de datos de ISINET en noviembre de 2003. Como lo muestra el primer y el último registro de la lista, en ella aparece todos los autores (del mundo), de los artículos en los que hay colombianos. Se tomó la lista de 15723 autores como base. Esto afecta el número o posición en el que aparecen los autores colombianos. En esta lista aparecen varios científicos colombianos de renombre que no están en la lista de los 25 artículos top: Patarroyo, ME; Restrepo, A; Guhl, F; Wasserman, M. Sin embargo, esta selección no es exhaustiva y con seguridad hay muchos más científicos colombianos que aparecen en la lista completa. Este cuadro es indicativo. Se presenta para demostrar las limitaciones del ranqueo de artículos top que hace ISINET de acuerdo a la definición de *top article* que adopta.

**Anexo 3: científicos entrevistados, programas de conocimiento y perfil de citaciones de sus artículos.**

1. AFLP analysis of gene pools of a wild bean core collection, Crop Science, 1996

No. de Autores: 4

No de Citaciones: 78



Autores colombianos: Steve Beebe produjo el artículo siendo investigador del CIAT; su país de origen es Estados Unidos; Delkin Orlando González era estudiante cuando colaboró en el artículo.

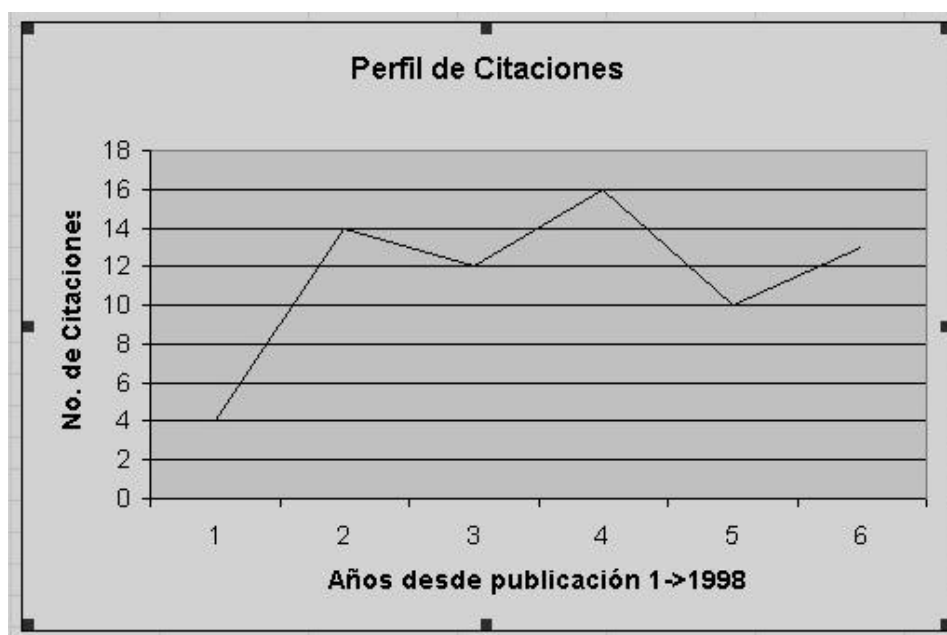
Reseña del artículo y del grupo que lo produjo:

Este artículo surge de aplicar una nueva metodología al análisis de unos datos sobre fríjol. La nueva metodología fue aportada por uno de los coautores. Las observaciones y análisis fueron realizados por el resto. Los datos fueron trabajados por un estadístico. El trabajo hace parte de la labor regular como investigador del Dr. Beebe en el CIAT.

2. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the western hemisphere, Plant Disease, 1997

No. de Autores: 2

No de Citaciones: 69



Autores colombianos: Pamela Anderson produjo el artículo siendo investigadora del CIAT; su país de origen es Estados Unidos

Reseña del artículo y del grupo que lo produjo:

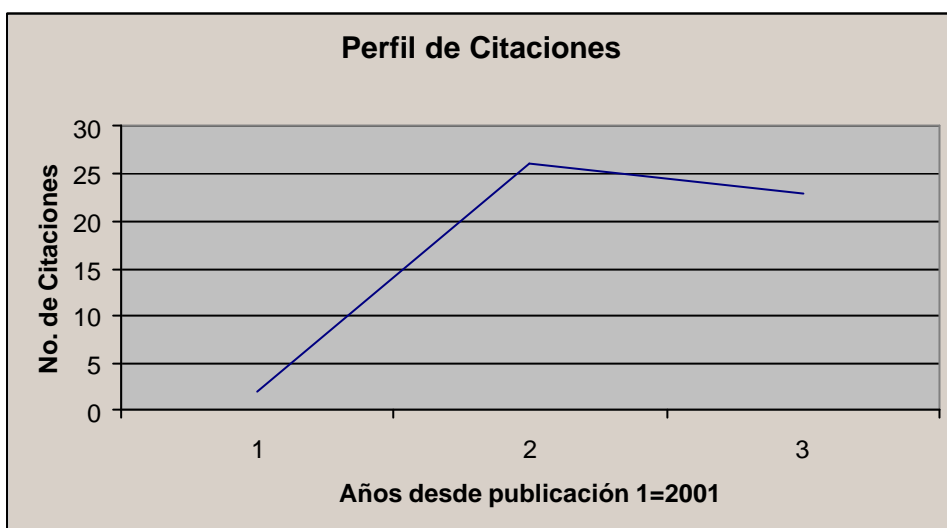
Este artículo fue producido por las autoras a petición de la revista. Se requería una revisión de la producción en el área. El aporte de la Dra. Anderson incluyó la traducción al mundo de habla inglesa los hallazgos que solo se habían reportado en español. El área en el que se inscribe este artículo es de mucha vigencia en el momento ya que reporta sobre las relaciones entre las enfermedades de plantas y los vectores que las producen. En este momento el mundo entero se enfrenta a enfermedades nunca antes vistas y en una escala

alarmante. El artículo recopila y sintetiza los más hallazgos más relevantes que hay en la investigación del tema.

3. A randomized double-blind study of caspofungin versus amphotericin for the treatment of candidal esophagitis, Clinical Infectious Diseases, 2001

No. de Autores: 6

No de Citaciones: 51



Autor colombiano: Álvaro Villanueva, médico fundador de la Fundación Preventio en Barranquilla

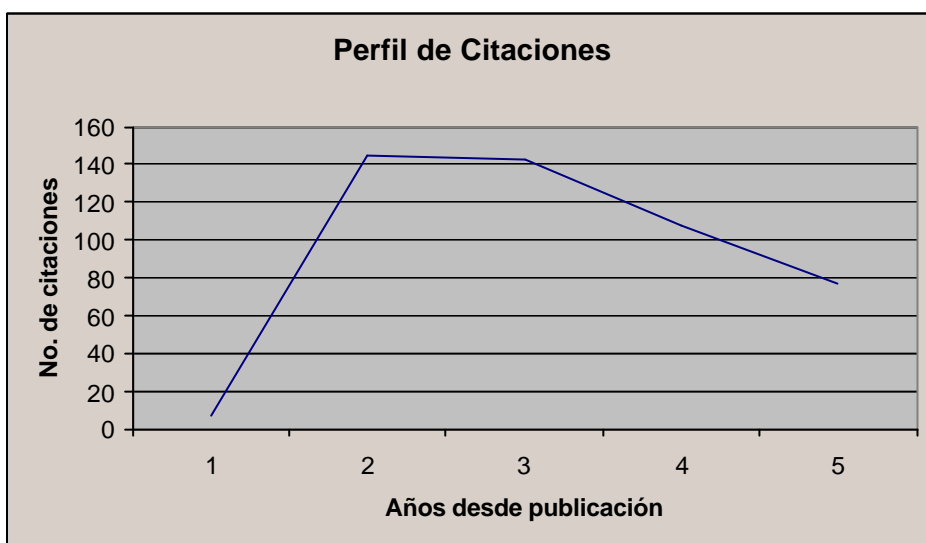
Reseña del artículo y del grupo que lo produjo:

Este artículo surge de una colaboración entre el Dr. Villanueva y un grupo de médicos de la Universidad de Harvard. Se trataba de probar un medicamento en distintos pacientes: es decir, es una prueba de fase 3. Aunque la institución que aparece en el artículo es la Universidad de Antioquia, el entrevistado aclaró que esto se debió a un error, ya que el desarrollo no se hizo en dicha institución.

4. Inhibition of the platelet glycoprotein IIb/IIIa receptor with tirofiban in unstable angina and non-Q-wave myocardial infarction, New England Journal of Medicine, 1998

No. de Autores: más de 303

No de Citaciones: 478



Autores colombianos: Rodrigo Botero

Reseña del artículo y del grupo que lo produjo:

Este es un estudio multicéntrico de prueba de un medicamento para tratar el infarto. Se trata de un desarrollo de la compañía farmacéutica Merck. El estudio multicéntrico consiste en probar la droga en diversos centros médicos del mundo. Esto se hace mediante una técnica denominada “doble ciego”. Esto significa que ni el médico ni el paciente sabe si está administrando/tomando la droga en sí o un placebo. Mediante el análisis estadístico de los resultados se determina la eficacia del medicamento. Es lo que se denomina un experimento de fase 3, es decir, un experimento en seres humanos que cumple las condiciones mundiales especificadas. La droga en prueba estaba diseñada para romper el

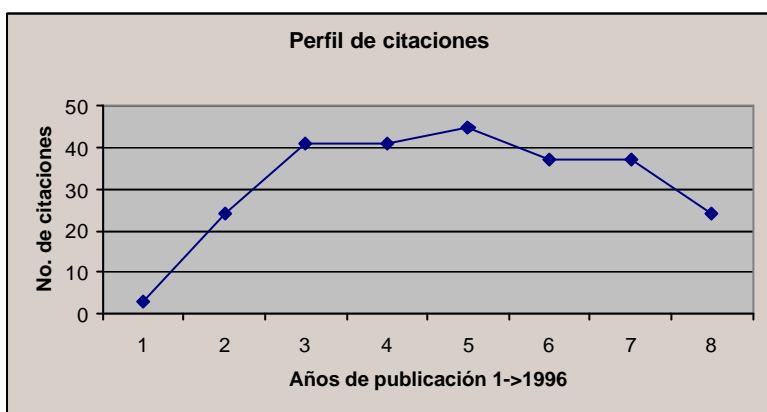


tapón de grasa que obstruye la arteria que va al corazón en el infarto. La administra un hemodinamista, es decir, un médico especializado en llegar a la arteria taponada cuando se presenta el infarto. En este caso, la Clínica de Medellín, de la cuál es socio el Dr. Botero, fue uno de los más de 300 centros del mundo donde se probó con éxito el medicamento en cuestión.

5. Inducible nitric oxide synthase, nitrotyrosine, and apoptosis in *Helicobacter pylori* gastritis: Effect of antibiotics and antioxidants, *Cancer Research*, 1996

No. de Autores: 10

No de Citaciones: 249

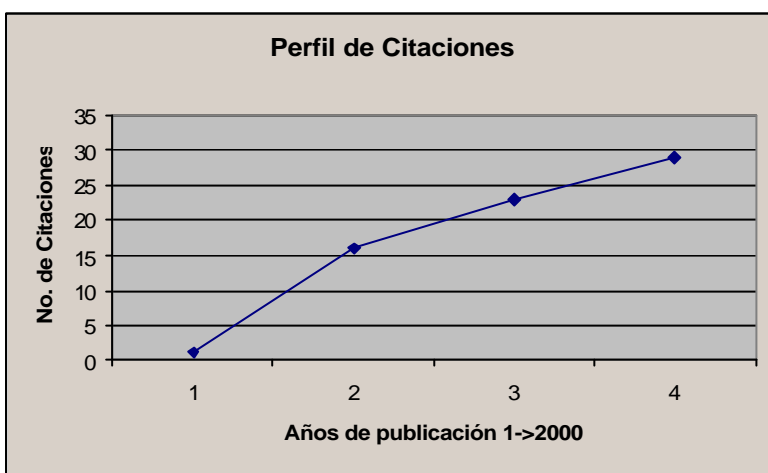


Autores colombianos: Luis E. Bravo de la Univesidad del Valle y Pelayo Correa de la Universidad de Louissiana, Estados Unidos.

6. Chemoprevention of gastric dysplasia: Randomized trial of antioxidant supplements and anti-Helicobacter pylori therapy, Journal of the National Cancer Institute, 2000

No. de Autores: 11

No. de Citaciones: 69



Autores colombianos: Luis E. Bravo y Juan C. Bravo de la Universidad del Valle y Pelayo Correa de la Universidad de Louisiana, Estados Unidos.

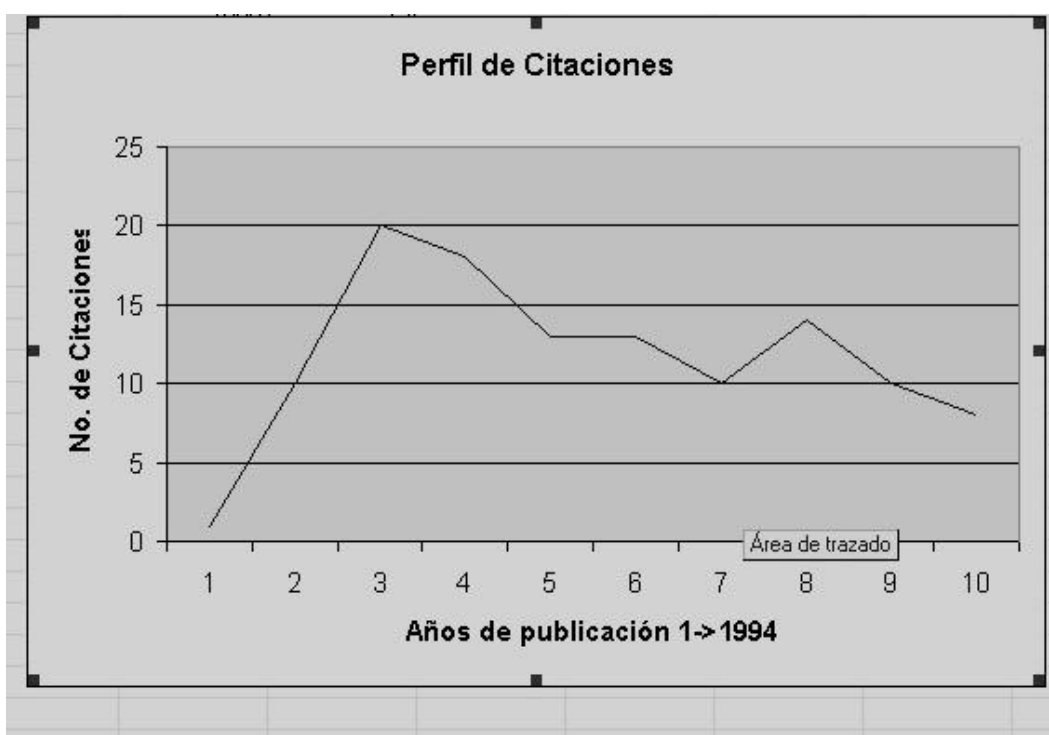
Reseña del artículo y del grupo que lo produjo:

El Registro de Cáncer de la Universidad del Valle es sin duda uno de las fuentes de información más antiguas y ricas en datos de toda América Latina. Los doctores Bravo hacen parte de una red de investigadores financiada de manera continua por el National Health Institute de los Estados Unidos. Este grupo ha tenido un importante liderazgo del Dr. Pelayo Correa, fundador del registro en 1962, y quién salió de la Universidad del Valle a continuar sus investigaciones en Estados Unidos.

7. Carbon Storage by Introduced Deep-Rooted Grasses in the South-American Savannas, Nature, 1994

No. de Autores: 7

No de Citaciones: 117



Autores colombianos: Myles Fisher produjo el artículo siendo investigador del CIAT; su país de origen es Australia

Reseña del artículo y del grupo que lo produjo:

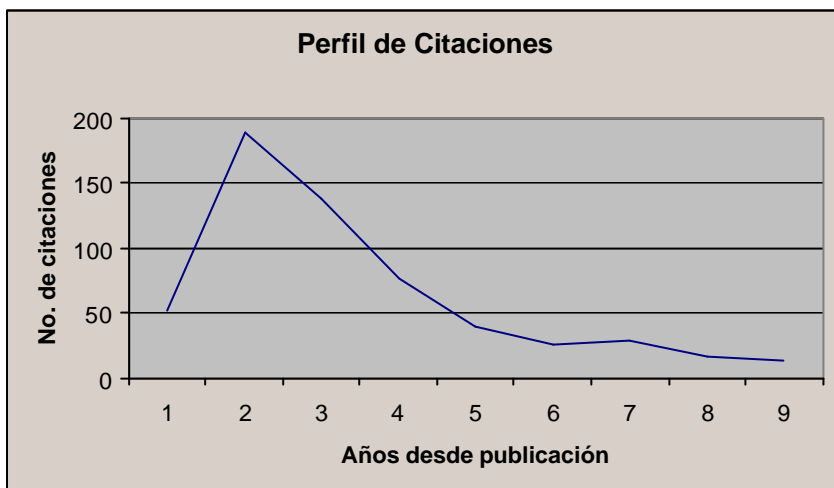
Según el entrevistado, este artículo surgió de unos datos recolectados por un grupo de investigación de CIAT en pastos de los Llanos Orientales. El estudio original no tenía nada que ver con retención de carbón. Sin embargo, cuando el Dr. Fisher vió los datos, estos le “revelaron” un hecho científico muy importante: a diferencia de los pastos de las zonas

templadas, los pastos tropicales retienen carbón en las raíces profundas. Este hecho es muy significativo para el tema de las emisiones de carbono a la atmósfera. Podría significar que los pastos tropicales actúan como sumideros de carbono.

8. Observation of the Top-Quark, Physical Review Letters, 1995

No. de Autores: 403

No de Citaciones: 580



Autores colombianos: Bernardo Gómez, Juan Pablo Negret y José Rolando Roldán, del grupo de Altas Energías, de la Universidad de los Andes.

9. The DO Detector DO Collaboration, Nuclear Instruments & Methods In Physics Research Section A-Accelerators Spectrometers Detectors And Associated Equipment, 1994

No. de Autores: 11

No. de Citaciones: 338



Autores colombianos: ninguno.

10. Search For The Top-Quark In P(P)Over-Bar Collisions At Root-S=1.8 Tev, Physical Review Letters, 1994

No. de Autores: 354

No de Citaciones: 110



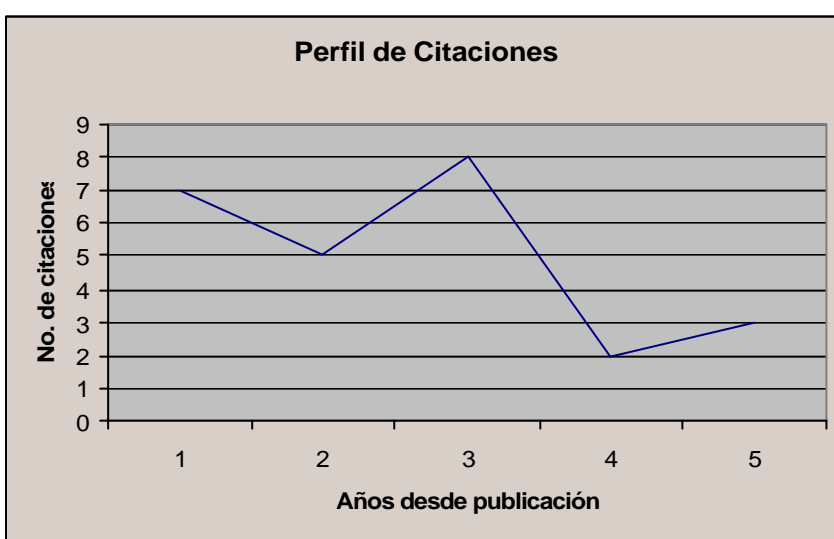
Autores colombianos: Bernardo Gómez y Juan Pablo Negret, del grupo de Altas Energías, de la Universidad de los Andes.



11. Determination of the absolute jet energy scale in the DO calorimeters, Nuclear Instruments & Methods In Physics Research Section A-Accelerators Spectrometers Detectors And Associated Equipment, 1999

No. de Autores: 369

No. de Citaciones: 25



Autores colombianos: Bernardo Gómez y Juan Pablo Negret, del grupo de Altas Energías, de la Universidad de los Andes.

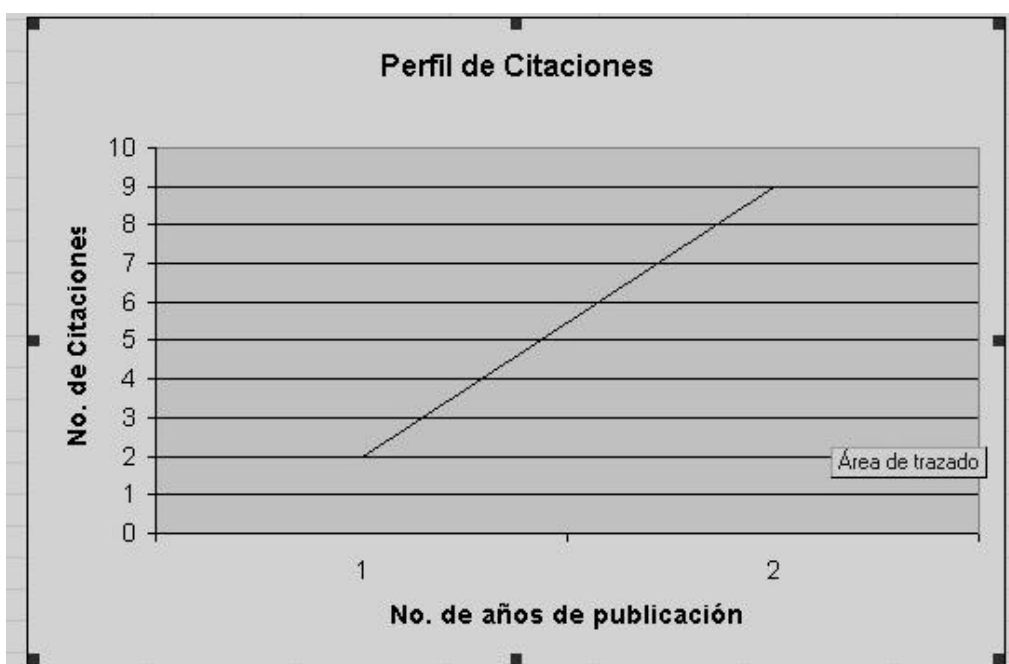
Reseña de los artículos y del grupo que lo produjo:

El grupo de Altas Energías de la Universidad de los Andes ha colaborado desde hace más de 20 años con la red mundial que trabaja en la física de partículas subatómicas. Esta colaboración surgió gracias al reclutamiento en toda América Latina de físicos para participar en la red. Los ensayos se realizaron en Fermilab y en 1994 dieron con los resultados que confirmaron la existencia del top quark, predicho por la teoría. Los artículos publicados en las revistas de física dan cuenta del hallazgo científico. Los artículos de ingeniería dan cuenta de los instrumentos, principalmente del acelerador de partículas.

12. Geographical distributions of spiny pocket mice in South America: insights from predictive models, *Global Ecology and Biogeography*, 11:131-141, 2002

No. de Autores: 3

No de Citaciones: 10



Autores colombianos: Marcela Gómez-Laverde

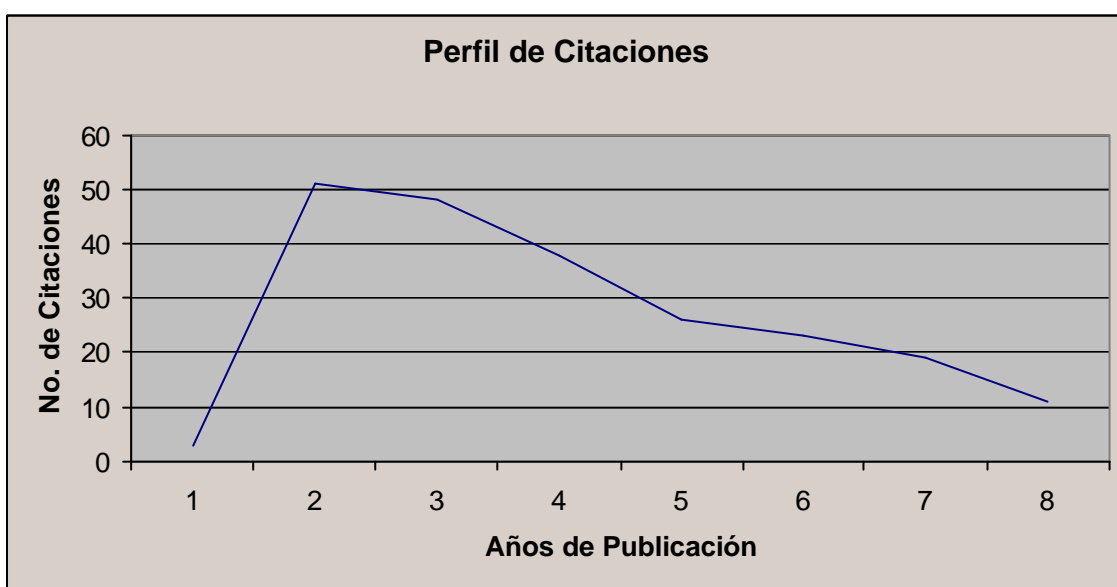
Reseña del artículo y del grupo que lo produjo:

La Dra. Marcela Gómez-Laverde entró en contacto con sus coautores gracias a las redes de contactos de las universidades Nacional y Andes en Estados Unidos. El Dr. Anderson realizó en Colombia una serie de estudios sobre distribución de especies en la geografía. La Dra. Gómez-Laverde colaboró en el análisis de los datos. La Dra. Gómez-Laverde cursa en este momento sus estudios doctorales en la Universidad Nacional de Colombia.

13. The E280A presenilin 1 Alzheimer mutation produces increased A beta 42 deposition and severe cerebellar pathology, Nature Medicine, 1996

No. de Autores: 17

No de Citaciones: 210



Autores colombianos: Francisco Lopera, (escuchar casete)

Reseña del artículo y del grupo que lo produjo:

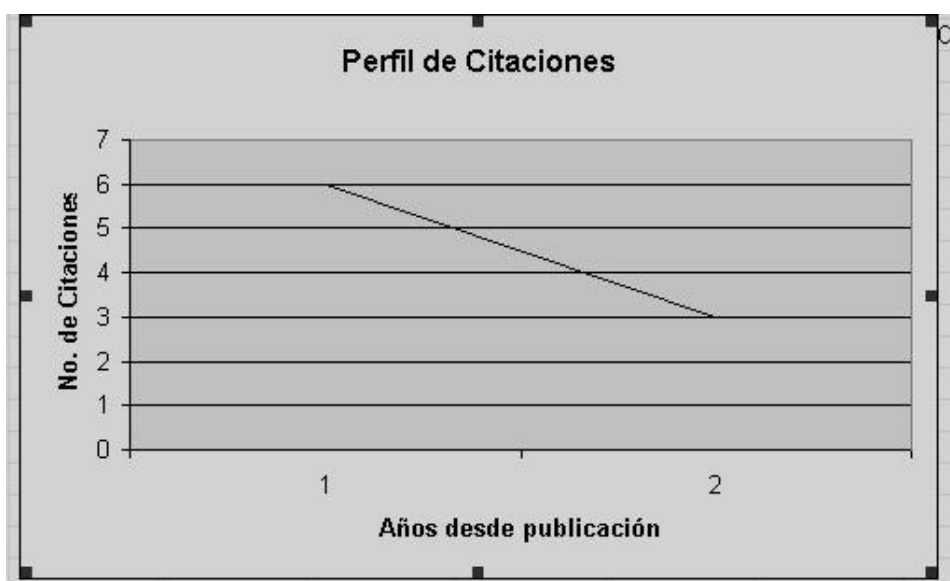
Este artículo es el resultado del trabajo colaborativo entre el grupo de Neurociencias de la Universidad de Antioquia y algunos colegas de la Universidad de Harvard y otras instituciones. El grupo de Colombia tenía un registro muy valioso de unas familias colombianas que presentaban unos cuadros históricos del Alzheimer. Investigadores de la Universidad de Harvard vieron en esta información una importante fuente para la caracterización del gen que causa el Alzheimer. Este grupo alcanzó a estar en la competencia por este descubrimiento y la perdió. Según el entrevistado, era cuestión de

meses para que se pudiera identificar el gen que causa esta enfermedad. Perdido el premio mayor, los investigadores se dedicaron a caracterizar una mutación específica del gen. Sobre esta caracterización versa el artículo citado internacionalmente.

14. Software implementation of the NIST elliptic curves over prime fields, Topics In Cryptology Ct-Ras, 2001

No. de Autores: 4

No de Citaciones: 9



Autor colombiano: Julio C. López, profesor de la Universidad del Valle

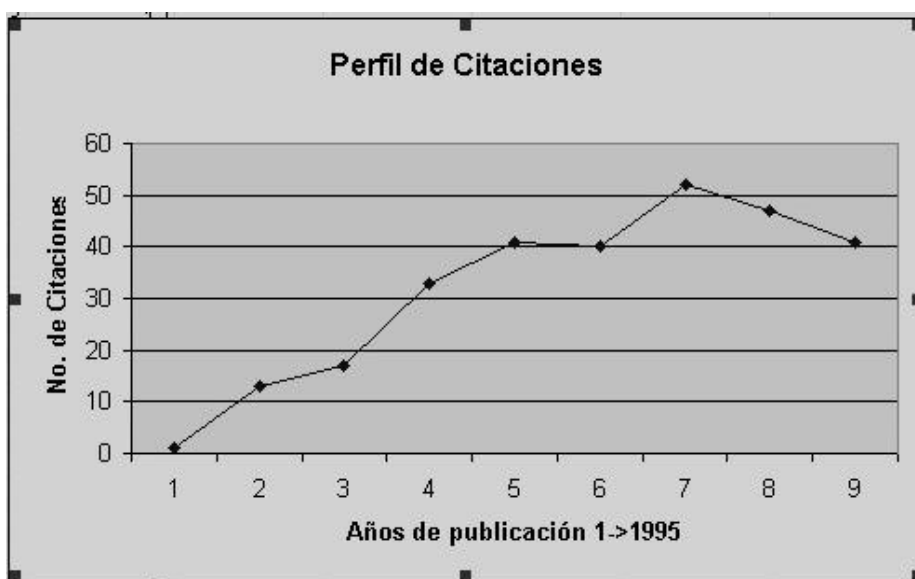
Reseña del artículo y del grupo que lo produjo:

Este artículo surge de la investigación doctoral del Profesor López. Su interés en la Ingeniería de Sistemas y las Ciencias de la Computación lo llevaron muy pronto a interesarse por los temas de criptografía. En el curso de sus estudios doctorales entró en contacto con el líder mundial en criptografía de curvas elípticas. Este tipo de encriptación es importante para aplicaciones como el voto electrónico o los mensajes de texto entre teléfonos celulares.

15. Edge Effects In Fragmented Forests - Implications For Conservation, Trends in Ecology and Evolution, 1995

No. de Autores: 1

No de Citaciones: 285



Autores colombianos: Carolina Murcia

Reseña del artículo y del grupo que lo produjo:

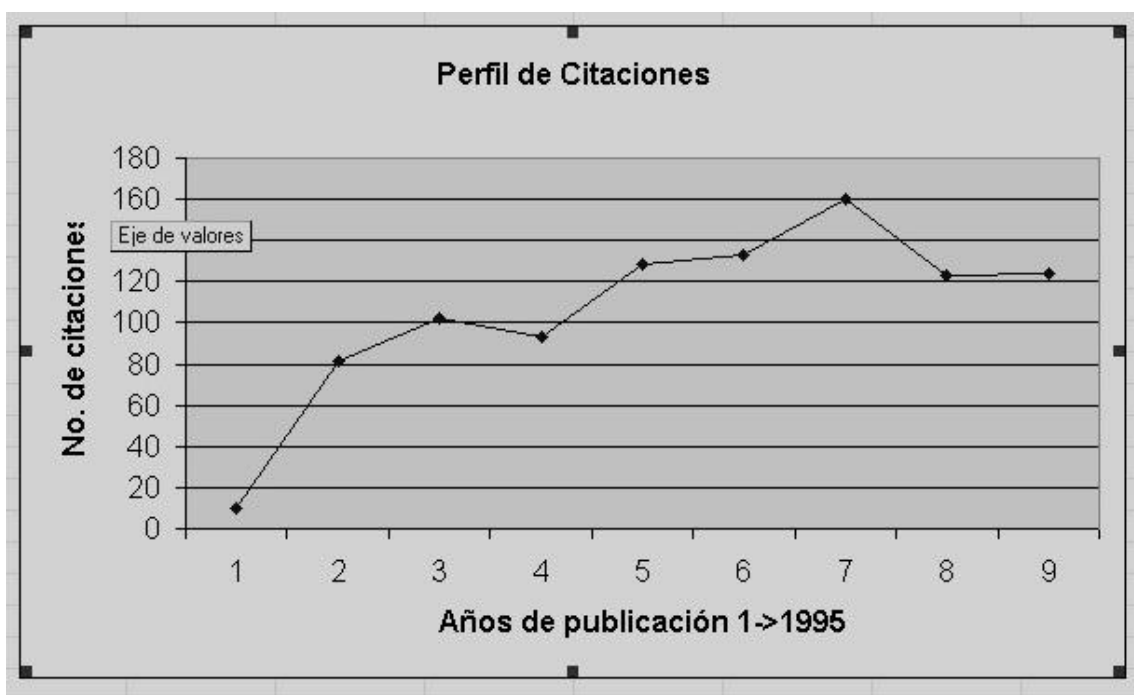
La Dra. Murcia realizó sus estudios de doctorado en la Universidad de Florida en Gainesville, Estados Unidos. Su tesis doctoral trató el caso de los efectos de borde en bosques tropicales de montaña. El trabajo de campo de esta investigación lo realizó en Colombia. Se trató de analizar los efectos que ocurren sobre la porción de bosque que permanece una vez se recorta: por ejemplo para convertir terreno para la agricultura o para el tendido de torres de transmisión de electricidad. En el contexto de este trabajo sus asesores solicitaron una revisión del estado del arte sobre efectos de borde y conservación.

La Dra. Murica realizó esta revisión de la literatura existente. De vuelta en Colombia, al frente de la fundación Ecoandina en Cali, la Dra. Mucia publicó esta revisión.

16. Prevalence Of Human Papillomavirus In Cervical-Cancer - A Worldwide Perspective, Journal of the National Cancer Institute, 1995

No. de Autores: 37

No de Citaciones: 952



Autores colombianos: Luis A. Tafur de la Univesidad del Valle y Nubia Muñoz de la Agencia Internacional de Investigación en Cáncer - IARC

Reseña del artículo y del grupo que lo produjo:

Este artículo es la síntesis de años de investigación coordinados por IARC para determinar la posible relación causal entre el virus del papiloma humano y el cáncer. Este artículo establece formalmente el hecho científico. Sus autores son las cabezas de grupos de investigación en Europa y América Latina, especialmente Colombia, que han trabajado el tema durante años. El programa de investigación comenzó cuando se notó que el cáncer



cervical en Colombia tenía una prevalencia nueve veces superior a España. Se organizó entonces un estudio comparativo de condiciones en varias partes del mundo. Este artículo es una revisión de los resultados más significativos de toda la investigación y establece la relación causal. Según el entrevistado, este artículo es paso obligado para cualquier investigador en el mundo que quiera trabajar cáncer cervical y sus posibles causas. La Dra. Nubia Muñoz trabajó muchos años en la Universidad del Valle en investigación en cáncer. Dadas sus cualidades como científica y líder llegó a ser Directora de Estudios de Terreno de la IARC. Desde esta posición ha ejercido un importante liderazgo en investigación de cáncer.

**Anexo 4: Entrevista: los artículos colombianos de mayor reconocimiento internacional**

Objetivo 1: La encuesta va a construir los hechos estilizados de cómo se producen artículos top en Colombia.

Objetivo 2: Mostrarle a los investigadores jóvenes las claves del oficio de publicar artículos top.

Objetivo 3: Hacer público en el país estos reconocimientos internacionales.

**Capítulo 1: el científico y la comunidad**

1.1. ¿Cuántas personas participaron en el artículo?

a. No. de coautores \_\_\_\_

b. No. de asistentes \_\_\_\_

c. No. de laboratoristas y técnicos \_\_\_\_

d. Otros \_\_\_\_ ¿Quiénes son?

---

---

---

1.2 De los coautores: ¿Qué porcentaje del tiempo pasó usted con ellos personalmente y qué porcentaje trabajó usted por su cuenta?

Trabajo presencial con coautores \_\_\_\_%

Trabajo individual \_\_\_\_%

1.3. ¿Habría sido posible realizar este trabajo en forma totalmente virtual?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

---

---

---

1.4. Si su respuesta anterior es Si, ¿piensa que ello es posible porque anteriormente usted ya los conocía o cree que no es necesario conocer personalmente a los coautores para trabajar con ellos? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

---

---

---

1.5. ¿Qué niveles jerárquicos hay entre los coautores?

a. Son jefe y subordinado \_\_\_\_

b. Son profesor y estudiante \_\_\_\_

c. Son líder académico y miembro de “colegio invisible” \_\_\_\_

d.

Otro: \_\_\_\_\_

---

---

1.6. ¿Quién puede considerarse como cabeza del grupo?

---

---

---

1.7. ¿Cómo se escogió el orden en que aparecen los coautores?

a. alfabético

b. el líder del grupo y luego los demás en orden jerárquico

c. en el orden de los aportes hechos a este artículo

d. Otro

---

---

---

1.8. ¿Hay estudiantes o asistentes como coautores? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

1.9. ¿Cómo es la práctica de incluir asistentes o estudiantes como coautores en su disciplina o comunidad internacional?

---

---

---

1.10. ¿Cómo es la relación entre su grupo local y sus coautores?

---

---

---

1.11. Sobre los asistentes de investigación: ¿quiénes son?

- a. Colegas profesores o investigadores \_\_\_\_
- b. Investigadores de planta \_\_\_\_
- c. Estudiantes de Pregrado \_\_\_\_
- d. Estudiantes de Maestría \_\_\_\_
- e. Estudiantes de Doctorado \_\_\_\_
- f. Otros \_\_\_\_\_

1.12. ¿Cuántos asistentes tiene? \_\_\_\_\_

1.13. ¿Cuántas personas están vinculadas a su trabajo en la actualidad? \_\_\_\_\_

1.14. ¿Cuál es la estructura de su equipo de trabajo?

- a. Un individuo
- b. Un profesor con uno o varios estudiantes
- c. Dos o más profesores sin estudiantes
- d. Un grupo formalmente establecido con jerarquías
- e. Un grupo de investigadores de misma jerarquía sin estudiantes

f. Un grupo de investigadores de misma jerarquía con estudiantes

g. Otro: \_\_\_\_\_

1.15. ¿Cómo era su equipo cuando usted escribió el artículo top?

---

---

---

---

---

---

---

## Capítulo 2: el área, sus líderes y sus relaciones académicas

2.1. ¿Considera usted que su artículo está bien clasificado en esta área? Si \_\_\_ No \_\_\_

---

---

---

2.2. ¿Cómo definiría la subárea en donde está su artículo top?

---

---

---

2.3. ¿Quiénes son los autores más destacados de esta subárea?

---

---

---

2.4. ¿A cuál o cuáles de ellos cita en su artículo?

---

---

---

2.5. ¿Quiénes de ellos han citado este u otro artículo suyo?

<hr/> <hr/> <hr/>
-------------------

2.6. ¿Qué relación personal y/o académica tiene usted con esos autores más destacados de la subárea?

<hr/> <hr/> <hr/>
-------------------

2.7. ¿Hay división del trabajo o de funciones entre los coautores? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

2.8. ¿Cómo es esta división?

<hr/> <hr/> <hr/>
-------------------

2.9. ¿Existe algún investigador de reconocimiento mundial que lo haya apoyado a usted en forma permanente?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Nombres: \_\_\_\_\_

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
-------------------------------

2.10. ¿Alguno de ellos fue su profesor? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

<hr/> <hr/> <hr/>
-------------------

2.11. Si no, ¿cómo lo conoció?

---

---

---

2.12. ¿Son todos los que lo apoyan a usted académicamente del mismo círculo o de distintos?

---

---

---

2.13. ¿Conforma usted y sus coautores algún grupo formal o informal, pero de carácter permanente? Si\_\_\_ No\_\_\_ ¿Cómo se llama?\_\_\_\_\_

2.14. ¿Cómo accedió usted a ese grupo?

- a. por haber ellos conocido sus trabajo en un congreso
- b. porque en ese grupo está alguien que fue su profesor
- c. porque conocieron publicaciones suyas y lo invitaron a participar
- d. otro

---

---

---

2.15. ¿Qué esfuerzos especiales o extraordinarios implicó para usted acceder a este grupo de trabajo?

---

---

---

2.16. ¿Qué esfuerzos permanentes le significa a usted mantener su presencia en ese grupo?

---

---

---

2.17. ¿Considera usted que sus esfuerzos para acceder y mantener su vinculación son superiores a los que habría tenido que hacer un investigador de un país europeo o norteamericano? Si\_\_\_ No\_\_\_

2.18 Describa esos esfuerzos adicionales:

---

---

---

---

---

---

### Capítulo 3: Programa de conocimiento

3.1. ¿Cómo sintetizaría usted el programa de investigación de largo plazo dentro del cuál se inscribe su artículo top?

---

---

---

---

---

---

3.2. ¿Su instituto, departamento o sección se creó para investigar ese programa? Si\_\_\_  
No\_\_\_



3.3. ¿Es estándar que muchos países tengan un instituto sobre el programa? Si \_\_\_ No \_\_\_

3.4. ¿En el exterior hay institutos, pero en Colombia hay solo su grupo? Si \_\_\_ No \_\_\_

3.5. ¿Es su grupo el único en Colombia que trabaja este programa? Si \_\_\_ No \_\_\_

3.6. ¿Cuáles son los otros si los hay?

\_\_\_\_\_

3.7. ¿Dónde se originó ese programa de investigación de largo plazo?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3.8. ¿Quién o quiénes lo originaron?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3.9. ¿En qué año aproximadamente se originó? \_\_\_\_\_

3.10. ¿Cuándo se comenzó a trabajar en él en Colombia? \_\_\_\_\_

3.11. ¿Quiénes lo iniciaron en Colombia?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3.12. ¿Cuándo comenzó usted a trabajar en él en Colombia?

\_\_\_\_\_

3.13. ¿Cree que su trabajo abrió una línea específica dentro de ese programa de largo plazo? \_\_\_ o ¿cree que su trabajo está dentro de una línea previamente fundada? \_\_\_\_\_

---

---

---

3.14. ¿Es el único programa de investigación en el que usted investiga? Si \_\_\_ No \_\_\_

3.15. ¿Cuáles son lo o tros?

---

---

---

---

3.16. ¿Qué vínculo profundo cree usted que hay entre los distintos programas de investigación de largo plazo en que usted participa?

---

---

---

---

3.17. ¿Está usted formando estudiantes y jóvenes investigadores en estos programas de conocimiento? Detalle su respuesta

---

---

---

#### Capítulo 4: recursos

4.1. ¿Con qué fuentes de financiación ha contado usted a lo largo de su trayectoria?

- a. Colciencias
- b. Su institución

c. Algún ministerio: \_\_\_\_\_

d. Fuentes extranjeras: \_\_\_\_\_

e. Donaciones nacionales: \_\_\_\_\_

f. Donaciones internacionales: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4.2. ¿En qué porcentaje estima, aproximadamente y en promedio, el gasto que sus proyectos de investigación se hace en los siguientes rubros:

a. compra de información, acceso a bases de datos, suscripción a revistas, etc. \_\_\_\_\_

b. compra de equipos \_\_\_\_\_

c. viajes \_\_\_\_\_

d. pagos de personal \_\_\_\_\_

4.3. ¿De alguna manera sus coautores y colegas científicos del exterior le ayudan a reducir:

a. los costos de acceso a la información? Si \_\_\_ No \_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b. la compra de equipos? Si \_\_\_ No \_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

c. los viajes? Si \_\_\_ No \_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4.4. ¿Considera usted que ha tenido financiación suficiente?

Si \_\_\_ No \_\_\_

---

---

---

4.5. Podría usted haber progresado más rápidamente si hubiese contado con una mayor financiación? \_\_\_\_, o ¿cree que el ritmo de la investigación lo ha determinado otros aspectos? \_\_\_\_

---

---

---

¿Cuánto tiempo gastó en cada una de las fases de la investigación que produjo se artículo:

4.6. En el diseño \_\_\_\_\_

4.7. En la parte experimental \_\_\_\_\_

4.8. En la redacción \_\_\_\_\_

4.9. En la revisión \_\_\_\_\_

4.10. ¿Qué tiempo estima que gastaron los coautores? \_\_\_\_\_

4.11. ¿Usted a quienes cita en general?

a. \_\_\_\_\_

b. \_\_\_\_\_

c. \_\_\_\_\_

4.12. ¿Cuáles son sus criterios para escoger a quiénes cita?

---

---

---

4.13. ¿Cómo fue la relación con los árbitros de este artículo top?

---

---

---

4.14. ¿Cuánto tiempo se gastó en las correcciones sugeridos por ellos? \_\_\_\_Horas  
\_\_\_\_Dias \_\_\_\_Semanas \_\_\_\_Meses

4.15. ¿Cómo escogió el journal?

---

---

---

4.16. ¿Cuántas veces lo sometió a journals? \_\_\_\_

4.17. ¿Cambió el journal en donde lo iba a publicar inicialmente? Si\_\_No\_\_  
¿por qué?

---

---

---

### Capítulo 5: impacto internacional e interlocutor

5.1. ¿Qué comunidad de lectores visualiza usted cuando escribe?

---

---

5.2. ¿Quién es el usuario final del conocimiento que contribuye a construir?

---

---

---

5.3. ¿Por qué lo citan? Puede seleccionar varias:

a. Porque el artículo abrió una nueva temática

- b. Resolvió un problema de esa comunidad específica
- c. Porque sus resultados han servido para construir otros resultados importantes
- d. Porque el conocimiento que ha desarrollado tiene muchas aplicaciones
- e. Porque el artículo crea un método de utilidad para muchas investigaciones
- f. Porque cuestionó un paradigma dominante a partir de observaciones específicas del medio colombiano

g. Otras:

1: \_\_\_\_\_

2: \_\_\_\_\_

3: \_\_\_\_\_

5.4. ¿Cómo interpreta el perfil de citas de su artículo en el tiempo? (se presenta el perfil)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Capítulo 6: impacto nacional e institución**

6.1. ¿En qué tipo de institución trabaja?

- a. universidad
- b. institutos públicos de investigación científica
- c. institutos públicos de desarrollo tecnológico
- d. establecimientos de servicio público
- e. institución gremial
- f. centro privado
- g. unidades de promoción y coordinación

6.2. ¿Con qué apoyos contó en su institución para la producción?

a. Apoyo financiero directo para la investigación

b. Apoyo financiero para viajes

c. Descarga

d. Tiempo

e. Asistentes

f. Otro:

---

---

---

---

6.3. ¿En su institución existe un sistema de incentivos económicos? Si \_\_\_ No \_\_\_

6.4. Descríbalo brevemente:

---

---

---

6.5. ¿Qué señales favorables al trabajo científico recibió en su institución?

---

---

---

6.6. ¿Qué ventajas y desventajas reconoce en el tipo de organización donde usted trabajó su artículo?

---

---

---

6.7. ¿Qué reconocimiento ha tenido su trabajo científico en Colombia? (no solo el artículo top)

a. Premio

b. Mejoramiento económico

c. Influencia en la comunidad

d. Influencia en su institución

e. Aumento de presupuesto para sus investigaciones

f. Otro \_\_\_\_\_

6.8. ¿Cuál cree que ha sido la contribución específica de su artículo top al reconocimiento general que usted ha recibido?

a. El artículo top explica todo el reconocimiento que usted ha recibido en Colombia

b. Cambió su trayectoria como investigador

c. El artículo top apenas fue notado

d. Otro: \_\_\_\_\_

6.9. Su artículo fue principalmente motivado por:

a. Una situación social política pública, problemática nacional o local, etc.

b. Su deseo de aportar a la teoría

6.10. ¿Considera usted que riñen la excelencia y la pertinencia al hacer ciencia en Colombia?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## **INTERACCIÓN ENTRE CAPITAL HUMANO, CAPITAL SOCIAL Y CAPITAL INTELECTUAL, EN EL CONTEXTO DEL NUEVO CONTRATO SOCIAL**

**Por:**

**Bibiana Gutiérrez Sepúlveda  
Y  
Hernán Jaramillo Salazar**

La concepción de los actores de ciencia y tecnología ha venido cambiando y adaptándose a las nuevas necesidades de los grupos, individuos e instituciones ligados a la investigación. La actividad científica y tecnológica ya no es un asunto exclusivo de los agentes productores de conocimiento. Ya que en ella se ven involucradas las comunidades científica y académica, la industria, la sociedad y el gobierno.

Por lo tanto, al evaluar el impacto de los programas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología sobre los ámbitos de la producción científica, la producción tecnológica y las políticas públicas, se debe tener en cuenta la interrelación de los agentes que participan en la producción de conocimiento, así como los nuevos objetivos de la investigación y de sus actores. Sin embargo para un análisis de este tipo, en especial en un país en desarrollo, es preciso resaltar que al tiempo con los cambios que vienen acompañando las nuevas necesidades de las sociedades, las relaciones entre los actores de la actividad investigativa han venido cambiando.

Es evidente que la comunidad científica y académica, la industria, el gobierno y la sociedad civil, están relacionados en lo correspondiente a la investigación científica y al desarrollo tecnológico. Por su carácter de instituciones sociales, estos actores están conformados por individuos, grupos e instituciones, relacionados entre sí, que crean a su vez un espacio favorable o no para la investigación, espacio en el cual se determinan los campos temáticos de la investigación, los tipos de financiación, las aplicaciones y los usos de sus resultados, y los impactos sobre los mismos agentes y sobre sus relaciones.

Entonces es posible evaluar la relación de los actores que participan en la producción científica y tecnológica desde la perspectiva de los individuos, los grupos,

las entidades y las instituciones que los integran. Una mejor evaluación de los impactos de la investigación sobre los ámbitos mencionados anteriormente, requiere la realización de un análisis que involucre el estudio de los capitales humano, social e intelectual, ligados directamente con los individuos, las organizaciones y las relaciones entre los mismos. En otras palabras, el sistema de innovación se puede evaluar a través de los impactos sobre la formación, transferencia y/o destrucción del capital humano, el capital social y el capital intelectual.

En este análisis nos proponemos aproximarnos a una línea de evaluación de impactos a través de los capitales humano, intelectual y social a la luz de lo que se denomina como “el nuevo contrato social de la ciencia”.

Para su desarrollo, este trabajo se ha dividido en siete grandes temas. En el primero, se presenta una breve definición de conocimiento y de los tipos de conocimiento. En el segundo punto se definen los conceptos de conocimiento, capital humano, social e intelectual. El tercer tema muestra las relaciones entre conocimiento y los tres tipos de capital. En la cuarta parte se presentan las relaciones uno a uno que se reconocen entre los capitales humano, intelectual y social. El quinto es una exposición acerca del nuevo contrato de la ciencia y sus implicaciones sobre la evaluación de los impactos de la actividad investigativa. El sexto es un análisis sobre el impacto que tiene la investigación sobre el capital humano, el capital intelectual y el capital social. Y finalmente en el último punto se presenta un modelo de medición que ilustra la introducción del análisis del capital humano, el capital social y el capital intelectual en la elaboración de un indicador de éxito del programa de jóvenes investigadores.

## **1. Dimensiones del Conocimiento**

Primero es importante hacer distinción entre conocimiento e información. La información se refiere a los datos y hechos que son especificados en un contexto. Por otro lado, cuando se habla de conocimiento se hace referencia al saber, que está ligado a las habilidades y capacidades de creación, análisis, interpretación, uso y aplicación de los datos, la información y el conocimiento mismo; de lo cual se deduce que el conocimiento involucra un valor agregado.

Otra diferencia entre información y conocimiento está determinada por sus costos de transmisión. “Mientras que el costo de difundir la información es simplemente el costo de digitalarla o de imprimirla el costo de difundir el conocimiento puede llegar a ser muy elevado debido a la dificultad de hacer explícito un tipo especial de conocimiento propio del proceso cognoscitivo llamado el conocimiento tácito”<sup>1</sup>.

Siguiendo tal planteamiento, existen quienes afirman que el conocimiento es individual, relativo e introspectivo, Ramlogan y Metcalfe (2002) señalan que “solo los individuos pueden tener conocimiento y lo que ellos saben depende de las percepciones, las introspecciones, la memoria y las inferencias, es decir, de la experiencia aliada con la razón”<sup>2</sup>. Estos hacen parte de la corriente fundamentalista, que sólo reconoce la existencia del conocimiento individual. Bajo esta definición el conocimiento de cada individuo será diferente, en otras palabras, sólo existe el conocimiento tácito.

El capital humano, el capital intelectual y el capital social son factores esenciales para la producción del conocimiento. El conocimiento por su parte, es el objetivo principal de la investigación científica y tecnológica. Entonces, para entender con mayor claridad como se comportan el capital humano, el capital social y el capital intelectual, es preciso especificar las características más relevantes del conocimiento.

Devinney, Midgley y Soo (2001) plantean las dimensiones del conocimiento propuestas por Zander y Kogut, el conocimiento está caracterizado por su grado de:

- Codificabilidad o grado en el que el conocimiento puede hacerse explícito;
- Transferibilidad o grado de dificultad para su aprendizaje;
- Complejidad, que representa el conocimiento previo necesario para que sea adquirido;
- Dependencia sistémica o complejidad del sistema en el que se puede desarrollar el conocimiento;

<sup>1</sup> Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). “La Ciencia y sus Tensiones: ¿Un Nuevo Contrato Social?”. Borradores de Investigación No 39, Facultad de Economía, Universidad del Rosario, septiembre, pg. 19.

<sup>2</sup> Ramlogan, R., y Metcalfe, J. (2001). “Limits to the economy of knowledge and knowledge of the economy”. ESRC, Centre for Research on Innovation and Competition, junio, pg. 3.

- Y por la facilidad con la que el conocimiento puede ser copiado, característica ligada más estrechamente al conocimiento organizacional.

La facilidad de transferencia es una de las dimensiones más importantes del conocimiento. Bajo esta dimensión el conocimiento puede ser:

- Tácito: aquel conocimiento individual producto de la introspección que no se puede codificar, almacenar o socializar.
- Codificado: que está explícito.

En el intermedio de los tipos de conocimiento tácito y explícito, encontramos el conocimiento codificable pero no codificado conocido también como conocimiento potencialmente explícito.

Otra clasificación del conocimiento fundamentada en sus dimensiones, es aquella en la que el conocimiento se divide en:

- Conocimiento Individual: Perteneciente a los individuos.
- Conocimiento Común: De conocimiento general al interior de un grupo.
- Conocimiento Distribuido: Donde los conocimientos individuales de subgrupos forman el conocimiento común del grupo.

Esta clasificación depende de la facilidad de transmisión del conocimiento

Para que la transferencia del conocimiento sea posible debe existir como precondition un lenguaje, y en algunos casos un conocimiento individual previo a la recepción del mismo. Esta transferencia se presenta a través de dos procesos, uno de socialización y uno de convencionalización. La transmisión de conocimiento así como la creación de conocimiento común requieren la existencia de estándares comunes de comunicación como el lenguaje u otras formas de representación simbólica

## 2. Definición de Capital Humano Capital Social y Capital Intelectual

### 2.1. Capital Humano

Romer (1990) utiliza el capital humano como input de la función de producción de conocimiento.

El nivel de educación es un ejemplo claro de lo que se conoce como capital humano, y es el primer elemento que se relaciona con la investigación y la innovación, especialmente en los modelos de crecimiento económico y de estudios norte-sur. A través de la educación se evalúa el desarrollo de la actividad científica de un país; además se utiliza como medida de la capacidad productiva y de creación e innovación de una sociedad y de las capacidades de los individuos para acceder al mercado laboral o participar en grupos de investigación.

Como el individuo juega un papel crucial en los procesos de producción científica y tecnológica, el capital humano ha sido catalogado como la fuente principal de desarrollo y crecimiento económico. Aunque el capital humano es crucial en la evaluación de la actividad científica, no debe estudiarse de manera aislada. Por el contrario, así como los individuos no participan de manera aislada en la actividad científica, el capital humano no es el único factor de la producción de conocimiento que debe ser analizado en el estudio de la ciencia y la tecnología.

“Desde esta perspectiva el elemento central en la dinámica del vínculo entre ciencia, tecnología y desarrollo es la formación de capital humano. Los recursos humanos aparecen por tanto y así, como el punto de partida del crecimiento, la equidad y el desarrollo, dentro de una clara concepción de que con una formación de alto nivel y calidad se logra producir, utilizar y socializar el conocimiento producido en diversos espacios de la sociedad, generándose ventajas permanentes para el desarrollo sostenible en el largo plazo”<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). (*op. cit.*) pg. 2.

David (2001) es uno de los exponentes más importantes acerca de la definición y las características del capital humano; define el capital humano como un conjunto de competencias que adquieren los individuos, competencias que comprenden tanto habilidades como capacidades. De acuerdo con este autor, el capital humano puede tomar formas tangibles: longevidad, condiciones fisiológicas y salud; e intangibles: habilidades psico-motrices (know-how, can-do), de procedimiento (creatividad, flexibilidad, know-how, know-who) y cognitivas (know-why y know-what)<sup>4</sup>.

Por otra parte, los economistas han asociado el capital humano con el trabajo y por tal razón, suponen la existencia de unos costos pecuniarios y no pecuniarios para la formación del mismo<sup>5</sup>. Esto ocurre como consecuencia de los estudios sobre el nivel de educación, que es una de las formas más conocidas de capital humano. Entonces aparece una nueva definición muy común entre los economistas, donde el capital humano es aquel que se constituye a través de una inversión voluntaria de tiempo y de recursos.

Para efectos de esta evaluación se define el **capital humano** como aquel que hace referencia al conjunto de competencias humanas, que resultan de una inversión voluntaria de tiempo y de recursos, para la formación, aprendizaje y acumulación de conocimiento. Es decir, que el capital humano es aquel conformado por el conocimiento individual, conocido también como conocimiento privado.

Como se mencionó anteriormente, estas competencias incluyen las capacidades y habilidades físicas y cognitivas de los individuos. Por ejemplo el nivel de educación, la creatividad, la astucia para la solución de problemas, la fuerza física para desempeñar un trabajo y la capacidad de interpretar información entre otras.

## 2.2. Capital Social

---

<sup>4</sup> David, P. (2001). "Knowledge, Capabilities and Human Capital Formation in Economic Growth". New Zealand Treasury Working Paper 01/13. pg. 23.

<sup>5</sup> David, P. (2001). (*op. cit.*). pg. 24.

El capital social fue reconocido inicialmente por Jacobs (1961) y Bourdieu (1986). Para este último lo más importante es el entorno o contexto donde se desarrolla dicho capital. Pero el concepto de capital social fue desarrollado formalmente por Coleman (1998, 1990). Quien define el capital social como una entidad diferente al capital humano por su carácter relacional, que se crea cuando cambian las relaciones entre los individuos.

David (2001) también hace referencia al capital social en su artículo sobre capital humano, definiéndolo como la ligadura que mantiene unidos a los miembros que constituyen una sociedad y que facilita su funcionamiento tanto en el ámbito económico como en otras transacciones interpersonales.

Para efectos de este estudio, el **capital social** debe ser entendido de acuerdo con la definición de Coleman (1990) como la estructura de relaciones que existe entre y a través de los actores. Para este autor, este capital es una variedad de instituciones con dos cosas en común: hacen parte de una estructura social en la que se crean relaciones de jerarquía, confianza y acuerdos sociales; y son recursos para los actores ya que facilitan algunas acciones al interior de la estructura social.

El capital social es no rival y de difícil exclusión por su condición de bien público, es productivo al igual que otras formas de capital, es completamente fungible (que se gasta con el uso), y se puede crear o destruir. Además facilita ciertas acciones de los agentes que se encuentran al interior de la estructura social, como la transmisión de información y la transferencia y formación de conocimiento humano.

Los vínculos familiares, las relaciones de dependencia laboral, y los vínculos de dependencia por obligación o reclutamiento no hacen parte del capital social, como lo señalan Jaramillo y Forero (2002), a menos que se creen nuevas relaciones de carácter voluntario entre los individuos vinculados y que se relacionen al interior de la estructura social.

Siguiendo esta perspectiva, el capital social como factor de producción del conocimiento, es el conjunto de vínculos o relaciones acumuladas y establecidas voluntariamente al interior de una estructura social. Estas relaciones hacen parte importante en la creación y transmisión del conocimiento a través de la construcción de redes, que son a su vez un tipo de capital social.

La importancia del estudio del capital social radica en capturar para la evaluación de la actividad científica y tecnológica las relaciones entre los individuos y las organizaciones ligadas a la investigación. Este capital también incluye las externalidades que resultan de la producción de conocimiento, la formación de redes y la realización de acuerdos comunes entre individuos, grupos e instituciones, las relaciones de confianza y credibilidad y las relaciones de jerarquización voluntaria.

### **2.3. Capital Intelectual**

En este caso, se resalta la existencia de diferentes definiciones de capital intelectual que se conoce también como capital organizacional. Por ejemplo, para Brooking (1996), el capital intelectual está dado por la combinación de los activos intangibles que le permiten funcionar a una compañía. Otras definiciones por ejemplo hacen referencia a las capacidades, la experiencia, las aptitudes, el conocimiento colectivo y otros tipos de conocimiento útil al interior de las empresas.

Hansson (1998) presenta las definiciones de capital intelectual que plantean Hall y Stewart (1989) respectivamente: “Aquellos activos cuya esencia es una idea o conocimiento, y cuya naturaleza puede ser definida y registrada de alguna forma”<sup>6</sup>. Como lo indica Stewart (1994), “El material intelectual que ha sido formalizado, capturado e influenciado para producir un activo con mayor valor”<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> Hansson, J. (1998). “Intellectual Capital – The latest trick to make management scientific?”. Lancaster University, UK, January. pg. 5.

<sup>7</sup> Hansson, J. (1998). (*op. cit.*) pg. 5.



Por su parte, Edvinsson y Malone (1997) son unos de los principales exponentes de la definición de capital intelectual. Definen el capital intelectual como la combinación del capital humano y del capital estructural.<sup>8</sup> Cuando se habla de capital humano los autores hacen referencia al capital humano de los trabajadores de las organizaciones. Por otro lado quienes hacen referencia al capital estructural lo definen como lo que queda cuando los trabajadores dejan su lugar de trabajo<sup>9</sup>. El capital estructural incluye el capital de clientes, de proceso, de innovación, la propiedad intelectual de la empresa, las bases de datos y los activos intangibles entre otros.

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores y para efectos del presente análisis, el **capital intelectual** se entiende como la capacidad humana de una organización, combinada para la solución de problemas, que comprende el conocimiento, las herramientas y las habilidades de los empleados. Algunas características de este capital son: que es inherente a las personas, que no puede ser apoderado por las empresas, y que se pierde cuando los trabajadores se van de su trabajo, por despido, por renuncias voluntarias o por retiros, y cuando el conocimiento no es utilizado.

Para una mejor comprensión, algunos ejemplos de capital intelectual u organizacional son: las bases de datos, las marcas comerciales o marcas registradas, las patentes, el software, los procedimientos, la metodología de trabajo, los bancos de conocimiento codificado, los sistemas de información y de gestión, etc.

El problema de la definición de capital intelectual, es que es producto de la experiencia empresarial, y no ha sido formal y rigurosamente definido en el campo de la economía como el capital humano, o en el campo de la sociología como el capital social. Pese a ello la definición de este capital no puede ser descartada, a causa de la importancia de las organizaciones en la financiación privada de la investigación y en la apropiación privada del conocimiento, y con mayor razón por la influencia que este tiene en la formación de nuevo capital humano y nuevo capital social.

---

<sup>8</sup> Imparato, N. (1999). "Capital for Our Time: The Economic, Legal and Management Challenges of Intellectual Capital". Stanford: Hoover Institution Press. Stanford University. Ed. cap. 12. pg. 194.

Sin embargo hay que tener especial cuidado en cuanto a la medición de este capital debido a que “Una hoja de balance para el capital intelectual puede obligarnos a decidir como definir nuestras ideas o pensamientos, para medirlos y valorarlos”<sup>10</sup>.

#### **2.4. Relaciones entre el Capital Humano, el Capital Social, el Capital Intelectual y el Conocimiento**

De las definiciones anteriores queda en evidencia que los capitales humano, social e intelectual, están relacionados entre si. Pero su relación se ve más claramente si se definen como representaciones del conocimiento. Es decir, al reconocer que el conocimiento es el factor común implícito en estos tipos de capital.

De hecho, el capital humano está relacionado con el conocimiento individual, el capital intelectual con el conocimiento de las organizaciones, y el capital social está relacionado con el conocimiento de la sociedad.

El conocimiento individual puede ser adquirido voluntaria o accidentalmente. Para Coleman (1990) el capital humano se crea cuando ocurren cambios en las personas a través de la formación de nuevas habilidades y capacidades.

Una característica del conocimiento importante en el reconocimiento del capital humano, es que solo puede ser transferido cuando existe una base común de conocimiento entre el emisor y el receptor del conocimiento. El conocimiento puede ser tácito o puede estar codificado, por lo tanto su facilidad de transferencia varía.

El capital intelectual está relacionado con el conocimiento de una organización o empresa. Este se puede ver como el conocimiento de grupos o subgrupos que está conformado por los conocimientos individual, común y distribuido de la organización.

---

<sup>9</sup> Imparato, N. (1999). (*op. cit.*) cap. 15. pg. 241.

<sup>10</sup> Imparato, N. (1999). (*op. cit.*) cap. 15. pg. 237.

Por lo anterior, el capital intelectual depende del conocimiento individual, de las redes de conocimiento y del conocimiento colectivo de la empresa u organización.

Por otro lado, el conocimiento social parte de la existencia del conocimiento individual, común y distribuido, y se consolida en la interacción de los conocimientos de la sociedad. Entonces, el conocimiento social se forma a través de la creación de redes de conocimiento entre los individuos y los grupos de individuos de la sociedad. Es decir, que el conocimiento social se forma a través de la creación de capital social.

Las asociaciones anteriores, justifican que los impactos de la investigación en ciencia y tecnología sobre los ámbitos de referencia sean evaluados desde el punto de vista de los tipos de capital. De tal manera que los impactos de la investigación sobre cada ámbito, se midan a través de la influencia y los efectos de dicha actividad en la formación o destrucción de capital humano, social e intelectual.

## **2.5. Relaciones entre el Capital Humano, el Capital Intelectual y el Capital Social**

### ***2.5.1. Entre Capital Humano y Capital Intelectual***

Sobre la relación y diferenciación de estos dos tipos de capital, existe un debate entre quienes sostienen que el conocimiento está en la organización y que el conocimiento del individuo es accidental; y quienes sostienen que el conocimiento nunca puede acumularse en la organización y que al final queda un núcleo de conocimiento irreducible en la persona, conocimiento que la organización nunca podrá hacer explícito, exteriorizar y por esa vía apropiar. Pero en la realidad de una organización no se presenta un cambio extremo. Ya que como se mencionó anteriormente, los conocimientos individual, distribuido y común de una organización hacen parte del capital intelectual.

Es claro que existe una superposición entre capital intelectual y capital humano. Florez expone en su artículo, el planteamiento de Stewart (1997) quien descompone el capital intelectual en tres dimensiones: capital humano, capital estructural y capital de cliente. En este caso el capital humano corresponde a las capacidades, conocimientos y aptitudes individuales de los empleados; el capital estructural es aquel que integra, capacita y sostiene el capital humano; y el capital de cliente que reúne las relaciones entre la empresa y sus clientes. Aunque algunas divisiones más acertadas reemplazan el capital de cliente por el capital relacional, que comprende los activos de estructura externa, como las redes de que tiene la organización con sus proveedores, clientes, accionistas, acreedores, asociados, etc.

De la anterior división del capital intelectual encontramos que el capital humano de una compañía hace parte del capital intelectual de la misma, y a su vez, una parte del capital intelectual se puede clasificar como capital humano.

No obstante la superposición existente, la diferencia entre capital humano y capital intelectual, depende de la clasificación del conocimiento, de acuerdo con su facilidad de transferencia. En este sentido, el conocimiento puede ser tácito (difícil de almacenar y de transferir) y codificado (que está explícito en alguna forma lingüística, verbal o no verbal).

Otra forma de ver la diferencia entre estos capitales es reconocer que el capital intelectual debe ser codificado para que se pueda transmitir, o de lo contrario no tendría ningún valor para la empresa (Ordoñez, 1999). Dicha transmisión de conocimiento no será posible si no existe como precondition un lenguaje y un conocimiento anterior (acumulado).

Por otro lado, fácilmente se observa que no todo lo que es capital humano se puede considerar como capital intelectual; por ejemplo el conocimiento no codificado conformado por el conocimiento tácito, y por el conocimiento no codificado potencialmente explícito. De la misma manera, los capitales intelectual estructural y relacional, no son capital humano.

Entonces cuando una persona sale de una organización, la organización puede perder el conocimiento tácito del individuo y el conocimiento del individuo que no se había socializado ni hecho explícito en la organización. También al cabo de poco tiempo la persona obsolesce si no dispone del instrumento de acumulación y uso del conocimiento, que es la organización.

### *2.5.2. Entre Capital Humano y Capital Social*

La diferencia principal entre estos dos tipos de capital es de tipo relacional. El capital humano es el conocimiento de los individuos mientras que el capital social está conformado por las relaciones voluntarias y redes de conocimiento de los individuos.

El capital humano es una precondition para la transferencia de conocimiento tácito y explícito. En particular el capital social es precondition para la formación de capital humano como lo plantean Jaramillo y Forero (2002), ya que el conocimiento tácito no está ligado tanto a las personas como a las relaciones entre ellas, de modo que si no hay un relacionamiento directo no es posible la transferencia de ese conocimiento. En otras palabras, el capital social ayuda a la formación del capital humano a través de los conocimientos individuales adquiridos de las relaciones sociales, y sirve como facilitador de la transmisión de conocimiento.

Pero no se puede resaltar solamente la importancia del capital social en la creación del capital humano como lo plantea Coleman (1990). También se debe reconocer el papel que juega el capital humano en la creación del capital social, como avanza conceptualmente David (2001). La estructura de relaciones de una sociedad, el capital social, se crea a partir de la interacción de los individuos y de su capital humano.

Esta relación de doble vía, no puede ser desconocida y menos en el estudio de las instituciones sociales que son actores del nuevo contrato social de la ciencia, porque el capital humano y el capital social son factor y producto uno del otro.

### **2.5.3. *Entre Capital Intelectual y Capital Social***

En este caso ambos capitales tienen un carácter relacional. Por lo que existe un estrecho vínculo entre el capital social y el capital intelectual. Esta relación está mediada por las instituciones que regulan la propiedad intelectual, la competencia entre las firmas, y por los incentivos a las alianzas provenientes de las características del conocimiento.

En esta relación, el rol de las instituciones es muy importante. Ellas son las que dirigen y regulan las actividades, procesos y redes al interior de las organizaciones, así mismo son las que median y hacen posible la formación, transformación, obsolescencia y/o permanencia de las redes sociales que se constituyen en capital social.

Nuevamente la superposición no es completa, pero es más difícil de distinguir. Su intersección está dada por las redes de empresas y su conocimiento distribuido.

### **3. El Nuevo Contrato Social de la Ciencia y sus Implicaciones sobre la Evaluación de los Impactos de la Investigación**

La creciente importancia del conocimiento en el desarrollo de las naciones, y los cambios institucionales que se han operado en las últimas décadas, en las formas de producir, difundir, y utilizar el conocimiento, han generado cambios notables en las relaciones entre la comunidad científica, el gobierno, la industria y la sociedad. Lo que se conoce como “el nuevo contrato social de la ciencia”.

La visión de ciencia, tecnología, industria y sociedad, en el entorno del nuevo contrato social no puede dejar de lado el tejido de conocimiento que se forma entre los individuos, las empresas y la estructura social. Tejido que conforma las instituciones sociales como se conocen, las transforma y las diferencia unas de otras. Es de esta base, que debe partir el análisis sobre la construcción, difusión y uso del conocimiento.

Gibbons et al. (1994) argumentan que la producción científica y tecnológica está pasando del “modo 1” al “modo 2” de la producción. Este desplazamiento corresponde precisamente al cambio del contrato social, donde la producción de conocimiento es aplicada y donde el sector privado juega un nuevo papel en la financiación de la investigación y en la apropiación de sus resultados, Jaramillo y Rey (2003).

Sin embargo el cambio del contrato social conocido como el paso del modo uno al modo dos “es simplemente el tránsito hacia el camino histórico de la complejidad, en el desarrollo científico y tecnológico, y en la evolución de paradigmas, el desarrollo de las disciplinas, el surgimiento de otras nuevas y la interacción entre ellas. Esa mayor complejidad involucra reformas organizacionales para enfrentar los problemas y retos del desarrollo del conocimiento, su difusión y su aplicación”<sup>11</sup>.

En Hansson Finn (2002) se encuentra el concepto de la triple hélice propuesto por Etzkowitz y Leydesdorff (2000) para referenciar los nuevos y dramáticos cambios del vínculo entre ciencia, política y sociedad. En su trabajo resaltan la creciente cooperación entre la producción de conocimiento de las universidades, las políticas del gobierno y la aplicación industrial. Hecho que sirve de argumento en favor de la evaluación de los impactos de la investigación sobre los capitales humano, social e intelectual a la luz del nuevo contrato social de la ciencia.

La creación de incentivos para que el sector privado participe activamente en la producción y la financiación del conocimiento, es una característica importante del cambio de la producción científica y tecnológica. Así mismo lo es el reconocimiento de la problemática social y la interacción entre los hacedores de políticas, los productores y los usuarios de la ciencia.

En el contexto del nuevo contrato social de la ciencia, los impactos del sistema de innovación sobre los tipos de capital y a su vez sobre los ámbitos de la producción científica, la producción tecnológica y las políticas públicas, serán mayores y más

---

<sup>11</sup> Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). (*op. cit.*) pg 6.

complejos en su medición. Por lo tanto, la evaluación de los impactos sobre la producción y difusión del capital humano, el capital intelectual y el capital social será de mayor importancia como indicador del estado de la actividad científica.

Sin embargo el esquema del contrato social en los países desarrollados es diferente de acuerdo con lo expuesto por Jaramillo y Rey (2003) como planteamiento principal en su artículo sobre “La Ciencia y sus Tensiones”. La importancia del enfoque del nuevo contrato social en este proyecto, radica principalmente en el tipo de apropiación del conocimiento. Ya que para un país desarrollado el sector industrial y empresarial se encuentra listo para participar activamente de los programas de investigación, como no lo estará en un país en vía de desarrollo.

Algunos de los aspectos que plantean los autores y que evidencian las tensiones del nuevo contrato social de la ciencia en los países en vía de desarrollo, y que son relevantes para el análisis del capital humano, el capital social y el capital intelectual son<sup>12</sup>:

- **Las nuevas relaciones entre actores e instituciones.** Este aspecto atañe a la evaluación de los tipos de capital en el reconocimiento de los cambios de la apropiación pública a la apropiación privada del conocimiento. Una característica de las nuevas sociedades que participan de la revolución de la ciencia, es la participación del sector privado en la financiación de conocimiento. De esto se deriva una tensión entre la apropiación pública o privada del conocimiento y de los resultados de la producción científica.

En este caso el capital intelectual es el que se ve más afectado por los cambios del contrato social, ya que su evaluación adquiere gran importancia en el caso de una mayor apropiación privada, con las organizaciones como agentes activamente participativos de la producción, transferencia y aplicación del conocimiento.

---

<sup>12</sup> Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). (*op. cit.*). pg 12-21.



- **Los cambios organizacionales y los actores del mercado del conocimiento.** En los que se destacan las estructuras sociales del mercado del conocimiento y las organizaciones que participan en la financiación, producción y aplicación del conocimiento. Jaramillo y Rey (2003, pg. 14-16) plantean dos estructuras de mercado: Ciencia-Gobierno-Universidad-Sociedad y Ciencia-Industria-Sociedad.

La primera estructura está relacionada estrechamente con la financiación pública de la investigación y es claramente la estructura social predominante en los países en desarrollo, en esta los capitales más relevantes en la producción del conocimiento son el capital humano de los científicos que realizan los trabajos de investigación y el capital social en la formación de redes entre el gobierno, las universidades y los grupos de investigación que hace posible la actividad investigativa.

Por otro lado la segunda estructura es propia de los países desarrollados, que han pasado satisfactoriamente al modo dos de la producción científica, donde el sector privado juega un papel importante y determinante en la producción de conocimiento. En este caso el capital intelectual es el capital más relevante, especialmente como objeto de evaluación de impacto.

- **Los flujos de conocimiento e información,** que se determinan por los intereses de los financiadores de proteger o divulgar los resultados de la producción científica y tecnológica. Nuevamente esto se relaciona con el tipo de financiación de la investigación que depende de la relación entre beneficio social esperado y beneficio privado esperado de los resultados de la investigación. En este caso las externalidades producidas por la creación de conocimiento juegan un papel crucial, y así mismo la evaluación del capital social o relacional, en una estructura social determinada en la que se define el estado de las redes, el grado de difusión del conocimiento o las posibilidades de protección de los resultados. Independientemente de que la producción científica responda a intereses privados y siga el esquema de protección a la propiedad intelectual o el esquema de protección del secreto empresarial, sin importar que la producción de conocimiento pueda beneficiar a uno u otro tipo de inversión en investigación bien sea privada o pública.

- **Valoración económica de la información y el conocimiento**, que como se expuso anteriormente, tanto la información como el conocimiento se pueden valorar a través de los costos de transacción.

- **Y por último la interacción entre capital humano, capital intelectual y capital social**. Evidentemente este aspecto pertenece al análisis desarrollado en este artículo. Sobre este tema, los autores Jaramillo y Rey (2003, Pg. 20-21) plantean en su artículo los efectos del nuevo contrato social de la ciencia sobre los capitales humano, social e intelectual:

a). “La producción de **capital humano**, asociándolo únicamente a la educación, no debería sufrir modificaciones sustanciales, debido a que la formación que se le debe dar a los individuos debe cumplir con unas características que le permita a los individuos resolver problemas tanto específicos de la sociedad como problemas generales no asociados a una coyuntura local específica”<sup>13</sup>.

b). “La producción de **capital intelectual**, bajo el **nuevo contrato social**, en la ciencia y en sus comunidades lo describen de forma clara Jaramillo y Forero (2002) asegurando que esta se da por la interacción de varios agentes involucrados: los investigadores y sus grupos, las instituciones, el conocimiento y los interlocutores. La formación de investigadores no puede concebirse fuera de las redes de conocimiento establecidas, ni fuera de las dimensiones institucionales y sociales en las que se enmarca su vida profesional”<sup>14</sup>.

c). “por último la producción de **capital social** es la que se va a ver mas afectada con el desplazamiento hacia el **modo 2** de producción científica pues debido a las nuevas relaciones y expectativas que tiene la sociedad de la ciencia, las redes que se tejen entre las comunidades científicas, la sociedad y la industria van a ser mucho mayores generando un tejido mas denso creando relaciones estrechas entre los actores”<sup>15</sup>.

---

<sup>13</sup> Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). (*op. cit.*). pg. 20.

<sup>14</sup> Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). (*op. cit.*). pg. 21.

<sup>15</sup> Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). (*op. cit.*). pg. 21.

La conclusión más importante para este estudio es que la formación y el fortalecimiento del capital humano, social e intelectual mejora considerablemente el estado de la actividad científica, tanto en un país desarrollado como en un país en desarrollo, que no ha completado satisfactoriamente la primera etapa de la producción del conocimiento.

Entonces la inclusión del capital humano, social e intelectual en la evaluación de los impactos de la investigación científica nos permite visualizar el estado de la producción, la transformación y transmisión del conocimiento así como sus resultados y su aplicación. De igual manera un estudio temporal constante de los mismos, permitirá observar con mayor claridad la evolución de los procesos de formación de capital humano; el fortalecimiento de la industria como agente participativo en la producción de tecnologías apropiables, la privatización del conocimiento, la protección a la propiedad intelectual y en el desarrollo de la actividad investigativa; las alianzas estratégicas con el sector privado para el desarrollo de la actividad investigativa tanto científica como tecnológica; la formación y el fortalecimiento de redes y alianzas tanto formales como informales liadas a la actividad científica tanto en los procesos de producción como en los procesos de aplicación; y de los procesos de apropiación social del conocimiento.

#### **4. Impacto de la Investigación sobre el Capital Humano, el Capital Social y el Capital Intelectual**

Una preocupación común de las sociedades modernas, en especial de los países en desarrollo, se centra en la creación, producción, desarrollo, transformación y uso del conocimiento. Este ha comenzado a jugar un rol central en la dinámica de las sociedades, y es objeto frecuente de las políticas de desarrollo.

Por ello, la creciente importancia de realizar estudios sobre el conocimiento y los procesos sociales asociados al mismo. Estudios que involucren no solo a los agentes productores de conocimiento sino también a las instituciones de la sociedad que

participan, facilitan, financian, utilizan y/o se ven afectadas por la actividad investigativa tanto científica como tecnológica.

En este tipo de estudios se debe reconocer los factores de la producción, de los cuales el recurso humano es muy importante. Sin embargo, los estudios sobre ciencia y tecnología referentes al recurso humano, deben trascender la medición del capital humano e incluir dos tipos adicionales de capital, fundamentales para la producción de conocimiento científico y tecnológico: el capital social y el capital intelectual (Jaramillo y Forero (2002)). En este sentido, es imprescindible hacer referencia a los impactos de la investigación en ciencia y tecnología sobre los tres tipos de capitales explicados en las dos secciones anteriores.

#### **4.1. Impacto de la Investigación sobre el Capital Humano**

Si un sistema de innovación tiene como objetivo influir de manera positiva en la generación, difusión y aplicación del conocimiento, y lo cumple de manera eficiente, incentiva directa o indirectamente la formación de capital humano.

Por ejemplo, las entidades o instituciones adscritas o que participan en los proyectos de investigación requerirán individuos más calificados. Los grupos de investigación a su vez fomentarán la formación de capital humano en sus miembros. Esto se ve reflejado en la necesidad de que las Universidades creen sus propios grupos y centros de investigación, para captar el capital humano que están formando, así como el enfoque científico de los programas académicos.

En un país en desarrollo la formación de capital humano y un sistema de innovación eficiente, incentivará la educación con énfasis investigativo, la formación de grupos de jóvenes investigadores y la creación de nuevos centros de investigación; en especial cuando hay una mayor competencia en la participación en los proyectos, de manera que las capacitaciones es decir, los procesos de formación de capital humano serán mejores, mayores y más eficientes.

Otro impacto importante es la formación de investigadores y grupos de investigación industriales. El sector industrial puede verse incentivado a invertir en investigación científica y tecnológica cuya aplicación supla sus necesidades, de manera que promueva y financie la formación de capital humano en sus empleados corrientes y en sus investigadores. Un mayor impacto de la investigación sobre la formación de capital humano al interior de las empresas, fortalecerá la investigación privada; esto en un país en desarrollo puede verse reflejado en el paso del modo uno al modo dos de la producción científica.

Un sistema de innovación, con sus programas y proyectos de investigación puede ser evaluado a través de los impactos que tenga sobre el capital humano, no obstante, “Sólo es posible lograr que los beneficios sociales de la formación de un capital humano para la investigación científica y el desarrollo tecnológico se logren plenamente sobre la condición de existencia del capital intelectual de las organizaciones de ciencia y tecnología y del capital social contenido en sus redes de relación nacionales e internacionales”<sup>16</sup>.

#### **4.2. Impacto de la Investigación sobre el Capital Social**

Autores como Coleman, Bourdieu y Hansson han insistido en la trascendencia que tiene la visión social en los estudios de ciencia y tecnología. Y su importancia es aún mayor cuando se hace referencia a la evaluación del impacto social de la investigación científica y tecnológica.

Comentario: año

El impacto sobre el capital humano se puede evaluar en la creación de nuevos espacios para la conversación científica y la creación de redes de conocimiento. Los impactos sobre el capital social se pueden evaluar a través de los efectos de la investigación sobre las instituciones que median, facilitan u obstaculizan los procesos de creación de redes en la sociedad, en especial, de las redes de conocimiento científico y tecnológico.

---

<sup>16</sup> Jaramillo, H., y Forero, C. (2002). “La Interacción entre el Capital Humano, el Capital Intelectual y el Capital Social: una aproximación a la medición de recursos humanos en ciencia y tecnología”. RICyT: Indicadores de Ciencia y Tecnología en Iberoamérica. Agenda 2002, Buenos Aires, septiembre. pg. 3.

En este punto es necesario que se evalúe el comportamiento de las instituciones que fomentan la formación de redes, y la influencia que sobre las mismas, tiene tanto el sistema de innovación, como sus programas y sus proyectos individualmente. También se debe tener presente que en la medición de los impactos, el efecto de la investigación depende de las instituciones y de las redes de instituciones que rigen en el momento y que incentivan a su vez al desarrollo de la actividad investigativa.

Por ejemplo, la creación de “boundary organizations”, organizaciones que cumplen la función de trasladar información entre los actores de la actividad científica y de producción de conocimiento, es un indicador de impacto sobre el capital social. Así mismo, la generación de relaciones de confianza e instituciones mediadoras entre los actores que generen confianza y credibilidad, se convierten en un indicador de los avances de la producción de la ciencia al mejorar las condiciones de creación de redes.

Otros indicadores son los niveles de participación de los actores de la producción de ciencia y tecnología, evaluando especialmente la interacción entre los productores de investigación, los tomadores de decisiones de política, la industria y la producción científica y tecnológica dedicadas a la solución de problemáticas sociales. Es decir que cuando los actores interactúan activamente en el proceso de investigación, se debe a una clara formación y fortalecimiento del capital social.

La facilidad de transmisión de información y de conocimiento que se produce como respuesta del fortalecimiento de las relaciones entre los autores de la actividad científica, es otro indicador del impacto de la actividad científica sobre la formación de capital social.

#### **4.3. Impacto de la Investigación sobre el Capital Intelectual**

El impacto de la investigación científica y tecnológica depende principalmente del grado de participación de la comunidad industrial en la actividad investigativa. En este caso, si las empresas financian la investigación científica y/o tecnológica, el fomento y

desarrollo de la investigación, cuyos resultados pueden ser apropiados de manera privada en beneficio de la empresa mejorando sus procesos de producción, la calidad de sus productos, etc., así como una mejora en la eficiencia del sistema de innovación, tendrán mayores impactos sobre el capital intelectual que se crea en las empresas.

Algunos indicadores de la formación de capital intelectual pueden ser:

- La apropiación privada de los resultados de la investigación,
- El aumento de la utilización del sistema de patentes y de otros sistemas de protección de la propiedad intelectual.
- El fortalecimiento de la legislación de protección intelectual y de los resultados de la investigación,
- La generación de redes al interior de las empresas,
- Las asociaciones de varias empresas especializadas para la generación de un único producto o servicio,
- La implementación de producción de investigación y desarrollo al interior de las firmas,
- La capacidad y productividad de las empresas para dedicarse a actividades de innovación,
- El crecimiento de los efectos de spillover en el sector industrial y empresarial.

Así mismo una mayor participación de las empresas en la investigación, genera lazos de dependencia empresa-investigación más fuertes, que generan a su vez una mayor sensibilidad del capital intelectual u organizacional frente al estado de la investigación y de la producción científica y tecnológica. Es decir, que bajo una relación estrecha entre empresa e investigación, el capital intelectual estará más vulnerable a los impactos de la actividad investigativa y de los programas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

##### **5. Modelo Ilustrativo de la Utilización del Capital Humano, el Capital Social y el Capital Intelectual en un Análisis de Indicadores de Impacto del Programa de Jóvenes Investigadores**

A lo largo del desarrollo de este trabajo, se ha determinado la importancia de los capitales humano, intelectual y social en la evaluación de los impactos de la investigación científica en el entorno del nuevo contrato social de la ciencia.

Con el objetivo de ir más allá de un análisis puramente teórico, se presenta en este capítulo un modelo a nivel micro de la utilización de los tres tipos de capital en la evaluación de impactos del programa de jóvenes investigadores de Colciencias. La práctica y el desarrollo inicial de este modelo está planteada en el trabajo de Jaramillo, H., Piñeros L., y Pombo C. Este modelo se puede utilizar como base inicial para el estudio de otros temas que incluyan la elaboración de indicadores de impacto, desde perspectiva del capital humano, el capital social y el capital intelectual y puede ser aplicado, desde el punto de vista metodológico, a diferentes estudios sobre recursos humanos.

El programa de jóvenes investigadores implementado por Colciencias, se crea con el propósito mejorar la formación de los recursos humanos y complementar los esfuerzos realizados en la educación formal, la formación continuada y en la formación a nivel de maestrías y doctorados. En otras palabras, la intencionalidad principal en el desarrollo de este programa es la formación de profesionales de excelencia en cuanto a sus capacidades y potencialidades, mediante la construcción de una masa crítica de investigadores jóvenes realizada a través de la vinculación de los mismos en grupos y centros de investigación.

En el modelo de jóvenes investigadores se emplea un análisis multinivel para desarrollar dos tipos de indicadores de éxito del programa de jóvenes investigadores. El primero, es un indicador de éxito del joven investigador. En este indicador se introduce una variable dummy (1, 0) con valor 1 para el joven que terminó el programa y 0 para el joven que no ha terminado el programa. El segundo, es un indicador del éxito de los diferentes grupos y centros de investigación adscritos al programa.



Este modelo considera tres variables explicativas de la variable dependiente o indicador de éxito que son:

- La evaluación perceptual del programa por parte del joven investigador.
- La evaluación perceptual del programa por parte de la institución recibió al joven investigador.
- La evidencia empírica valorativa del joven por parte de la institución que lo albergó.

Como se puede observar en las variables explicativas, la recolección de la información es una parte clave del proceso de evaluación del éxito del joven investigador. La recolección de la información se lleva a cabo a través de entrevistas y encuestas realizadas para obtener la percepción de los jóvenes actuales que participan en el programa, de los jóvenes que ya salieron del programa y de los grupos y centros de investigación y demás instituciones que reciben a los jóvenes investigadores.

Con la información del joven previa al ingreso al programa (hoja de vida, relación con instituciones, experiencia, etc.), la perspectiva de los jóvenes investigadores sobre su desempeño y el desarrollo y resultados del programa y la evidencia empírica valorada por el instituto sobre las capacidades, potencialidades y desempeño del joven investigador, se obtiene la información necesaria para la valoración del capital humano del joven investigador.

En este caso se miden dos tipos de capital humano dependiendo de la etapa del programa:

- Capital humano inicial del joven: es el capital previo al ingreso al programa de investigación, que será considerado para todos los casos.
- Capital humano del joven investigador en el programa: este capital está conformado por el capital humano inicial y el capital humano adquirido hasta el momento, es decir que es una medida parcial.
- Capital humano final del joven investigador: es el capital total una vez terminado el programa, este capital incluye a su vez el capital humano inicial y el capital humano adquirido durante todo el programa.

Así mismo se realiza una medición del capital social. Para esto se consideran: los vínculos del joven investigador, previos a la inserción al programa y la red de relaciones y los vínculos adquiridos por efectos de la participación en el programa; la red de relaciones de los centros de investigación tanto externas como intra-grupo y las externalidades de los grupos de investigación adscritos al programa de jóvenes investigadores.

En este modelo el capital intelectual conforma la parte implícita del análisis ya que se considera a las instituciones como empresas de producción de conocimiento.

a) Modelo de Nivel - Éxito del Joven Investigador

$$E(e)_{ij} = \mathbf{b}_{0j} + \mathbf{b}_{1j}(d_{ij}) + \mathbf{b}_{2j}(A_{i0}) + \sum_{h=3}^n \mathbf{b}_{hj}(A_{ij}) + \sum_{k=n+1}^m \mathbf{b}_{kj}(B_{ij}) + \sum_{l=m+1}^w \mathbf{b}_{lj}(C_{ij}) + R_{ij}$$

Donde:

$E(e_1) = \mathbf{b}_0 + \mathbf{b}_1$ : Valor esperado del éxito de los jóvenes que ya terminaron.

$E(e_0) = \mathbf{b}_0$ : Valor esperado del éxito de los jóvenes que permanecen en el programa.

$d_{ij}$ : Variable dummy (0,1), valor 1 para los jóvenes que terminaron el programa y valor 0 para los jóvenes que están actualmente en el programa.

$A_{ij}$ : Competencias y comportamientos del joven i en el grupo j.

$B_{ij}$ : Inserción del joven i en el grupo j, que depende de la red de relaciones que rodean al individuo. Con  $B_{ij} = f(CI_{ji}, EX_{ji})$ .

$CI_{ji}$ : Características o prácticas del grupo j que afectan al joven i.

$EX_{ji}$ : Externalidades del grupo j que afectan al joven i.

$C_{ij}$ : Resultados del trabajo del joven  $i$  en el grupo  $j$ , que comprende los productos, los proyectos y los vínculos generados durante el programa.  $C_{ij} = g(CI_j, RI_j, RE_j)$

$CI_j$ : Características o prácticas del grupo de investigación  $j$ .

$RI_j$ : Relaciones al interior del grupo de investigación  $j$ .

$RE_j$ : Relaciones externas del grupo de investigación  $j$ .

b) Modelo de Nivel - Éxito del Grupo de Investigación

$$b_{0j} = d_{00} + \sum_{k=1}^K d_{0k} (CI_j) + \sum_{n=K+1}^N d_{0n} (EX_j) + U_{0j}$$

$$b_{1j} = d_{10} + U_{1j}$$

$$b_{2j} = d_{20} + U_{2j}$$

$$b_{hj} = d_{h0} + U_{hj}$$

$$b_{kj} = d_{k0} + U_{kj}$$

$$b_{ij} = d_{i0} + U_{ij}$$

Donde:

$CI_j$ : Características o prácticas del grupo de investigación  $j$ .

$EX_j$ : Externalidades del grupo  $j$ .

$d_{00}$ : Promedio general de éxito.

$d_0$ : Diferencial Promedio de éxito del joven, que depende únicamente de su capital humano inicial.

$d_1$ : Diferencial Promedio debido a que el joven ya terminó el programa.

$d_{i0} : i=3 \dots n$ , Efecto marginal de las características o comportamientos del joven  $i$  en el grupo  $j$  ( $A_{ij}$ ).

$d_{k0} : i=n+1 \dots m$ , Efecto marginal de la inserción del joven  $i$  en el grupo  $j$  ( $B_{ij}$ ).

$d_{l0} : i=m+1 \dots w$ , Efecto marginal de las características que afectaron al joven  $i$  en el grupo  $j$  ( $C_{ij}$ ).

$d_{0k}$  : Efecto marginal de las características o prácticas del grupo de investigación  $j$  ( $CI_{ij}$ ).

$d_{0n}$  : Efecto marginal de las externalidades del grupo  $j$  ( $EX_j$ ).

En la determinación del modelo, es claro que existe una correlación del éxito del joven investigador y la institución que lo albergó durante la realización del programa. De otra manera, el programa de jóvenes investigadores será infructuoso en el cumplimiento de su objetivo principal.

En este modelo se determinan los efectos del capital humano, el capital intelectual y el capital social sobre el éxito de los jóvenes investigadores. No solo tiene en cuenta el capital humano inicial del joven, sino la formación del recurso humano que se hace posible a través de la implementación del programa. Además permite valorar la incidencia de los grupos y centros de investigación sobre el éxito de los jóvenes investigadores.

Como tenemos un modelo multinivel, el aporte de los niveles 1 y 2 sobre la probabilidad de éxito se plantea de la siguiente manera:

$$Var(R_{ij}) = \mathbf{s}^2 \text{ y } Var(U_{0cep}) = \mathbf{m}_0^2$$

$$Var(E(e)) = \mathbf{s}^2 + \mathbf{m}^2$$

$$r = \frac{m^2}{(s^2 + m^2)}$$

Siendo  $p$  el aporte de los grupos y centros de investigación, que en este caso lo llamamos “Coeficiente de correlación entre los grupos de investigación” que constituye la proporción de la varianza total atribuible a la variación entre grupos.

Finalmente se debe mencionar que el indicador de éxito del joven investigador (la variable dependiente) es una variable continua, lo que requiere el uso de ponderaciones como las utilizadas en el caso de la medición de productividades, de manera que se pueda dividir la información en quintiles y construir así cinco agrupaciones en las que se sitúen los diferentes jóvenes dentro de la población total considerada.

Este modelo también nos permite evaluar las etapas de programa: Ingreso al programa, el momento en el que el joven se encuentra en el programa y el momento en el que el joven ha finalizado el programa, desde la perspectiva de éxito del joven investigador, a través de la formación de capital humano del joven investigador, capital social en la formación y fortalecimiento de redes y capital intelectual del centro de investigación ocasionado por su participación en el programa.

Lo más importante es que se ejemplifica la utilización del análisis de capital intelectual, social y humano en un estudio de evaluación de impactos. Un trabajo de este tipo puede ser utilizado para análisis de casos en varias líneas de investigación, que involucren esfuerzos de generación, transmisión y transformación de conocimiento científico y tecnológico.

Así mismo un análisis de la evaluación de los programas de investigación del sistema nacional de ciencia y tecnología puede valorar los indicadores de impacto a través de un análisis que utilice los tipos de capital, según sea el caso.

## BIBLIOGRAFÍA

Arrow, K. (1994). "Methodological Individualism and Social Knowledge". American Economic Review. Richard T. Ely Lecture, Vol. 84, No.2, pg. 1-9.

Becker, G., Murphy, K., y Tamura, R. (1990). "Human Capital, Fertility and Economic Growth". Journal of Political Economy, Vol. 98, No.5.

Benabou, R. (1996). "Equity and Efficiency in Human Capital Investment: The Local Connection". The Review of Economic Studies, Vol. 63, Issue 2, april. pg. 237-264.

Capron, H., y Cincera, M. (2001). "Assessing the institutional set up of national innovation systems". Unité d'économie spatiale et de la technologie, Université Libre de Bruxelles.

Cassi, L. (2003). "Information, Knowledge and Social Networks: Is a New Buzzword Coming Up?". Paper to be presented for the DRUID PhD Conference, Aalborg, Denmark. january. pg. 16 -18. (Preliminary and incomplete paper).

Chaparro, F. (2001). "Conocimiento, aprendizaje y capital social como motor de desarrollo". Instituto Brasileño de Información en Ciencia, Revista Ciencia de la Información, Vol. 30, No. 1.

Coleman, J. (1990). "Social Capital". Foundations of Social Theory, Cap. 12, Belknap, Harvard, Cambridge.

Conferencia Mundial UNI Profesionales. (2000). "El Capital Intelectual Primero la Gente en la Economía de la Era de la Información". UNI, Singapur, agosto.

David, P. (2001). "Knowledge, Capabilities and Human Capital Formation in Economic Growth". New Zealand Treasury Working Paper 01/13.

Devinney, T., Midgley, D. y Soo, C. (2001). "The Process of Knowledge Creation in organizations". University of New South Wales – INSEAD, Francia.

Florez, P. (2001). "Capital Intelectual: Conceptos y Herramientas". Centro de Sistemas de Conocimiento Tecnológico, Monterrey.

Frank, R. (1992). "Melding Sociology and Economics: James Coleman's Foundation of social theory". Journal of Economic Literature, Vol. 30, Issue. 1, marzo. pg. 147-170.

Geanakoplos, J (1992). "Common Knowledge". Journal of Economic Perspectives, Vol. 6, Num. 4.

Hansson, F. (2002). "How to Evaluate and Select New Scientific Knowledge by Introducing the Social Dimension in the Evaluation of Research Quality". Department of Management, Politics and Philosophy, Copenhagen Business School, octubre.

Hansson, J. (1998). "Intellectual Capital – The latest trick to make management scientific?". Landcaster University, UK, January.

Holbrook, J. (1997). "The Use of National Systems of Innovation Models to Develop Indicators of Innovation and Technological Capacity". CPROST Report # 97-06.

Imparato, N. (1999). "Capital for Our Time: The Economic, Legal and Management Challenges of Intellectual Capital". Stanford: Hoover Institution Press. Stanford University.

Jaramillo, H., Piñeros, L., y Pombo, C. (2004). "Interacción entre el Capital Humano, el Capital Intelectual y el Capital Social: Una Aproximación a la Medición de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología". Investigación en curso financiada por Colciencias, Facultad de Economía, Universidad del Rosario, diciembre.

Jaramillo, H., y Rey, M. (2003). “La Ciencia y sus Tensiones: ¿Un Nuevo Contrato Social?”. Borradores de Investigación No 39, Facultad de Economía, Universidad del Rosario, Bogotá, septiembre.

Jaramillo, H., y Forero, C. (2002). “La Interacción entre el Capital Humano, el Capital Intelectual y el Capital Social: una aproximación a la medición de recursos humanos en ciencia y tecnología”. RICyT: Indicadores de Ciencia y Tecnología en Iberoamérica. Agenda 2002, Buenos Aires, septiembre.

Luthy, H. (1998). “Intellectual Capital and its measurement”. College of Business, Utah State University.

Menzies, M., Barwick, H., y Link, V. (2000). “Scholarships, Fellowships and Human Capital Formation in National Innovation Systems”. diciembre.

Ordoñez, P. (1999). “La Dinámica del Capital Intelectual como Fuente de Valor Organizativo”. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Oviedo, España.

Peluffo, C. (2002). “Introducción a la gestión del conocimiento y su aplicación al sector público”. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social – ILPES, Santiago de Chile, diciembre.

Pretty, J., y Ward, H. (2001). “What is Social Capital?”. Centre for Environmental and Society. World Development 29 (2), 209-227.

Ramlogan, R., y Metcalfe, J. (2002). “Limits to the economy of knowledge and knowledge of the economy”. ESRC, Centre for Research on Innovation and Competition (CRIC), Discussion Paper, Manchester.

Romer, P. (1990). “Endogenous Technological Change”. Journal of Political Economy, Vol. 98, No. 5.



Viedma, J. (2000). "Gestión del Conocimiento y el Capital Intelectual". Ponencia impartida en el 1er. Congreso de Directivos CEDE: La dirección de empresas en el siglo XXI. Humanismo y Tecnología. junio, Madrid.

**Parte VI**

**PAUTAS GENERALES PARA UN  
ESQUEMA DE INDICADORES DE IMPACTO  
DE LA INVESTIGACIÓN**

**Parte VI**  
**PAUTAS GENERALES PARA UN ESQUEMA DE**  
**INDICADORES DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN**

**Capítulo Único**

*Por Abelardo Duarte,  
Sergio Riaga,  
José Luis Villaveces,  
Bernardo Herrera y  
Clemente Forero*

**1. Introducción**

En las partes anteriores se han presentado los fundamentos conceptuales de la evaluación de los impactos de la investigación sobre la sociedad y una serie de ejercicios de evaluación de los impactos de los programas de ciencia y tecnología sobre la sociedad colombiana. En esta parte proponemos pautas para la construcción de un sistema de indicadores de impacto de la investigación para un país como Colombia, a partir del marco conceptual y de los ejercicios que han demostrado la viabilidad de medir determinados impactos de la investigación.

Como esos ejercicios no son exhaustivos, y apenas ilustran las mediciones de algunos impactos de mayor interés, se considera necesario abordar el diseño del sistema de indicadores de impacto a partir de un esquema global y abarcante. Una propuesta reciente es la de Godin y Doré (2000).

Estos autores presentan una clasificación sistemática de los impactos de la investigación científica, basada en una revisión de la literatura y un amplio conjunto de entrevistas con directores de centros de investigación. La propuesta tiene la ventaja de que coincide con nuestro planteamiento en el sentido de distinguir entre resultados (output) e impacto, y aspira a ser exhaustiva aunque, como es obvio, tiene limitaciones. Entre ellas destacamos la ausencia de los impactos de la investigación en la construcción de redes y capital social, un aspecto que ha sido central en el marco conceptual y en los análisis empíricos que hemos propuesto en este informe.

El capítulo se organiza en consecuencia de la siguiente manera. En la sección 2, se presenta el esquema de impactos e indicadores de Godin y Doré. Para cada una de las principales dimensiones propuestas por estos autores, se señala cómo se podrían implantar en Colombia indicadores que permitan una evaluación sistemática y permanente de ese impacto. Las dimensiones consideradas son las de los impactos en ciencia, tecnología, economía, cultura, políticas públicas y salud, en donde proponemos centrar la atención en la construcción del sistema de indicadores en una larga primera fase. Las demás dimensiones de impacto propuestas por Godin y Doré (sociedad, organizaciones, ambiente,

simbólica y entrenamiento) se dejan para una segunda fase que se iniciaría cuando se haya consolidado la primera fase de construcción del sistema. En la sección 3, a manera de epílogo de la sección anterior, se evalúa el alcance y limitaciones del esquema de las dimensiones de los impactos y sus indicadores propuesto por Godin y Doré.

En la sección 4, presentamos la dimensión del impacto de la investigación en la construcción de redes y capital social. Esto se hace siguiendo el esquema de los autores citados. Tal como se habrá hecho para las otras dimensiones, se indicará el papel que redes y capital social han tenido en la construcción del sistema nacional de ciencia y tecnología; se hará el recuento de los análisis empíricos orientados a evaluar los impactos en redes y capital social contenidos en la parte II del presente informe y se harán sugerencias orientadas a la evaluación sistemática y permanente del impacto de la investigación sobre redes y capital social.

Las siguientes secciones hacen recomendaciones generales sobre dos aspectos del sistema de indicadores propuesto en la sección 2: el sistema de información necesario para soportar los indicadores y permitir su utilización permanente, y los procedimientos de evaluación periódica que caracterizan el sistema de indicadores y evaluación de los impactos de la investigación sobre la sociedad colombiana.

## **2. Impactos e indicadores de la investigación**

En esta sección se hace un análisis de distintas dimensiones de impacto y sus respectivos indicadores, siguiendo el esquema propuesto por Godin y Doré,

En la propuesta metodológica de este informe, se han conceptualizado los “ámbitos” como espacios sociales donde se pueden observar los impactos de la investigación. El concepto de dimensión que usan Godin y Doré tiene un sentido similar, sólo que las dimensiones definen en forma más específica esos espacios sociales.

La dimensión de la ciencia de Godin no difiere fundamentalmente del ámbito de la ciencia y la educación que definimos en el capítulo inicial. Las dimensiones de políticas públicas, cultura y salud corresponden en el esquema de este informe a los ámbitos de las políticas públicas sociales (incluidas las de salud), y de la cultura. Las dimensiones de tecnología, economía y organización del esquema Godin-Doré se integran en el ámbito de la producción de esta propuesta.

El análisis de cada uno de estos ámbitos y sus correspondientes dimensiones se inicia por una breve sección en la que se exponen algunas formas como los indicadores de ese tipo han sido usados en el sistema de ciencia y tecnología. A continuación se examinan los impactos e indicadores de la clasificación inicial que hacen estos autores, se explica de qué manera se han medido esos impactos en el SNCyT y, finalmente, se proponen otros indicadores y en algunos casos otros enfoques de medición sobre la misma temática.

## a. Impactos en el **Ámbito de la Ciencia e Indicadores**

Para abordar el impacto y la visibilidad de la ciencia colombiana en el medio internacional se hizo un análisis cuantitativo de la producción de artículos indexados que se habían realizado en Colombia, en el periodo comprendido entre 1966 y 2002. De la actividad científica como tal, se evaluaron tres elementos básicos:

- i. Volumen de la producción científica indexada
- ii. Distribución de los artículos y los autores en las diversas áreas temáticas
- iii. Visibilidad internacional de la producción literaria indexada hecha en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano.

También se realizó un primer ejercicio exploratorio en torno al grado de relación de los autores colombianos con el resto de investigadores y comunidades científicas del exterior. Para ello se hicieron unos primeros análisis cualitativos de:

- i. Las coautorías en cada área temática de la ciencia establecida por ISI
- ii. La colaboración entre el entorno científico nacional y el resto de países del mundo

Según Godin y Doré (2000), el impacto de la investigación en la *dimensión científica* puede ser medido en un conjunto de indicadores referidos a tres sub-dimensiones que son: **Avances en conocimiento, Avances en las actividades de investigación y en la Formación de investigadores**<sup>1</sup>. A su vez, en cada sub-dimensión, propone una serie de sub-categorías en las cuales habría que observar si hubo, o no, cambios ocasionados por avances en la ciencia.

Para cada una de las categorías, Godin y Doré (2000) proponen dos tipos de indicadores: uno, que mida la presencia, o no, de un cambio ocasionado por los resultados o los avances de la ciencia. Otro, que estime la importancia cuantitativa o cualitativa de este cambio. El primer tipo de indicador, identificado con la letra *a*, consiste en una medición nominal (sí hubo cambio, o no lo hubo); el segundo tipo, identificado con la letra *b*, es una medición de naturaleza ordinal o cardinal (hubo mayor o menor cambio).

De las sub-dimensiones y los correspondientes indicadores planteados por Godin y Doré (2000) para evaluar el impacto de la investigación en la *dimensión científica*, resultan especialmente interesantes, en la dimensión general de **Avances del conocimiento**, la sub-área de *especialidades*, y en la dimensión de **Actividades de investigación**, las sub-áreas de *tipo de investigación, interdisciplinariedad, intersectorialidad e internacionalización*. También es importante considerar lo planteado en la dimensión general de **Formación de investigadores**.

---

<sup>1</sup> En este trabajo los ámbitos son equivalentes al concepto de dimensión de la realidad propuesto por Godin y Doré. “Nosotros construimos una tipología con once dimensiones correspondientes a igual número de categorías de impacto de la ciencia en la sociedad” (Godin y Doré, 2000:5) Las dimensiones mencionadas en dicho trabajo son: Ciencia, Tecnología, Economía, Cultura, Sociedad, Política, Organizaciones, Salud, Medio Ambiente, Simbólica y Formación y Entrenamiento

Los indicadores propuestos por Godin y Doré (2000) para el análisis del impacto de la ciencia en estas dos dimensiones son, sin embargo, limitados e incompletos. Por una parte, las propuestas de indicadores que allí se hacen son muy generales y carecen de una operacionalización concreta. Normalmente, estos autores dan una noción general de lo que habría que medirse, pero no detallan las variables o los métodos que permitirían tal medición. Por otra parte, los indicadores que allí se plantean pueden no ser los más adecuados para captar las especificidades de la actividad científica de un país en desarrollo como Colombia.

Aquí se proponen y concretan, entonces, unos indicadores básicos que pueden resultar más pertinentes para la eventual construcción de un sistema de evaluación permanente y sistemático del impacto de la ciencia en diferentes ámbitos de la sociedad colombiana.

### **Propuesta de Indicadores de Impacto de Investigación en el Ámbito de la Ciencia**

#### **Dimensión de la Ciencia**

#### **Subdimensión de Avances en el Conocimiento**

<b>Área de Impacto</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Especialidades de la Ciencia</b>	<p><i>En este caso, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología hizo, desde sus comienzos en 1991, énfasis marcado en la necesidad de crear doctorados en muchos campos y reforzar los pocos que iniciaban su camino en ese momento. La influencia de la Reunión Internacional sobre Doctorados llevada a cabo en 1990 y que se menciona en varios de los documentos de este informe era grande y muchos de los Simposios de 1992 hicieron suyas sus recomendaciones.</i></p> <p><i>También se propuso reforzar las maestrías de investigación. Las disposiciones en este sentido de la Ley 30 y la posterior creación y trabajo de la Comisión de Maestrías y Doctorados son pasos concomitantes dados en esta dirección, que sin duda muestra resultados positivos en la actualidad.</i></p> <p><b>Propuesta de Indicadores</b></p> <p><b>1. a.</b> La aparición de un nuevo programa de formación.</p> <p><i>*Para la construcción de un indicador como este el equipo investigador considera necesario hacer un seguimiento al número y la calidad de los programas de doctorado y maestría científica en el país. Estos programas son los que mas se acercan al concepto de especialidad de la ciencia. Desde el punto de vista de política científica, vale la pena recoger información sobre si esos nuevos programas se promueven en entidades públicas o privadas; cuáles son sus costos de implantación y sostenimiento; qué vínculos han establecido en el ámbito nacional e internacional y hacia que áreas temáticas se concentran esos programas (en qué disciplinas se crearon y qué tesis o productos observables han generado). Estos últimos análisis se pueden hacer con una metodología de estudio de caso o encuesta.</i></p>

	<p><i>INDICADOR: Número de nuevos programas de doctorado y maestría científica en Colombia.</i></p> <p><b>1. b.</b> Número de Matriculados en los Nuevos Programas de Formación.</p> <p><i>*Además de este indicador, es necesario mirar el número de estudiantes que verdaderamente finalizan el programa. Sería conveniente, por lo tanto, medir el promedio de estudiantes que finalizan programas de formación científica e investigativa en cada área y sub-área del conocimiento.</i></p> <p><i>También es importante medir la actividad y producción científica que se promueve o se realiza en los programas de doctorado y maestría científica. Para ello, hay que crear bases de datos confiables y generales que indiquen: Número de tesis realizadas en los programas, volumen y distribución temática de los productos certificados de nuevo conocimiento y los proyectos de investigación que se realizan gracias al programa de formación.</i></p> <p><i>Teniendo series de tiempo de estas variables, se podría hacer un análisis pormenorizado de la evolución los programas, tanto en sus aspectos cuantitativos (número de estudiantes y graduados, número de artículos y proyectos de investigación realizados, etc.) como cualitativos (temáticas trabajadas, tipos de investigación adelantada, etc.).</i> <i>INDICADOR: Promedio de estudiantes que se matriculan en programas de doctorado y maestría científica así como el promedio de los que se gradúan de los mismos año a año. Este análisis puede hacerse por área temática de la ciencia.</i></p> <p><b>1. b.</b> Número de nuevas publicaciones y nuevos artículos científicos publicados por especialidad. <i>* Además del conteo de artículos, es necesario establecer el número de autores que los escriben. Es conveniente mirar, también, la proporción de artículos que son escritos por autores individuales o coautores. Dentro de estas estadísticas es necesario establecer si la investigación nacional hay alguna colaboración local, regional, nacional o internacional</i></p>
--	---

## Impacto en la ciencia

### Sub-dimensión: Actividades de investigación

Área de Impacto	Indicador
<b>Contribuciones a la investigación</b>	<p><i>El número de publicaciones nuevas fue desde el principio una preocupación de todos los programas. La frase "lo que no se publica no existe" comenzó a hacer carrera y se empezó también a hablar con insistencia en algunos de los Programas Nacionales de la necesidad de publicar en revistas internacionales. Al mismo tiempo se introdujo la noción de reconocimiento ligado a las publicaciones. La primera convocatoria a Grupos de Investigación hecha en 1991 fue clara en reconocer como mejores grupos a los que tenían más y mejores publicaciones. La aprobación del Decreto 1444 de 1992 fue otro paso importante en esa dirección cuando unió el salario de los profesores de la universidad pública a sus publicaciones. La creación del Sistema Nacional de Investigadores, que funcionó durante dos años a mediados de la década fue otra señal en la misma dirección. La formación del Índice de</i></p>

	<p><i>Publicaciones Científicas Colombianas -PUBLINDEX-, que comenzó en 1996 y se ha venido consolidando ha sido un paso en dirección de la calidad.</i></p> <p><i>Hoy todos los indicadores muestran que aumentó considerablemente tanto el número de publicaciones como su calidad y su inserción internacional.</i></p> <p><b>Propuesta de Indicadores</b></p> <p><b>6. a.</b> El número de nuevas publicaciones</p> <p><i>*Además del conteo de artículos, es conveniente saber si son publicaciones nacionales o internacionales. Es necesario recoger información detallada sobre el año de publicación, la revista (con su índice de impacto internacional), el autor, su nacionalidad, el país donde se publica y la institución que lo patrocina. Igualmente es conveniente establecer el número de autores que los escriben; la proporción de artículos que son escritos por autores individuales o coautores y las áreas o sub-áreas donde se producen los nuevos artículos. INDICADOR: Número de Publicaciones de nuevo conocimiento por año visto en CvLAC y en bases bibliográficas internacionales.</i></p>
<p><b>Tipos de investigación</b></p>	<p><i>La intensificación y diversificación del tipo de investigación hecha entre fundamental y aplicada, así como los llamados continuos a la interdisciplinariedad también atrajeron la atención de todos los consejos y simposios de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología desde el principio. De hecho, la misma creación de los once programas es un paso en esta dirección. Todos se propusieron desde el primer momento tareas importantes de investigación aplicada y algunos –no todos- reivindicaron también la necesidad de apoyar la investigación fundamental. De hecho, una tensión que ha estado presente a lo largo de los trece años de funcionamiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología ha sido si se deben financiar los proyectos que lleguen por la iniciativa libre de los grupos de investigación o sólo aquellos que respondan a convocatorias orientadas que van en la dirección de la investigación aplicada. Las decisiones se han inclinado en las dos direcciones en distintas ocasiones.</i></p> <p><b>Propuesta de Indicadores</b></p> <p><b>7. a.</b> La intensificación o diversificación del tipo de investigación realizada</p> <p><i>*En la medida que se especifique la naturaleza y el tipo de actividad científica que adelantan los agentes, en cada disciplina o área temática, es posible medir si los avances en la investigación han sido orientados, por ejemplo, hacia la teoría pura, la investigación aplicada o la investigación estratégica.</i></p> <p><i>Para construir un indicador de este aspecto, se requiere, en primer lugar, definir y unificar unos criterios básicos en cuanto a los tipos posibles de actividad e investigación científica que pueden adelantar los grupos, los centros y/o las universidades, en cada área del conocimiento. En segundo lugar, hay que asignar a cada uno de estos grupos una medida relativa del tipo de actividad que adelanta. Lógicamente, en un mismo centro de investigación pueden coexistir o complementarse distintas clases de investigación científica; unos investigadores</i></p>



	<p>harán propuestas teóricas y metodológicas y otros estarán encargados de las propuestas o las validaciones empíricas. Sin embargo, se puede especificar dónde y quiénes adelantan ese tipo particular de actividad y si los grupos o centros verdaderamente se especializan en uno o en otro tipo de actividad científica. En esa medida, los proyectos o los artículos en los que participan tales agentes podrían ser un indicio del tipo de actividad científica al que se dirige el grupo (además de la información que se pueda extraer del artículo como tal: en qué journal fue publicado, la categoría en el. En tercer y último lugar, se podría hacer una descripción general de los tipos de investigación que se presentan en el conjunto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano.</p>
--	--

<b>Área de Impacto</b>	<b>Indicador</b>
<b>Interdisciplinariedad</b>	<p><i>El llamado a la interdisciplinariedad y el fomento particular a proyectos de investigación que respondan a ella ha sido constante y muestra algunos indicadores de éxito en cuanto a las publicaciones en colaboración interdisciplinaria. Los acercamientos entre ciencias básicas y ciencias agrícolas o entre ciencias básicas y ciencias de la salud han sido estimulados desde varios consejos y las publicaciones resultantes han aparecido. El programa de Biotecnología es un ejemplo de un programa enteramente interdisciplinario con un importante impacto en el número de publicaciones.</i></p> <p><b>Propuesta de Indicadores</b></p> <p><b>8. b.</b> El crecimiento en el número de publicaciones en colaboración interdisciplinaria y citaciones entre disciplinas  <i>*Para poder diseñar un indicador confiable del nivel de colaboración entre disciplinas, es conveniente tener, en primer lugar, una clasificación precisa de las áreas de la ciencia y las sub-temáticas que puedan llegar a integrarlas. También se necesita una clasificación de los grupos y los investigadores en cada una de esos campos de trabajo científico. La clasificación de las áreas de la ciencia podría hacerse con la colaboración de expertos o con la adaptación cuidadosa de clasificaciones previamente elaboradas por otros organismos. En segundo lugar, no sólo hay que mirar el nivel de citaciones entre disciplinas. También hay que contabilizar y evaluar las coautorías entre profesionales de diferentes áreas y las colaboraciones entre grupos o centros de investigación con distintas áreas de trabajo científico.</i></p>
<b>Intersectorialidad</b>	<p><i>La intersectorialidad también ha sido buscada especialmente en los programas de índole aplicada del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. El programa de ciencias de la salud buscó su acercamiento con grupos de antropología, de ingeniería electrónica,</i></p>

*de ingeniería mecánica, de administración, etc. Hay resultados pero el énfasis hacia las publicaciones intersectoriales ha sido menos marcado.*

9. b. El crecimiento en el número de publicaciones producto de colaboración intersectorial

*\*Para un indicador de este estilo es necesario que los autores de artículos provean información precisa sobre las entidades que patrocinaron su trabajo, su posición laboral o académica dentro de ella, su nacionalidad y el país en el cual adelantaron su trabajo.*

*\*Para medir la relación entre el sector productivo y el científico, por ejemplo, se podría aplicar un estudio bibliométrico que mida el grado de relación entre patentes y artículos científicos: qué tantas citas hacen las patentes de trabajos científicos y viceversa. También se podría definir una relación entre el sector educativo y el productivo midiendo la participación de las empresas en la formación de capital humano.*

*\*Otro elemento importante que debe ser objeto de medición es el relacionado con el grado de cooperación que hay entre los agentes científicos, las empresas privadas, las entidades oficiales y estatales y los organismos no gubernamentales. No sólo habría que mirar las publicaciones conjuntas que han hecho, sino los proyectos de investigación que han realizado, el apoyo institucional, logístico y financiero que han brindado entre sí.*

*INDICADOR: Porcentajes de coautorías que combinan diferentes sectores de actividad económica. Esta información está disponible en la Convocatoria de Grupos y en algunas otras bases de datos bibliográficas.*

**Internacionalización**

*Internacionalización ha sido una de las palabras clave del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y muchos esfuerzos para obtener cooperación internacional, para vincularse a redes internacionales, para responder a llamados hechos por otros países, para construir proyectos en colaboración internacional han sido adelantados. El indicador del número de publicaciones en colaboración internacional ha sido explícitamente buscado y favorecido.*

10. b. El crecimiento en el número de publicaciones en colaboración internacional. *\*Para medir la colaboración internacional en la ciencia hay que analizar las coautorías y las citas entre profesionales y artículos de diferentes países. En este aspecto también hay que medir la participación de profesionales o grupos de investigación nacionales (internacionales) en eventos o proyectos de investigación internacionales (nacionales). Ambos cálculos deben hacerse en el agregado y para cada área del conocimiento. Asimismo, deben*

*construirse series de tiempo de estas variables. INDICADOR: Porcentajes de coautorías entre colombianos y autores de otros países. Este tipo de análisis se desarrolla en el capítulo que analiza el impacto internacional de la ciencia colombiana.*

En la medición del impacto de la ciencia sobre las áreas particulares de Interdisciplinariedad, Intersectorialidad e Internacionalización resulta fundamental complementar los anteriores indicadores con análisis detallado de redes sociales que en este caso corresponderían a redes tecno-científicas (Callon, 2001). A través de este tipo de estudios, es posible establecer, entre otros aspectos, la posición relativa y el tipo de vínculos que adquieren los agentes (investigadores, autores, grupos, centros de investigación, universidades, empresas, entidades estatales, organizaciones gubernamentales, etc.) dentro de las redes y los sistemas científicos, económicos, etc.

Para el caso particular de la ciencia, es importante implementar análisis de redes en los siguientes casos:

- a. Redes de coautorías y citas (en el agregado y para cada área y sub-área de conocimiento). El análisis de coautorías, permite medir el grado de colaboración científica a nivel local, regional, nacional e internacional. También es una herramienta útil para medir la permanencia o estabilidad de grupos o comunidades científicas.

Con el análisis de redes de citas es posible medir la visibilidad y la importancia de los autores e investigadores dentro de las redes científicas nacionales e internacionales. Asimismo, permite definir aquellas temáticas en las que se concentra el trabajo y el debate científico más importante.

- b. Redes de colaboración científica entre investigadores, grupos, centros y demás organizaciones e instituciones científicas. Con este análisis se pueden obtener respuestas concretas a la pregunta de si existen verdaderos sistemas y comunidades científicas en Colombia. Además, se puede medir, por una parte, la estabilidad o inestabilidad de esas colaboraciones, y por la otra, las áreas o temas en las cuales se presentan esas colaboraciones.
- c. Redes de cooperación intersectorial entre agentes científicos y empresas, entidades estatales y gubernamentales, organismos no gubernamentales, etc. Este tipo de análisis permitiría tener unos indicios claros sobre la articulación e integración de la ciencia a diferentes ámbitos de la sociedad.

De otra parte, el capítulo II.1, que presenta el análisis estadístico del impacto internacional de la comunidad científica colombiana, lleva a proponer un conjunto de medidas de la actividad científica a lo largo del tiempo. Al final de ejercicios exploratorios como los propuestos en dicho capítulo, se esperaría que los resultados pudieran ser sintetizados en tablas como la siguiente. Lo ideal sería, entonces, diseñar una herramienta que describiera,

simultáneamente, el estado y la evolución o dinámica de la actividad científica nacional. De esta forma, sería posible empezar a proponer modelos explicativos de tales actividades y productos científicos.

Actividad Científica	Estática		
		Estabilidad (g)	Estabilidad (a)
1. Volumen	<p>Aspectos relacionados con:</p> <p>a. N° de artículos indexados (en el total y en cada área)</p> <p>b. N° de autores por cada artículo publicado (en el total y en cada área)</p>	<p>Aquí se analizaría la dinámica de los siguientes tres aspectos:</p> <p>a. Si los autores colombianos trabajan más de forma individual o en cooperación con otros investigadores</p> <p>b. Si su trabajo científico se realiza más entre nacionales o con coautorías internacionales</p> <p>c. ¿Qué forma adopta esa cooperación entre investigadores nacionales y/o internacionales?: ¿Son coautorías, grupos de investigación, o comunidades académicas institucionalizadas. (por área y para el agregado)?</p>	<p>Este tipo de valoración pretende establecer cuál es la continuidad del trabajo científico en determinadas áreas, y si la actividad científica colombiana más reconocida internacionalmente se especializa en uno o varios campos temáticos, a lo largo del tiempo.</p>
2. Distribución	<p>Este indicador se propone para determinar en qué áreas se producen más artículos y en dónde se concentran, o se reparten, los diferentes investigadores y autores que los escriben. El propósito es determinar cuál es el peso relativo de cada área frente al total (en términos del porcentaje que representan los artículos clasificados en un área con respecto al total de publicaciones hechas en el SNCyT colombiano), de</p>		

	forma que se pueda establecer un primer indicio del grado de especialización de la ciencia colombiana. Estas observaciones se deben realizar para el agregado como para cada uno de los años de forma que se pueda describir la dinámica del proceso.
3. Visibilidad	Tomando en cuenta la estadística del número de citas recibidas por los artículos indexados colombianos, es posible tener unos primeros datos en cuanto a la visibilidad y el impacto que tienen los resultados obtenidos en investigaciones colombianas frente a la comunidad científica internacional. Este indicador puede aplicarse para el total de artículos y para cada una de las áreas temáticas escogidas. Estas observaciones se deben realizar para el agregado como para cada uno de los años de forma que se pueda describir la dinámica del proceso.
<b>Aspectos relacionales</b>	
1. Posicionamiento (centralidad) y relaciones científicas	Para identificar la posición de los actores en un grupo o una red, se recurre al concepto de centralidad que se analiza en tres dimensiones diferentes (Sanz, 2001): En grado, proximidad y mediación. Bogarte, Everet y Freeman (1999) han sugerido que el grado representa el nivel de la actividad comunicativa (la capacidad de comunicarse directamente con otros); la proximidad se refiere a la independencia (la capacidad de llegar a muchos otros sin apoyarse en intermediarios); y la mediación que indica o representa el control de la comunicación de los demás, y su capacidad de restringirla.  Estos indicadores se construyen con base en los conteos básicos sobre las coautorías que comparten los investigadores colombianos, las citas que hacen de sus trabajos, y los vínculos formales e informales que se pueden inferir de la base de datos de publicaciones. Estas observaciones se deben realizar para el agregado como para cada uno de los años de forma que se pueda describir la dinámica del proceso.

## **Impacto en la ciencia**

### **Sub-dimensión: Formación de investigadores**

El entrenamiento de investigadores en la adquisición de competencias de investigación ha sido uno de los elementos esenciales de la política de regionalización del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Reconociendo las diferencias entre algunas instituciones cuyos investigadores tienen más desarrolladas esas competencias y acceden con más facilidad a los recursos y otras en que este no es el caso, se han adelantado diversas estrategias orientadas a aumentar estas competencias por la vía de la asociación, de las tutorías directas, y otras formas. En general los resultados han sido escasos y poco proporcionales al esfuerzo invertido.

Un indicador que podría servir para mirar cuál ha sido el impacto de los avances de la ciencia en la formación de nuevos investigadores, consistiría en establecer si los investigadores que más publican artículos nacionales e internacionales lideran proyectos o grupos de investigación nacionales en los cuales se encuentran estudiantes, jóvenes investigadores o asistentes graduados. Habría que determinar, también, si estos autores tienen coautorías con ese tipo de personas en formación. Asimismo, hay que evaluar si estos investigadores con productos y actividades científicas reconocidas están directamente involucrados en procesos de educación e instrucción formal (enseñanza en pregrado, postgrado y/o doctorado); por ejemplo, si entre sus tareas académicas y pedagógicas, incluyen la realización de seminarios o materias en las que exponen y difunden los resultados de sus trabajos particulares, o si estos sirven de material bibliográfico para otras materias, en diferentes instituciones de educación formal.

## **Impactos e indicadores de la investigación**

### **Impactos de la ciencia en el ámbito de la cultura**

En el proyecto adelantado por este equipo investigador, el tema de la relación entre ciencia y cultura se abordó desde una noción básica de acompañamiento. La pregunta fundamental que guió el análisis fue ¿cómo ha acompañado la ciencia y la tecnología – en especial el programa de ciencias sociales en COLCIENCIAS – las grandes transformaciones culturales del país?

El acompañamiento se refiere al seguimiento y el aporte de uno o varios proyectos de investigación a la identificación, comprensión y discusión social de determinadas realidades o problemáticas relacionadas con los procesos culturales. Esta idea de acompañamiento contrasta con la noción de impacto de la ciencia en la cultura que desarrollan Godin y Doré (2000). Aquí no se pretende evaluar la influencia potencial o real de las actividades y los productos científicos en las actitudes, los valores y demás aspectos culturales del país. Se busca establecer, más bien, qué tanto la investigación científica ha dirigido su mirada a los temas y las problemáticas culturales, y en qué dimensiones o sub-dimensiones de esos fenómenos culturales ha concentrado su estudio. En el acompañamiento de la ciencia a la cultura, se examina, entonces, cuál es, en dónde y cómo es el aporte la ciencia al conocimiento social sobre los procesos culturales en Colombia.

El estudio del acompañamiento de la ciencia colombiana a las grandes transformaciones culturales del país planteó, en principio, dos desafíos. En primer lugar, se requería identificar de una manera objetiva los cambios culturales fundamentales. Había que captar las transformaciones estructurales globales más allá de las coyunturas particulares que llegara a identificar el grupo investigador. En segundo lugar, era preciso “aterrizar” la generalidad de esos cambios a una serie de ejes temáticos precisos que pudieran ser asociados con los diversos temas adelantados por los proyectos de investigación consignados en la base de COLCIENCIAS. Los cambios culturales debían concretarse en temáticas que pudieran considerarse como posibles objetos de investigación de los proyectos aprobados por COLCIENCIAS.

Lo primero se abordó a través de entrevistas personales con expertos reconocidos por su trayectoria en la investigación social colombiana. Por medio de sus respuestas a la pregunta fundamental de cuáles consideraban ellos los cambios culturales en Colombia más importantes en los últimos tiempos, el filósofo Jesús Martín-Barbero y el historiador Jaime Jaramillo Uribe, contribuyeron con su visión particular a la identificación de tales transformaciones.

Lo segundo, la precisión de estos cambios en temas y sub-temas de cambio cultural, se resolvió con la construcción de un “esquema” particular de cambios culturales. Este esquema permitió sintetizar los planteamientos de los investigadores arriba señalados en tres dimensiones fundamentales de la vida social: La identidad percibida y auto-percibida de los actores sociales, el comportamiento y la interacción social de los mismos, y la evolución social y económica de la comunidad como agregado.

Para tener un panorama más o menos detallado del seguimiento que han realizado los proyectos de investigación aprobados en el programa de Ciencias Sociales a estos cambios culturales en el país, se analizaron los siguientes aspectos:

- Distribución de las investigaciones en los diversos temas asociados con los cambios culturales. (Concentración/dispersión)
- Consonancia de la investigación colombiana con los temas culturales más destacados en los últimos quince años (Articulación /no-articulación)
- Cobertura temática en cada uno de las áreas y sub-áreas de cambio cultural (Cubrimiento/raleza)

Vale la pena insistir que esta investigación en particular, si bien abordó el ámbito de la cultura, no constituyó un estudio cultural como tal. El objetivo principal del trabajo fue de carácter metodológico: la construcción y aplicación de unos indicadores cuantitativos que permitieran evaluar la actividad y la distribución de la investigación en ciencias sociales en torno a temáticas culturales concretas; en ningún momento se pretendió medir un fenómeno de orden cultural.

Paralela a esta metodología de clasificación de proyectos en determinadas temáticas de cambio cultural, se aplicó otro tipo de análisis de temáticas de los proyectos. A través del uso de un algoritmo competitivo en un modelo de redes neuronales, se llevó a cabo una asignación “automática” de los proyectos. Aunque la metodología y los resultados obtenidos son preliminares, el ejercicio abre líneas de trabajo muy prometedoras, sobre todo en cuanto al manejo y depuración de la información. Con el modelo que se desarrolló en este ejercicio, fue posible manejar y clasificar una gran cantidad de información en torno a los proyectos, dejando a un lado criterios demasiado subjetivos o artificiales.

A continuación, se compara la propuesta de Godin y Doré (2000) en torno a la medición del impacto de la ciencia en la cultura con el enfoque desarrollado en la presente investigación sobre acompañamiento de la ciencia a la cultura. El contraste entre estas dos metodologías de medición servirá para construir unos primeros indicadores concretos que permitan identificar y evaluar las múltiples relaciones posibles entre la dimensión científica y el ámbito social de la cultura.

## Impacto en la cultura

### Sub-dimensión: Conocimiento

<b>Área de Impacto</b> <b>El conocimiento y el entendimiento de la realidad y las ideas (adquirido a través de mecanismos formales e informales)</b>	<b>Indicador</b>
	<p>29. b. Tasa de graduación universitaria, profesional y técnica; resultados académicos en las carreras de ciencias; comprensión de conceptos científicos.</p> <p><i>* En primer lugar, el impacto de la ciencia en la cultura, y específicamente en el conocimiento colectivo de una sociedad, no se limita a mayores inversiones y cantidades de capital humano. El conocimiento de una sociedad no se agota en las habilidades y atributos individuales de cada uno de sus ciudadanos. El conocimiento que circula en una sociedad también incluye el conocimiento compartido en las organizaciones y “la estructura de relaciones entre y a través de los actores” (Coleman, 1990).</i></p> <p><i>El conocimiento disponible en una sociedad se puede representar a través de tres tipos interdependientes de capital: el capital humano, el capital intelectual y el capital social (ver capítulo sobre “Interacción entre capital humano, capital social y capital intelectual en el contexto del nuevo contrato social de la ciencia”). Por lo tanto, para medir el impacto de la ciencia en la cultura, es conveniente evaluar las posibles interacciones entre la actividad científica y el sistema que conforman estos tres tipos de capital</i></p> <p><i>IINDICADORES: - N° de estudiantes de pregrado, postgrado y doctorado que han participado en proyectos de investigación, artículos y/o seminarios nacionales y extranjeros. Esto permitiría establecer si la actividad investigativa es compatible con la formación de nuevos recursos humanos.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>N° de investigadores, grupos, centros y demás agentes científicos que participan en proyectos conjuntos con el sector privado, en centros de desarrollo tecnológico, o en consultorías para empresas privadas u oficiales. Este cálculo sirve para ver si aquellos que integran los procesos y las actividades estrictamente científicas hacen algún aporte al capital intelectual de las organizaciones. Los datos pueden discriminarse para cada sector económico.</i></li><li>- <i>N° de proyectos de investigación en los que intervienen, simultáneamente, agentes científicos y organizaciones no gubernamentales. Por área y sub-área del conocimiento</i></li></ul> <p><i>En segundo lugar, hay que evaluar</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. <i>si la investigación científica ha analizado estas formas complejas de conocimiento social e individual, y</i></li><li>b. <i>cuál es la influencia potencial que puede ejercer sobre su eventual transformación</i></li></ul> <p><i>Además de preguntar si la ciencia determina una mayor o menor acumulación de capital humano, capital intelectual o capital social, hay que analizar cómo la ciencia ha estudiado las diversas formas de conocimiento social e individual y cuál ha sido el acompañamiento de la investigación científica al desarrollo del conocimiento en la sociedad y la cultura colombiana. Una metodología para medir acompañamiento de la ciencia a estos aspectos de la sociedad y la cultura, es la que se propuso para analizar el seguimiento de los proyectos de investigación a las transformaciones culturales en Colombia.</i></p>



## Impacto en la cultura

### Sub-dimensión: Know-How

Área de Impacto	Indicador
<b>Habilidades Intelectuales</b>	<p>30. a. El desarrollo de nuevas habilidades: creatividad, análisis y síntesis</p> <p>30. b. El nivel de dominio de habilidades recientemente adquiridas. Por ejemplo: La capacidad de aplicar habilidades matemáticas básicas, el nivel de autonomía del individuo para realizar transacciones económicas básicas como el ahorro o la preparación de un presupuesto o la redacción de un documento complejo. <i>INDICADORES: Análisis de los resultados de las pruebas de conocimiento a estudiantes, según el nivel educativo de los mismos (Pruebas SABER, ICFES, GMAT, GRE, SAT, TOEFL, ECAES etc...)</i></p> <p><i>*Sobre los indicadores que sugieren Godin y Doré (2000, p. 32) para medir el impacto de la ciencia en las habilidades y el “know-how”, hay que señalar que pueden conducir a conclusiones ambiguas, mientras no se precisen tres aspectos principales: Por una parte, hay que construir una definición concreta de los atributos intelectuales que se consideran importantes para el desenvolvimiento de una sociedad. Por la otra, hay que examinar cómo puede incidir la actividad científica en la formación y el desarrollo de estos atributos particulares.</i></p> <p><i>Una forma, es a través del acompañamiento que realiza la investigación científica al análisis, el diseño o la implantación de modelos educativos que promuevan ciertas habilidades y atributos intelectuales. No obstante, la investigación científica no se debe limitar a proponer modelos o innovaciones educativas que supuestamente promuevan el desarrollo de ciertos atributos intelectuales. También debe evaluar la efectividad de los modelos educativos existentes para formar determinadas habilidades y, a su vez, el impacto que éstos han tenido en el desenvolvimiento social y económico de las personas.</i></p> <p><i>Otra forma en la que se puede medir si la ciencia ha influido en las habilidades y el know-how de la sociedad es indagando cuáles han sido las estrategias de los agentes científicos para difundir y socializar los resultados y los logros de sus investigaciones. Cuando un investigador expone o reproduce los resultados de sus investigaciones, está mostrando y enseñando nuevas formas de abordar y resolver problemas. En ese sentido, hay que mirar los procesos de difusión y apropiación de los resultados científicos. Es fundamental, por lo tanto, que COLCIENCIAS haga un seguimiento más estricto de los resultados y los productos de la finales de la investigación realizando incluso, una base de datos en la que se especifique qué, dónde y quienes publicaron, en qué eventos nacionales e internacionales participó el grupo investigado., etc.</i></p> <p><i>Entre más personas pueden acceder a esos resultados, es más probable que la sociedad empiece a valorar y aplicar nuevas formas de pensamiento y de solución de problemas.</i></p> <p><i>INDICADORES: N° de publicaciones no-científicas o no-técnicas realizadas por autores que participan en proyectos financiados por COLCIENCIAS;</i></p> <p><i>N° de veces que aparecen en medios masivos de comunicación palabras clave relacionadas con proyectos y actividades científicas adelantadas dentro del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano</i></p> <p><i>N° de instituciones dedicados a la enseñanza y difusión de hallazgos científicos</i></p> <p><i>N° de eventos realizados en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología dirigidos a la exposición y difusión de hallazgos científicos nacionales para no especialistas (ferias de la ciencia, seminarios, conferencias, programas radiales o televisivos, etc.)</i></p>

## Impacto en la cultura

### Sub-dimensión: Actitudes e Intereses

Área de Impacto	Indicador
<b>Actitudes e intereses frente a:</b> <b>- la ciencia en general,</b> <b>- las instituciones científicas,</b> <b>- las controversias en ciencia y tecnología,</b> <b>- las noticias científicas y</b> <b>- la cultura científica en general</b>	32.a) La participación en actividades científicas 32.b) El número de horas dedicadas por un individuo a escuchar o a mirar programación científica en la televisión o en la radio y la dedicación a actividades de ocio de carácter científico. - El número de horas dedicadas a leer periódicos o magazines de ciencia y tecnología. - El nivel de cubrimiento de noticias científicas en los medios - El nivel de aceptación de la innovación en ciencia y tecnología (Organismos modificados genéticamente, clonación, etc...) - El número de visitantes a museos de ciencia y tecnología <i>* Aunque el presente proyecto no abordó estas temáticas, vale la pena hacer dos anotaciones a los indicadores aquí propuestos. En primer lugar, la medición directa de estos aspectos sólo es posible a través de encuestas con muestras muy reducidas y de poca confiabilidad. Se sugiere más bien, revisar estadísticas asociadas a la compra y venta de nuevas tecnologías, discriminando los gastos realizados por hogares, firmas, entidades publicas etc.</i> <i>También se puede medir compra y venta de materiales bibliográficos asociados con la ciencia; el número de libros o revistas especializadas que se publican en torno a determinadas áreas o sub-áreas de la ciencia. También se puede mirar el número de editoriales que publican los resultados de investigaciones científicas, diferenciando editoriales universitarias, comerciales, etc.</i> <i>En segundo lugar, los indicadores propuestos deben ir más allá. No sólo hay que indagar si en una sociedad hay menos o más lectores de revistas científicas; también debe evaluarse la forma y los espacios en los cuales la ciencia se ha articulado con los</i>

### Impacto de la Investigación en el Sector de las Políticas Públicas

Al igual que en el trabajo sobre actividad científica y transformaciones culturales, aquí se también se desarrolló la noción de acompañamiento para estudiar el seguimiento de la actividad científica a las políticas públicas en Colombia. A través de un doble análisis cualitativo y cuantitativo de los proyectos aprobados por COLCIENCIAS en los programas nacionales de ciencia y tecnología en Ciencias Sociales y Humanas, Estudios Científicos de la Educación y Ciencia y Tecnología de la Salud, se evaluó la distribución y la cobertura temática de estas investigaciones, entre 1990 y 2002, en los diversos tópicos asociados con las políticas públicas; en especial las referidas a la promoción y el mejoramiento del bienestar social.

La idea de acompañamiento de la ciencia a la política pública no se limitó a mirar si la ciencia había influido, o no, en la creación o proposición de alguna medida o política particular para transformar el entorno. Fue más allá. Sirvió para analizar el intercambio que hasta el momento había surgido entre la investigación científica (no-prescriptiva) y el entorno social y físico que la rodeaba. En el análisis de esta relación recíproca, se intentó

evaluar, caracterizar y medir la contribución de la ciencia al conocimiento y el entendimiento social sobre problemáticas y temáticas relevantes para las políticas públicas sociales. En general, se pretendió establecer en qué temas la ciencia había mostrado avances en el conocimiento de nuevas realidades o problemáticas que eran relevantes para las políticas públicas sociales. Incluso, se trató de establecer en qué medida los avances científicos habían jalonado de alguna manera las decisiones y las acciones políticas, brindando herramientas y conocimientos pertinentes para promover algún cambio social desde la acción colectiva o gubernamental.

En la visión de acompañamiento que se desarrolló en el proyecto, la ciencia puede influir en las políticas, pero no las determina.

Con el propósito de medir el acompañamiento de la investigación científica nacional a las temáticas asociadas con las políticas públicas para el desarrollo, se construyó, en primer lugar, un esquema temático en el que se organizaban y se especificaban cada uno de esos temas. Luego, a través de dos metodologías diferentes, pero complementarias, se clasificaron “manualmente” los proyectos aprobados en los programas de Ciencias Sociales, Estudios Científicos de la Educación y Ciencia y Tecnología de la salud. A esto se sumó la clasificación “automática” de otras bases de datos de proyectos aprobados en COLCIENCIAS, con el uso de un algoritmo competitivo en un modelo de redes neuronales.

De estos ejercicios, vale la pena destacar los campos de investigación que se abren con una noción como la de acompañamiento. Por medio de esta idea, es posible establecer si el conocimiento científico en Colombia ha resultado pertinente o no; si ha servido para que la sociedad en su conjunto entienda mejor su entorno y esté en capacidad de transformarlo; en qué áreas o problemáticas ha concentrado su interés y si en esos aspectos el país ha mostrado avances o no.

A través de estas y otras indagaciones, es posible abordar el tema general del impacto de la ciencia en la sociedad. Ya no desde una perspectiva reduccionista, en la que se mide de forma a-priori si los investigadores inciden en las decisiones de política, o si los logros en un proyecto de investigación modifican los hábitos y las percepciones de los individuos. Con el enfoque de acompañamiento, es posible tener una visión más integral y realista del papel de la ciencia en la sociedad, en la que cualquier clase de investigación científica, en cualquier área o sub-área del conocimiento, tiene el potencial de participar en los cambios y el progreso de una sociedad.

Para operacionalizar el concepto de acompañamiento, de forma que se convierta en una serie de indicadores confiables que midan el “verdadero” aporte de la ciencia a la sociedad, es indispensable precisar el ámbito que se quiere mirar y las posibles formas en las que la ciencia puede abordarlo y transformarlo. Por ejemplo: si se quiere establecer el impacto de la ciencia en las políticas públicas, éstas no se pueden simplificar en un conjunto de normas o leyes oficiales autónomamente impuestas por un Estado. Es necesario ir más allá. Como se verá a continuación, las políticas públicas se refieren a la identificación de problemáticas en una sociedad, a la discusión sobre cuáles son los métodos más adecuados para transformarla positivamente, a las pautas y los criterios que deben guiar las decisiones de política, etc. El papel de la ciencia no se reduce, entonces, a proponer una mejor ley o una nueva norma. Consiste, sobre todo, en revelar aspectos de la realidad social que no son visibles para el hacedor de política o para el conjunto de la sociedad. A partir de ahí, el

impacto de la ciencia en la sociedad consiste en brindar, desde la investigación sistemática y permanente, alternativas y soluciones que permitan alcanzar las metas que la propia sociedad se haya impuesto.

Para Godin y Doré (2000), el impacto de la ciencia en la dimensión de la política se puede medir en las siguientes tres sub-dimensiones, con sus correspondientes indicadores:

### **Impacto de la ciencia en la política**

#### **Sub-dimensión: Hacedores de política (policy makers)**

<b>Área de impacto</b>	<b>Indicador</b>
Alerta, intereses, actitudes	<p>38.a) Un Nuevo interés o actitud hacia preguntas de interés público que involucran C&amp;T</p> <p><i>* La importancia de este indicador es indiscutible. Sin embargo, debe ser precisado. Por una parte, es conveniente evaluar cómo los hacedores de política abordan las problemáticas de ciencia y la tecnología en sus planes de desarrollo, sus documentos oficiales, sus declaraciones públicas, sus propuestas y proyectos de ley, etc. Por medio de un diccionario básico en el que se consignaran palabras claves en torno a la política en ciencia y tecnología, sería posible analizar los contenidos de esa clase de documentos. Se calcularía la frecuencia de aparición de cada esas palabras y se podrían obtener algunas conclusiones en cuanto al interés y las percepciones de los políticos frente a los temas de ciencia y tecnología.</i></p> <p><i>Lógicamente, estos resultados se podrían comparar con las normas y las leyes que efectivamente se han llevado a cabo por los formuladores y legisladores de política pública; de esta manera, se podría medir el compromiso real de los hacedores de política en ciencia y tecnología.</i></p>

## Impacto de la ciencia en la política

### Sub-dimensión: Acción pública

Área de impacto	Indicador
Ley/Jurisprudencia/Ética	39.a) Una nueva jurisprudencia <i>INDICADOR: Número de leyes en las que participaron grupos de investigación colombianos según su reporte a CvLAC.</i>
Políticas	40.a) Una nueva ley o política <i>INDICADOR: Número de leyes en las que participaron grupos de investigación colombianos según su reporte a CvLAC.</i>
Programas/Regulación/Normas  Estándares	41.a) Un Nuevo programa regulación o norma <i>INDICADOR: Número de decretos en los que participaron grupos de investigación colombianos según su reporte a CvLAC.</i>  42.b) Uno o varios estándares nuevos (estandarización) <i>INDICADOR: Número de procedimientos y estándares (ICONTEC) en los que participaron grupos de investigación colombianos según su reporte a CvLAC.</i>

*\*En toda esta sub-dimensión de la Acción Pública se asume que el impacto de la ciencia en la política se limita a la influencia o determinación de nuevas regulaciones, leyes o normas oficiales. Sin duda, muchos avances de la investigación pueden resultar en recomendaciones o medidas concretas de política. Sin embargo, dentro del ámbito de la elección y la acción pública, la ciencia puede incidir de muchas otras maneras. Por ejemplo,*

- *Estudiando las acciones del Estado en áreas de desarrollo social, medir el progreso alcanzado y la distribución de los costos y beneficios ocasionados por esas medidas políticas*
- *Construyendo métodos e indicadores confiables para la medición del impacto de políticas sociales y programas específicos en el conjunto de la sociedad*
- *Informando a la sociedad sobre el desempeño de las políticas y las posibles alternativas para su perfeccionamiento.*

*Estos tres aspectos son sólo algunos de los ejemplos del acompañamiento que puede hacer la ciencia a las políticas públicas. Por lo tanto, si se quiere medir ese acompañamiento, se debe mirar*

- a. *Nº de proyectos asociados con esas temáticas de investigación*
- b. *Nº de investigadores, grupos, centros y demás agentes científicos que participan en esos proyectos (para cada área del conocimiento que corresponda)*
- c. *Distribución temática y cobertura relativa de las investigaciones asociadas con los campos arriba mencionados (hacia que políticas en particular se dirige el estudio, en qué área relevante de desarrollo y política social)*
- d. *Visibilidad e impacto percibido de esas investigaciones (por ejemplo: Nº de citas de los artículos que resultan de la investigación; Nº de seminarios*

nacionales e internacionales en los que se exponen los resultados del proyecto; N° de exposiciones o intercambios de estas investigaciones en entidades o grupos de investigación pertenecientes a organismos gubernamentales)

### **Impacto de la ciencia en la política**

#### **Sub-dimensión: Ciudadanos**

<b>Área de impacto</b>	<b>Indicador</b>
Implicación Política	43.a) La presentación de documentos a comisiones públicas o parlamentarias de ciencia y tecnología. La participación en asambleas públicas o asambleas municipales o asambleas regionales <i>* Este indicador es, indudablemente, muy valioso. Midiendo cuántas veces y en qué temáticas han sido requeridos o escuchados los agentes científicos en las discusiones parlamentarias u oficiales del Estado, se podría tener una idea aproximada de cuánto valoran los formuladores y hacedores de política la opinión de sus científicos. INDICADOR: Número de investigadores que participan con documentos o testimonio a sesiones parlamentarias o asambleas departamentales o locales</i>
Responsabilidad cívica (leyes, responsabilidades y deberes)	<i>*En esta sub-área, Godin y Doré (2000) no definen ningún indicador general o particular. Sin embargo, es posible medir el impacto de la ciencia en la responsabilidad y el desempeño cívico, si se hace una revisión detallada del acompañamiento de la ciencia a los temas y las problemáticas de la organización civil y el desarrollo político institucional. Por ejemplo: si se han patrocinado investigaciones sobre educación y democracia, o violencia, o descentralización, etc. Ahora bien, lo importante, es mirar si los resultados de esas investigaciones han sido adecuadamente difundidos y socializados. De lo contrario, el proyecto no tendrá ningún fruto importante.</i>

### **Impacto de la investigación científica en la salud**

En el trabajo que aquí se ha tomado como marco de discusión para medir el impacto de la ciencia en diferentes ámbitos de la sociedad, se incluye el análisis de la ciencia y sus efectos en el sistema de salud de la sociedad. Para Godin y Doré (2000), el impacto puede ser medido de la siguiente manera:

### **Impacto de la ciencia en la salud**

#### **Sub-dimensión: Salud Pública**

<b>Área de Impacto</b>	<b>Indicador</b>
Salud (Health care)	54. b) La disponibilidad de los diferentes tipos de tratamientos y medicamentos  La satisfacción de los beneficiarios. <i>INDICADOR: Niveles de satisfacción de los usuarios del sistema de salud pública.</i>

Expectativa de vida y Fertilidad	55.b) Expectativa de vida en el nacimiento y después de los 65 años de edad Índice de Fertilidad <i>INDICADOR</i>
Prevención y persistencia de las enfermedades	<p><i>La salud pública ha ocupado cierta atención en el Programa de Ciencias de la Salud y ésta se ha dirigido precisamente a los programas de prevención. Las enfermedades tropicales, Leishmaniasis, Dengue, Malaria, han sido objeto de este interés, así como otras como las cardiopatías o las distintas formas de cáncer.</i></p> <p><i>En cuanto a la inmunización, el desarrollo de nuevas vacunas o todas las formas de apoyar la producción y aplicación de las ya conocidas han sido también objeto de atención. El programa de Biotecnología ha tenido especial atención en el tema de las vacunas y en el de los kits de diagnóstico temprano o más efectivo.</i></p> <p><b>Propuesta de Indicadores</b></p> <p>56.a) Un nuevo programa de prevención (Concientización e Inmunización) <i>INDICADOR: Número de programas de prevención via concientización lanzados en Colombia anualmente. Análisis según el origen del programa (Ministerio de Salud y Protección Social, ONGs,, sector privado, etc...)</i></p> <p>56.b) El número de beneficiarios de nuevos programas de prevención (Concientización e Inmunización)</p> <p>La tasa de incidencia de enfermedades contagiosas (Enfermedades de transmisión sexual, Hepatitis, etc...)</p> <p>La tasa de incidencia de enfermedades crónicas (Artritis, Diabetes, etc...)</p> <p>La persistencia del tabaquismo, alcoholismo y adicción a las drogas</p> <p>La persistencia del cáncer y enfermedades cardiovasculares</p> <p>La persistencia de otras enfermedades</p>

### Impacto de la ciencia en la salud

#### Sub-dimensión: Sistema de Salud

Área de Impacto	Indicador
Costos Generales	57.b) Gastos en salud ( en relación con el PIB, a los gastos del gobierno o por habitante ) <i>INDICADOR: Gastos públicos en el sistema de salud colombiano.</i>
Fuerza de Trabajo	58.b) El entrenamiento (la experticia) de la fuerza de trabajo <i>INDICADOR: Nivel de estudios alcanzados de las nóminas de hospitales públicos y privados.</i>
Infraestructura y	59.a) Equipos médicos (diagnóstico, terapéuticos) <i>INDICADOR:</i>

Equipos Médicos	<p><i>Equipos médicos existentes en los hospitales públicos.</i></p> <p>59.b) El valor (\$) de las inversiones en infraestructura y nuevos equipos médicos.  <i>INDICADOR: Monto total de compras de equipos médicos. También pueden medirse las importaciones de equipos médicos en valor FOB</i></p> <p>La antigüedad promedio de los equipos médicos.</p>
Productos (Medicamentos, tratamientos y diagnósticos)	<p>60.a) La aprobación de nuevos medicamentos. <i>INDICADOR: Número de nuevos medicamentos aprobados en Colombia al año. Análisis de series de tiempo.</i></p> <p>60.b) El número de nuevos protocolos médicos</p>

De la anterior clasificación de indicadores, vale la pena resaltar que son mucho más precisos y concretos que los que hasta ahora se habían considerado. Sin embargo, deben ser complementados de forma que se puedan captar ciertas especificidades del entorno colombiano.

En primer lugar, es necesario clasificar estos indicadores en aquellos que miden el impacto de la ciencia en la promoción, la prevención, el tratamiento y la rehabilitación de la salud colectiva y la salud individual.

En segundo lugar, vale la pena que se diseñen indicadores que precisen el aporte de la ciencia en áreas de investigación más específicas como básica, clínica, biomédica, etc.

### **Impacto de la Investigación en el Sector Productivo**

#### **El Conjunto de Indicadores para la Evaluación del Impacto de la Ciencia en el Sector Productivo.**

A continuación se presentan un conjunto de indicadores concretos para la evaluación del impacto en el sector productivos enmarcados en la propuesta de Godin y Doré (2000). En algunos casos se crean nuevos indicadores y tipos de indicador según lo que se encontró en el presente estudio. En otros casos se intenta precisar más un indicador y en adaptarlo para el caso colombiano según las diferentes discusiones de expertos que se llevaron a cabo durante el desarrollo del proyecto.



## Impacto en la Economía

### Sub-dimensión: Situación de los Presupuestos

Área de Impacto	Indicadores
<b>Costos Operacionales*</b>	<p><i>La reducción de los costos de operación a través de la investigación aplicada y la innovación han sido uno de los propósitos declarados de varios de los programas nacionales de ciencia y tecnología. La sustitución de materias primas importadas por nacionales, la mejora de la eficiencia de las empresas, la optimización del manejo de los impactos ambientales, las reformas en la administración a través de tecnologías blandas, etc. han sido estrategias declaradas en varios momentos y ejes del Sistema Nacional de Innovación.</i></p> <p><b>Propuesta de Indicadores</b></p> <p><b>1.b)</b> La reducción de los costos operacionales * <i>Acá falta un nivel mucho mayor de precisión. Godin y Doré no precisan los medios y los procedimientos para recoger esta información. INDICADOR: Porcentaje de reducción de los costos operacionales y de producción gracias a la implantación de avances (en producto o proceso) tecnológicos en un periodo fijo de tiempo. Análisis por tamaño de empresa (por ventas) y sector de actividad económica. El medio de recolección debe ser una encuesta.</i></p>
<b>Ingresos o Ventas*</b>	<p><b>2.b)</b> El nivel de ingresos * <i>INDICADOR: Porcentaje de aumento en el nivel de ventas gracias a la introducción de un avance científico tecnológico al producto o al proceso de elaboración del producto, en un periodo de tiempo. Análisis por tipo de empresa y sector de actividad económica. El medio de recolección debe ser una encuesta.</i></p>
<b>Utilidad*</b>	<p><b>3.b)</b> Los niveles de utilidad * <i>INDICADOR: Aumento en los márgenes de utilidad unitarios del producto causados por la introducción de una innovación tecnológica en un periodo de tiempo. Análisis por tipo de empresa y sector de actividad económica. El medio de recolección debe ser una encuesta.</i></p>
<b>El precio de venta de los productos*</b>	<p><b>4.b)</b> La Evolución de los Precios * <i>INDICADOR: Porcentaje de reducción en los precios finales del producto gracias a la introducción de un avance tecnológico en los procesos de producción. . Análisis por tipo de empresa y sector de actividad económica. El medio de recolección debe ser una encuesta.</i></p>
<b>Beneficios Tributarios</b>	<p><b>5.a)</b> <i>Evolución de los Beneficios tributarios INDICADOR: Número de beneficios tributarios calificados por COLCIENCIAS divididos entre aprobados y no aprobados. Clasificación de estos beneficios por tipos ya sean de inversión o donación. Análisis de series de tiempo y según el sector de actividad económica donde ocurran.</i></p>

## Impacto en la Economía

### Sub-dimensión: Fuentes de Financiación

Área de Impacto	Indicadores
<b>Capital de Riesgo *</b>	<p><b>6.b)</b> El nivel de financiación a través de capital de riesgo* <i>Este indicador es de suma importancia en la evaluación del impacto de nuevas aplicaciones científico tecnológicas en la industria. Sin embargo, es inaplicable debido a las limitaciones en fuentes de información. Una aproximación podría hacerse a través de la financiación que consiguen empresas incubadas. Centros de Desarrollo Tecnológico. INDICADOR: Número Total de Empresas Incubadas en Colombia y porcentaje de ellas que recibe inversión pública y privada. Análisis de Series de Tiempo por Sector de Actividad Económica. INDICADOR: Cantidad de inversión privada que consiguen empresas incubadas en Colombia. Análisis de series de tiempo y según el sector de actividad económica.</i></p>
<b>Inversión Directa de Capital (Action Capital)</b>	<p><i>El aumento directo del gasto en ciencia y tecnología a través de la inversión directa de capital ha sido tarea del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología desde sus orígenes.</i></p> <p><i>La inversión directa del Estado Nacional se ha manejado en primer lugar a través de los créditos del BID y en segundo lugar a través de normas, consignados en la Ley 29 de 1990 y en las funciones de los Consejos del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, se ha definido la necesidad de coordinar los recursos que el Estado invierte a través de sus distintas instituciones. Las normas son claras y en algunos casos se han logrado avances, como en las convocatorias conjuntas de ministerios como el de Salud, el de Comunicaciones, el de Justicia, el de Comercio Exterior o el de Educación y Colciencias o entre este último instituto y otras instituciones como el Sena y el IFI. No siempre ha sido exitoso, especialmente porque ha habido poco interés en hacer cumplir las disposiciones de la Ley 29.</i></p> <p><i>La inversión territorial también ha aumentado a través de las políticas de regionalización de la ciencia y la tecnología.</i></p> <p><i>En cuanto a la inversión privada, son muchos los puntos de la política orientados a incrementarla. En primer lugar, los estímulos fiscales creados por la Ley 6 de 1992 y reforzados varias veces desde entonces. También otros mecanismos orientados a promover y estimular la asociación de los privados con el estado en distintas formas.</i></p> <p><b>Propuesta de Indicadores</b></p> <p><b>7.b)</b> El nivel de Inversión directa de capital <i>INDICADOR: Cantidades de inversión del estado en empresas innovadores. Análisis a través del tiempo y según la distribución geográfica de las inversiones. También se puede evaluar el tipo de actividades económicas financiadas.</i></p>

<b>Financiación del Estado en Proyectos de Ciencia y Tecnología</b>	<p><b>7.a)</b> Número de proyectos de investigación desarrollados por empresas financiadas con dineros públicos (incluidos dineros de organismos internacionales) <b>INDICADOR:</b> Número de Proyectos de Investigación Financiados por COLCIENCIAS y otras instituciones del estado.</p> <p><b>7.b)</b> Cantidad de Inversión en Ciencia y Tecnología <b>INDICADOR:</b> Cantidad de inversión en ciencia y tecnología por parte de entidades públicas. Series de tiempo de inversión total a precios reales.</p> <p><b>7.b)</b> Diferencia entre monto solicitado y monto aprobado para proyectos de investigación financiados con dineros públicos. <b>INDICADOR:</b> Promedio de diferencia entre monto solicitado y monto aprobado. Series de tiempo por programa de investigación o entidad pública del SNCyT.</p>
---	--

## Impacto en la Economía

### Sub-dimensión: Inversión

Área de Impacto	Indicadores
<b>Financiación en Investigación y Desarrollo por parte del Sector Productivo</b>	<p><b>8.b)</b> Inversión en actividades de Investigación y Desarrollo* La magnitud de la inversión no solo puede encontrarse a través de una encuesta sino también a través de los beneficios tributarios que se le otorgan a estas empresas por este tipo de inversiones. <b>INDICADOR:</b> Porcentaje de inversión en actividades de investigación desarrollo sobre el total de los costos de operación de la empresa (Ventas menos Utilidad Operacional). Análisis por Sector de Actividad Económica. El medio de recolección de la información debe ser una encuesta. <b>INDICADOR:</b> Magnitud de dineros invertidos en Ciencia y Tecnología vistos a través de las deducciones tributarias solicitadas y aprobadas. Análisis de series de tiempo por sector de actividad económica. Esta información ya la maneja COLCIENCIAS.</p>
<b>Capital Humano*</b>	<p><b>9.a)</b> Tipos de trabajos y competencias en la organización.* <b>INDICADOR:</b> Porcentaje de empleados de las firmas que tienen educación superior (niveles de postgrado, pregrado y doctorado). Esta medida puede también tener en cuenta el aspecto del nivel jerárquico del capital humano en la firma.</p> <p><b>9.b)</b> Inversión en capacitación de empleados.* <b>INDICADORES:</b> Promedio de inversión en capacitación de personal y tipo de educación que se está financiando. Número de empleados recibiendo pregrado, maestría y doctorado. Series de Tiempo por Sector de Actividad Económica</p>
<b>Operación y Expansión*</b>	<p><b>10.b)</b> Número de nuevas empresas creadas o eliminadas* <b>INDICADOR:</b> Número de nuevas empresas creadas y liquidadas. Datos de la Cámara de Comercio. Solo debe mirarse en sectores de interés como el de tecnología y empresas cuyo negocio central sea la investigación.</p> <p><b>10.b)</b> Número de Spin-Offs (Estudiantes, Profesores, Investigadores y</p>

	Graduados) * <i>Este proceso se discute en el capítulo de Impacto en el Sector Productivo. INDICADOR: Número de nuevas empresas que se originan a partir de un grupo de investigación. Análisis de Series de Tiempo por Área de la Ciencia y Sector de Actividad Económica</i>
<b>Relacionamiento entre Grupos de Investigación y el Sector Productivo</b>	<b>11.a)</b> <i>Análisis de las empresas que tienen relación con los grupos de investigación. INDICADOR: Relaciones de los grupos de investigación con los sectores de actividad económica (ver capítulo de impacto sobre la producción). INDICADOR: Intensidad de la relación entre los grupos de investigación y los sectores de actividad económica. Análisis de Series de Tiempo por Sector de Actividad Económica.</i>

## Impacto en la Economía

### Sub-dimensión: Producción

Área de Impacto	Indicadores
<b>Bienes*</b>	<p><b>12.a)</b> <i>Análisis de productos registrados o patentados producidos por los grupos de investigación. Este análisis se discute en el capítulo del sector productivo INDICADOR: Número de Productos de conocimiento relacionados con la producción por tipo (Patente, Licencia, Prototipo, etc...) Análisis en series de tiempo y según el sector de actividad económica.</i></p> <p><b>12.b)</b> <i>Valor de los Bienes Producidos* INDICADOR: Cifras de producción de bienes en Colombia. Análisis de las Estadísticas del DANE, visto en series de tiempo y sectores de actividad económica.</i></p>
<b>Servicios*</b>	<p><b>13.a)</b> <i>Análisis de Servicios Prestados por los Grupos de Investigación al Sector Productivo INDICADOR: Número de Servicios Técnicos y Consultorías prestadas por los grupos a las empresas. Análisis de serie de tiempo y según el sector de actividad económica.</i></p> <p><b>13.b)</b> <i>Valor de Servicios Producidos* INDICADOR: Cifras de producción de servicios en Colombia. Análisis de las Estadísticas del DANE, visto en series de tiempo y según los sectores de actividad económica.</i></p>

## Impacto en la Economía

### Sub-dimensión: Mercados

Área de Impacto	Indicadores
<b>Desarrollo de Mercados*</b>	<b>14.b)</b> <i>Volumen de las exportaciones* Este indicador no es idóneo, es mejor utilizar el valor total de las exportaciones, volumen se refiere es a cantidad. INDICADOR: Valor de las exportaciones en productos de alto contenido científico tecnológico según una clasificación de productos.</i>

## Impacto en la Tecnología

Área de Impacto	Indicadores
<b>Productos y Procesos*</b>	<p><i>El impacto sobre la tecnología ha sido el más explícitamente buscado por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología desde su fundación en 1991. No sólo varios de los programas están directamente orientados en este sentido –Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad; Electrónica, Telecomunicaciones e Informática; Biotecnología; Energía y Minería; Ciencia y Tecnología Agropecuarias–, sino que todos han orientado su planeación estratégica, algunas de sus convocatorias en esas direcciones o han apoyado proyectos de iniciativa libre directamente orientados a mejorar productos y procesos. Así, en ciencias básicas los proyectos orientados al desarrollo de la catálisis, del uso farmacológico de los productos naturales colombianos, o del uso en electrónico de resultados en el estado sólido han sido frecuentes, como lo han sido los proyectos orientados al desarrollo de tecnologías de la ingeniería orientadas a la salud o los de tecnologías de manejo de medio ambiente en los programas de medio ambiente y hábitat y de ciencias del mar.</i></p> <p><i>El más fuerte impulso organizacional y político del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología al desarrollo de productos y procesos fue la constitución del Sistema Nacional de Innovación a partir de 1995.</i></p> <p><b>Propuesta de Indicadores</b></p> <p><b>15.a) Alcanzar o Mejorar un Producto o Proceso * INDICADOR:</b> <i>Porcentaje de empresas del sector manufacturero que han desarrollado un nuevo producto o proceso en un periodo de tiempo delimitado. Análisis de series de tiempo y sector de actividad económica. Recolección de Información a través de una encuesta. INDICADOR</i> <i>Porcentaje de empresas del sector manufacturero que han logrado una innovación propia en algún proceso de producción. Análisis en series de tiempo y por sector de actividad económica. Recolección a través de encuesta.</i></p> <p><b>15.b) El número de patentes (solicitadas y otorgadas)* INDICADOR:</b> <i>Número de patentes solicitadas. Análisis en series de tiempo por sector de actividad económica del solicitante. INDICADOR: Número de patentes otorgadas. Análisis en series de tiempo por sector de actividad económica del solicitante. Información de la Oficina de Patentes Nacional.</i></p> <p><b>15.b) El número de licencias otorgadas* INDICADOR:</b> <i>Número de licencias otorgadas. Análisis en series de tiempo por sector de actividad económica del solicitante. Información de la Oficina de Patentes Nacional.</i></p> <p><b>15.b) Las citaciones a la literatura científica en las patentes* Para este</b></p>

	<p><i>tema es posible hacer un análisis de redes sociales desde el individuo, institución incluso región del país que hace la cita. Los capítulos de análisis de bases de datos bibliográficas de este estudio proporcionan una metodología adecuada. INDICADOR: Número de citaciones a patentes. Análisis en el tiempo.</i></p>
<b>Servicios *</b>	<p><i>Sobre el desarrollo de los servicios se han impulsado políticas muy parecidas a las de desarrollo de los productos y procesos de la manufactura. De hecho, el Sistema Nacional de Innovación poca diferencia ha hecho entre el fomento a la industria manufacturera y a la industria de servicios. Mutatis mutandis, los mecanismos de fomento y las políticas de apoyo han sido las mismas.</i></p> <p><b>Propuesta de Indicadores</b></p> <p><b>16.a)</b>El desarrollo de un nuevo servicio* <i>INDICADOR: Número de empresas del sector servicios que han creado un nuevo servicio en cierto periodo de tiempo. Esta pregunta debe hacerse a través de una encuesta. Análisis en serie de tiempo y sector de actividad económica.</i></p> <p><b>16.b)</b>La participación en el mercado del nuevo servicio* <i>INDICADOR: Porcentaje de participación de mercado de un nuevo servicio introducido durante cierto período de tiempo. Análisis en serie de tiempo y sector de actividad económica.</i></p>

## Impacto e las Organizaciones

### Sub-Dimensión: Organización del Trabajo

Área de Impacto	Indicadores
Automatización*	<b>17.a)</b> La adquisición de nuevas técnicas de producción.* <i>Este indicador requiere de una tipología previa de lo que es y no es una nueva técnica de producción lo que lo vuelve sumamente complicado de medir. Por eso podría limitarse a preguntar la cantidad de robots o autómatas presentes en e proceso productivo así como la cantidad de trabajadores que operan la línea de producción. INDICADOR: Número de robots presentes en la línea de producción. Análisis en el tiempo y por sector de actividad económica. INDICADOR: Número de empleados que trabajan en la línea de producción. Análisis en el tiempo y por sector de actividad económica.</i>
Computación*	<b>18.b)</b> El número de trabajos de computador en la organización * <i>INDICADOR: Número de trabajadores que pasan más del 75% de sus horas laborales utilizando el computador ( El porcentaje puede ser objeto de ajuste. Análisis en el tiempo y según sector de actividad económica.</i> <b>18.b)</b> <i>Número de computadores en una organización. INDICADOR: Promedio de computadores en las empresas. Análisis en series de tiempo y según sector de actividad económica.</i>

## Impacto en las Organizaciones

### Sub-dimensión: Administración

Área de Impacto	Indicadores
Mercadeo*	<b>19.a)</b> La Adopción de Nuevos Métodos * <i>Este es un indicador interesante planteado por Godin y Doré. Se puede evaluar pero necesita el trabajo previo de determinar cuales son los métodos, aplicaciones y sistemas de información recientes en cada una de estas actividades administrativas. Con este listado es posible preguntar en una encuesta si en las distintas áreas de una empresa (mercadeo, finanzas, contabilidad etc...) se utiliza alguno de estos métodos innovadores. Este análisis mostraría e grado de la competitividad de las empresas colombianas. INDICADOR: Número de adopciones de nuevos métodos por área administrativa de las empresas. Análisis e series de tiempo</i>
Distribución*	
Compras*	
Contabilidad*	
Finanzas y Análisis de Mercados de Capitales*	

## Impacto en las Organizaciones

### Sub-dimensión: Recursos Humanos

Área de Impacto	Indicadores
Fuerza de Trabajo*	<b>20.a)</b> El número de nuevos empleados en actividades de I+D* <i>INDICADOR: Promedio de Nuevos empleados en I+D por empresa.</i>

	<p><i>Análisis de series de tiempo por sector de actividad económica.</i></p> <p><b>20.a)</b> <i>Número de empleados de la organización que se dedican a actividades de I+D INDICADOR: Promedio de número de empleados dedicados a actividades de I+D. Análisis en series de tiempo por sector de actividad económica.</i></p> <p><b>20.a)</b> <i>Proporción del número de empleados de la organización que trabajan en I+D INDICADOR: Porcentaje de números de empleados de las empresas dedicados a I+D. Análisis en series de tiempo por sector de actividad económica.</i></p>
<b>Condiciones de Trabajo*</b>	<p><b>21.b)</b> <i>Las cantidades invertidas en entrenamiento* INDICADOR: Porcentaje de gastos en capacitación de los empleados sobre los gastos operativos de la empresa (Ventas brutas menos Utilidad Operacional)Análisis en e tiempo y por sector de actividad económica.</i></p> <p><b>21.b)</b> <i>Salario INDICADOR: Calificación del nivel de salarios de empleados que trabajan en I+D. Puede emplearse una escala likert para conseguir esta información a través de una encuesta.</i></p>

### 3. Comentarios Generales a la propuesta de Godin y Doré

La propuesta de Benoît Godin y Christian Doré (2000) para la medida del impacto tiene muchas ventajas, de las cuales la más importante es sin duda la argumentación en pro de la multidimensionalidad de la noción de impacto y otra es la diferenciación clara entre resultados de la actividad de ciencia y tecnología –outputs- y los impactos, como los efectos que tales resultados tienen en la sociedad y la economía. En este sentido es positiva la crítica a muchos trabajos que se limitan al análisis de la dimensión económica, así como la presentación de muchas otras dimensiones de la noción de impacto, entre las cuales destacan el que llama “impacto sobre la ciencia misma” que retoma el “ámbito académico de nuestra propuesta inicial.

El argumento en el sentido de que los “impactólogos” se han centrado en la economía simplemente porque la dimensión económica de la realidad es la más fácil de medir es provocativo e interesante y constituye un estímulo para avanzar hacia la medida de otros efectos menos tangibles y más difusos, pero probablemente más importantes. Es también importante el argumento en el sentido de que, en todo caso, los efectos de la actividad de ciencia y tecnología tienen demoras importantes y los expertos en indicadores tienden a saltar por inmediatez y facilismo a los indicadores económicos.

Por otra parte, el método de buscar la multidimensionalidad de la ciencia a través de entrevistar investigadores de distintos centros hizo salir los componentes de tal multidimensionalidad, pero produjo al mismo tiempo una imagen dislocada en la que los distintos componentes e indicadores se ven aún muy separados los unos de los otros. Esta imagen requiere ser enriquecida con una concepción de redes sociales o de redes tecnoeconómicas como las que se presentan en varios de los documentos de este informe, tendientes a ver las múltiples y complejas relaciones que son necesarios entre los diversos actores y las varias dimensiones de la acción de la ciencia y la tecnología y que, a nuestro parecer son indispensables para completar un análisis del impacto que, si se queda en la

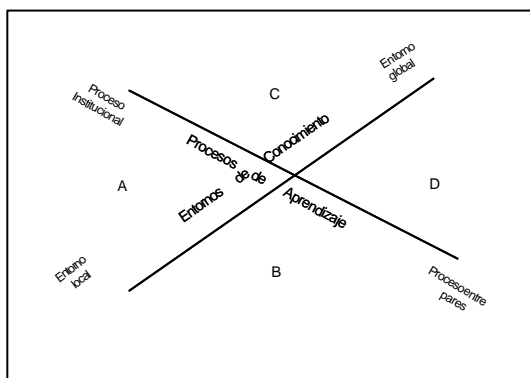


propuesta de Godin y Doré y no asume el ver como conjunto dotado de una estructura compleja al espacio multidimensional propuesto por estos autores, será demasiado limitado y habrá perdido de vista lo esencial del impacto que el trabajo con el conocimiento tiene sobre la sociedad.

#### 4. Las redes desde la perspectiva de Entornos y Procesos Territoriales

Transversales a los indicadores de impacto en los distintos ámbitos, los indicadores de red aparecen a lo largo de todo el presente estudio.

En desarrollo de dos ensayos de la segunda parte de este informe se ha abordado la problemática de las redes de conocimiento bajo la perspectiva de entornos y procesos. De acuerdo con la perspectiva adoptada, los procesos de aprendizaje en red se entrecruzan con los flujos de conocimiento, tal como se ilustra en la gráfica. Estamos hablando de redes de aprendizaje en un sistema funcional global. Algunas de tales redes cuentan con nodos intermedios en Colombia, éstos últimos, en su mayoría, articulados con redes de conocimiento mediadas por investigadores localizados en ciudades centrales del contexto mundial.



El primero de los dos ensayos da cuenta del impacto de la investigación publicada en revistas internacionales y el segundo aborda la problemática de la investigación financiada por Colciencias. En este aparte interesa resaltar las conclusiones del segundo de los ensayos, en particular, respecto del análisis de “redes territoriales” de la producción indexada en revistas internacionales.

En un primer acápite, brevemente, se describe el papel de la financiación en la construcción de tales redes. En el siguiente, a partir de una descripción de los sistemas territoriales de coautorías se pone en evidencia la función nodal de algunas ciudades colombianas. Finalmente se retoman las conclusiones que dan cuenta de la incidencia potencial o acompañamiento de la investigación colombiana en el contexto global.

El interés es el de adelantar algunas hipótesis que sirvan de orientación metodológica para el análisis del comportamiento de aquellas redes con nodos en el territorio colombiano, en particular de aquellas que muestran alguna “CO-INCIDENCIA” con redes de impacto internacional; esto es, en las que las publicaciones de coautoría se realizan entre autores localizados en ‘nodos centrales’ colombianos, de un lado, y centros dinámicos internacionales, del otro. Esta llamada *co-incidencia* pretende poner de relieve el posible

impacto conjunto de autores colombianos y extranjeros en la investigación durante la última década.

## **5. Los Sistemas de Información en el Análisis del Sector Productivo**

Durante la ejecución del subproyecto de evaluación del sector productivo se encontraron problemas en la cantidad de información actualizada y pertinente. No existían datos actualizados de la encuesta de innovación la cual es una fuente indispensable de información para la evaluación de este tipo de impacto. A esta herramienta en particular le hace falta mucha continuidad, no solo por la ausencia de datos sino que no se puede ver los efectos del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en períodos cortos de tiempo lo cual es ideal. La importancia de la encuesta radica en que es una metodología idónea para conseguir la información necesaria para la alimentación de un sistema de indicadores completo que evalué el sector productivo.

En cambio, la convocatoria de grupos de COLCIENCIAS si fue una fuente valiosa para nuestro estudio. La convocatoria es supremamente completa y versátil y pregunta información útil en muchos aspectos, sobre todo en el área de financiación de los grupos de investigación. Una desventaja de esta fuente es la gran cantidad de información solicitada que hizo el diligenciamiento del software un proceso complejo que pudo haber afectando la calidad de información suministrada por los grupos.

Para una evaluación completa del papel de la ciencia y la tecnología en el sector productivo es necesario hacer una mezcla de metodologías que aseguren una base de información completa. Además de la convocatoria y la encuesta es interesante utilizar la metodología de análisis de caso que es muy efectiva en describir y caracterizar dinámicas de nivel micro en el sector productivo.

Algunos elementos a tener en cuenta al evaluar el impacto en el sector productivo son los siguientes:

1. Desarrollo de una clasificación de los productos que determine cuales de ellos son de alto contenido científico tecnológico. Este tipo de clasificación ayuda a analizar grandes cantidades de datos y de considerar a priori las posibles áreas de impacto de la ciencia en el sector productivo. Siempre debe considerarse una clasificación como una tipología flexible que cambie a través del tiempo.
2. El factor del tiempo es una consideración importante si se evalúa el impacto de la ciencia y la tecnología. Incluso muchos de los indicadores mencionados en la presente categorización están sujetos a cambios sustanciales con el paso del tiempo.
3. Para casi todos los indicadores que se presentan a continuación es necesaria una clasificación de actividad económica de las empresas. Esta clasificación es importante pues las empresas presentan características diferentes según el sector, la industria y el tipo de servicio o producto que vendan. Sin esto es muy fácil perder información valiosa de los indicadores pues no se lograrán ver tendencias particulares de cambios generados por los desarrollos científicos y tecnológicos.

Una propuesta es la clasificación CIIU (ISIC), similar a la utilizada para la Convocatoria de Grupos 2002 de COLCIENCIAS. Sin embargo, esta clasificación tiene sus problemas pues omite ciertas características del sector productivo importantes como el tipo de producto que venden las empresas. Otras clasificaciones si consideran esta variable, como la clasificación de productos de la División de Estadísticas de las Naciones Unidas, pero dejan muchas otras por fuera. Lo importante es recordar que cada vez que se utiliza una clasificación para medir el impacto se está ganando en las posibilidades de análisis pero también se pierde información valiosa. Por esto según el indicador que se esté evaluando es necesario ajustar la clasificación utilizada a una que tenga coherencia con los incentivos de evaluación. Incluso el uso de varias clasificaciones en metodologías de recolección de información es algo recomendado en este caso.

## **6. Los Sistemas de Información necesarios para la Evaluación del Impacto**

En el desarrollo de estas metodologías se han encontrado algunas insuficiencias en el sistema de información de la ciencia en Colombia. Para la construcción de un sistema de información confiable y el diseño de un procedimiento permanente y sistemático de evaluación de impacto de la ciencia, se requieren transformaciones que afectan tanto las bases de información como los procedimientos. Estos cambios son válidos no solamente para el ámbito de la ciencia, en muchos casos, para los demás.

El sistema de información debe rediseñarse teniendo en cuenta los siguientes propósitos:

- 1) Crear incentivos y proveer recursos a los grupos, centros, universidades y demás agentes científicos para que diseñen y ejecuten sistemas de información de su propia actividad y producción científica. Cada una de estas organizaciones e instituciones científicas debería tener un información concerniente a
  - a. Volumen de producción científica (número de artículos publicados, proyectos aprobados y rechazados, libros impresos, documentos de trabajo, etc.) y tipos de actividad científica (Ej.: investigación básica, aplicada, estratégica)
  - b. Visibilidad nacional e internacional de sus actividades y productos científicos (número de citas de sus artículos, participación y organización de eventos académicos nacionales e internacionales)
  - c. Número y tipo de productos científicos o técnicos que se han certificado o patentado
  - d. Distribución de los artículos y los autores en las diversas áreas del conocimiento científico en las que estén involucradas
  - e. El grado de cooperación con otros agentes nacionales e internacionales (coautorías, colaboración con otros grupos, centros, universidades, empresas privadas, entidades estatales, organizaciones no gubernamentales)
  - f. Su aporte a la formación de nuevos recursos humanos.

COLCIENCIAS, como principal coordinador y catalizador de la actividad científica nacional, podría establecer los criterios y los procedimientos de recolección, codificación y depuración de esa información para cada institución. COLCIENCIAS debería coordinar un sistema descentralizado y permanente de información científica, en el cual cada agente científico pudiera estar en capacidad de recoger y suministrar información relativa a sus actividades, procesos y productos científicos. Con un sistema como este, sería posible identificar, medir y valorar, a niveles macro, meso y micro, múltiples aspectos de la actividad científica realizada dentro del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano.

- 2) Hacer un seguimiento permanente de la información que se encuentra en las bases de datos internacionales (científicas y bibliográficas) sobre la actividad o los productos científicos nacionales. Una parte de los estudios arriba señalados se elaboraron a partir de la información que se obtuvo del ISI Web of Science, del Institute of Scientific Information (ISI) sobre producción científica indexada<sup>2</sup>. En la depuración y organización de esta información se encontraron discrepancias entre la información consignada en COLCIENCIAS y la encontrada en las bases de ISI (Ej.: el número de artículos producidos en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano variaba entre una base y otra). Además, se encontró que algunas instituciones nacionales aparecían como universidades o centros de investigación de otros países. Los perjuicios que podrían causar este tipo de inconsistencias en las bases de datos científicas internacionales aún están por establecerse. Es posible que las posibilidades de financiamiento y colaboración internacional mejoren si se hace una actualización y precisión de la información científica nacional registrada en el exterior.
- 3) Para poder medir el impacto de la ciencia en los diversos ámbitos de la realidad nacional, hay que definir unos criterios básicos que permitan diferenciar las actividades y los productos propiamente científicos de aquellos que no lo son. También es necesario delimitar y clasificar, en cada área o disciplina de la ciencia, los diferentes tipos de actividad o investigación científica que adelantan los científicos; por ejemplo, si es investigación básica, aplicada o estratégica. Esta información debe estar explícitamente detallada en las bases de datos de investigadores, grupos, centros de investigación y universidades.

---

<sup>2</sup> Esta información consiste en un compendio bibliográfico de trabajos publicados en revistas indexadas reconocidas por su alta visibilidad y reputación científica internacional. El lugar en el que se publica esta información se denomina el *ISI Web of Science*<sup>TM</sup>, y sus consultas arrojan información bibliográfica completa de los artículos publicados en revistas indexadas de distintas áreas temáticas como ciencias sociales, neurociencias, física, química, etc.

# LA EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN Y DE SU IMPACTO EN LA SOCIEDAD COLOMBIANA

## Bibliografía

*Universidad del Rosario*

*Universidad de los Andes*

*Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología<sup>1</sup>*

Abramovitz, M.A, David P.A. “Convergence and deferred catch-up: Productivity Leadership and the Waning of American Exceptionalism”. CEPR Publication No 401. Stanford University, Stanford, 1994.

Adamo, Abra “Strategic Evaluation of Policy Influence: What Evaluation Reports Tell Us About Public Policy Influence” IDRC -Supported Research for the Evaluation Unit, Abril 30 de 2002.

Agapitova, Holm-Nielsen y Vukmirovic. “Science and Technology in Colombia: Status and Perspectives”. Human Development Department LCSHD Paper Series No. 73, The World Bank, Latin American and the Caribbean Regional Office, 2002.

Aghion, P y Howitt, P. *Endogeneous Growth Theory*. Cambridge, Mass.: MIT.

Arora, A. y Gambardella, A. “The Impact of NSF Support for Basic Research in Economics”. 1998.

Bania, N., Calkins L. y Dalenberg D. “The Effects of Regional Science and Technology Policy on the Geographic Distribution of Industrial R&D Laboratories”. *Journal of Regional Science*, vol. 32, no. 2 (1992): 209-228.

Banze, C. E. “A especificidade e a diversidade do continente africano: uma sugestão inicial de tipologias de sistemas nacionais de inovação”. Monografía de Graduação, Belo Horizonte, FACE-UFMG, 2000.

Beggs, J. “Long-Run Trends in Patenting”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 155-174.

---

<sup>1</sup> Recopilación de Jorge Andrés Zambrano.

Bernard, Anne. "IDRC Networks: An Ethnographic Perspective". International Development Research Centre, 1996.

Bernardes, A. y Albuquerque, E. "Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries". *Research Policy* 32 (2003): 865-885.

Blair, Cameron. "Evaluating research and development performance". Mem Desk Research, 1999.

Bloch, Erich (chairman). "Impact of Emerging Technologies on the Biological Sciences". Report of a Workshop, 1995.

Bronson Associates. "A Managers's Guide for Assessing the Impact of Science and Policy Development". Canadá, 1999.

Brown, Martin. "Cost/benefit analysis of large scale S&T projects: notes on some methodological issues". Trabajo para Megascience: The OECD Forum, París, 1995.

Calvert, J., y Martin, B. "Changing conceptions of basic research". Documento para el Workshop on Policy Relevance and Measurement of Basic Research, Oslo, 2001.

Callon M. "Redes tecno-economicas e irrevesibilidad", *Redes, Revista de estudios sociales de la ciencia*, Buenos Aires, Universidad de Quilmes. 1991.

Callon M., 1994, "Four Models for the Dynamics of Sciences", in Jasanoff S., markle G.E., Petersen J.-C, and Pinch T. (eds), *Handbook of Sciences and Technology Studies*, London, Sage.

Callon M., 1999, "Le réseau comme forme emergente et comme modalité de coordination: le cas des interactions stratégiques entre firmes industrielles et laboratoires académiques", in Callon M, Cohendet P, Curien N, Dalle J.M, Eymard-Duvernay F, Foray D, y Schhenk E., *Réseau et coordination*, Economica.

Callon, Michel. "Le réseau comme forme émergente et comme modalité de coordination: le cas des interactions stratégiques entre firmes industrielles et laboratoires académiques". En *Réseau et Coordination*. Michel Callon, Cohendet, Curien, Dalle Eymard-Duvernay, Foray & Schenk. Paris: Economica, 1999. 13-64.

Capron, H., y Cincera M. "Assessing the institutional set up of national innovation systems". Universidad Libre de Bruselas, Bruselas.

Capron, Henri y Van Pottelsberghe, Bruno “Public Support to R&D Programmes: an Integrated Assessment Scheme” Unité d’Economie Spatiale et de la Technologie, Capitulo 4, Université Libre de Bruxelles, Brussels.

Cárdenas J.H. (ed). “Doctorados, Reflexiones para la formulación de políticas en América Latina” Tercer Mundo, Universidad Nacional de Colombia. 1991

Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M. y Rickne, A. “Innovation systems. Analytical and methodological issues”. *Research Policy*, no. 31 (2002): 233-245.

Cassiman, B. Perez-Castrillo, D. y Veugelers, R. “Endogeneizing know-how flows through the nature R&D investment”. Paper presented 1er World Congress of the Game Theory Society, Bilbao and the EARIC, Conference Lausanne, 2000.

Castro S. (ed), 2000, La reestructuración de las ciencias sociales en América Latina, Bogotá, CEJA.

Clarke, George “How the Quality of Institutions Affects Technological Deepening in Developing Countries” The World Bank gclarke@worldbank.org, Development Research Group.

Colciencias, 1993, Los retos de la diversidad. Bases para un plan nacional del programa nacional de ciencias sociales y humanas, Santafé de Bogotá, Colciencias.

Colombia. Departamento Nacional de Planeación, 1991, La Revolución Pacífica. Plan de Desarrollo Económico y Social Cambio para Construir la Paz 1998-2002 : Bases, Santafé de Bogotá : DNP, xv, 483 P.

Colombia. Departamento Nacional de Planeación, 1998, Cambio para Construir la Paz 1998-2002 : Bases, Bogotá: DNP.

Collins, Harry. *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*. Beverly Hills, CA: Sage Publications, 1985.

Coriat, B., y Weinstein, O. “Organizations, firms and institutions in the generation of innovation”. *Research Policy*, no. 31 (2002): 273-290.

Cozzens, S. E. “Assessment of Fundamental Science programs in the Context of the Government Performance and Results Act (GPRA)”. Rand Domestic Research Division Report. Santa Monica, CA: Rand Corporation, 1995.

Charnes, A., Cooper W. W. y Ferguson R. "Optimal estimation of executive compensation by linear programming". *Management Science* 1, (1955): 138-151.

Charum J., Parrado S., 1997, Entre el productor y el usuario. La utilidad de la investigación universitaria, Bogotá, ICFES-Universidad Nacional.

Da Motta e Albuquerque y Tristao Bernardes. "Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: a tentative simplified model and initial notes about statistics from 120 countries". Texto para discussion No. 157, Universidade Federal De Minas Gerais, Faculdade De Ciências Económicas, Centro De Desenvolvimento E Planejamento Regional, Belo Horizonte, 2001.

David, P., y Keely, L. "The economics of scientific research coalitions: collaborative network formation in the presence of multiple funding agencies". SIEPR Discussion Paper No. 01-24, Stanford, 2002.

Departamento Nacional de Planeación. "Decreto 393 de 1991". Bogotá, 2001.

Departamento Nacional de Planeación. "Decreto Número 585 de 1991". Bogotá, 2001.

Dickey, D.A. y Fuller W. A. "Likelihood Ratio Statistics for Autorregressive Time Series with a Unit Root". *Econometrica* 49, issue 4 (1981): 1057-1072.

Dixit, Avinash. "Some Lessons from Transaction-Cost Politics for Less-Developed Countries". Working paper, Princeton University, 2001.

Dixit, Avinash. *The Making of a Economic Policy: A Transaction Cost Politics Perspective*. Cambridge, MA: MIT Press, 1996.

Easterly W., 2003, En busca del crecimiento. Andanzas y tribulaciones de los economistas del desarrollo, Antoni Bosch.

Economides, Nicholas. "The Economics of Networks". *International Journal of Industrial Organization* 14, no. 2 (1996).

Echeverri L., Mesa G., 2002, Ciencias Sociales en Colombia 1991, COLCIENCIAS.

Englander, A.S, Evenson, R. y Hanazaki, M. "R&D, Innovation and the Total factor Productivity Slowdown". *OECD Econ. Stu.* 11, (1988): 8-42.



- Engle R. F. y Granger C. W. J. "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing." *Econometrica* 55, no. 2 (1987): 251-276.
- Etxeberria E., 1995, Análisis de Datos y Textos, Madrid, RA-MA.
- Evenson, R. "International Invention: Implications for Technology Market Analysis". En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 73-88.
- Everell, Marc. "Manager's Guide to S&T Impact Assessment". Natural Resources Canada, Ottawa, 1997.
- Forero, Clemente. "Database Protection and Scientific Information in Developing Countries". Symposium on Open Access and the Public Domain in Digital Data and Information for Science, París, 2003.
- Frechtling Westat, Joy. *The 2002 User Friendly Handbook for Project Evaluation*. NSF, Directorate for Education & Human Resources, Division of Research, Evaluation, and Communication, 2002.
- Freeman, Chris. "Continental, national and sub-national innovation systems-complementarity and economic growth". *Research Policy*, no. 31 (2002): 191-211.
- Godin, B y Doré C. "Les indicateurs d'impacts de la recherche". Reporte presentado a la CREPUQ, 2002.
- Godin, B. y Doré C. "Measuring the Impacts of Science: Beyond the Economic Dimension". 2003.
- Godin, Benoît. "Are statistics really useful? Myths and Politics of Science and Technology Indicators". Project of the History and Sociology of S&T Statistics, Working Paper No. 20, Observatoire des sciences et des technologies, Montreal, 2002.
- Granger C. W. J. "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods". *Econometrica* 37, no. 2 (1969): 424-438.
- Griliches, Z., Nordhaus W. y Scherer F. M. "Patents: Recent Trends and Puzzles". *Brooking Papers on Economic Activity. Microeconomics* 1989 (1989): 291-330.
- Griliches, Zvi. "Introduction". En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 1-20.

Griliches, Zvi. "Patents Statistics as Economic Indicators: A Survey". *Journal of Economic Literature* 28, no. 4 (1990), 1661-1707.

Griliches, Zvi. *R&D, Patents, and Productivity*. Editor. A NBER Conference Report. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984.

Gutierrez F, Martínez G., 1993, "La comunidad de Ciencias sociales. Una visión desde Colciencias", *Colombia Ciencia y Tecnología*, vol. 10, 4, pp. 4-6.

Hansson, Finn "How to Evaluate and Select New Scientific Knowledge by Introducing the Social Dimension in the Evaluation of Research Quality", Department of Management, Politics and Philosophy, Copenhagen Business School, fh.lpf@cbs.dk, Octubre 2002.

Harris, R.I.D. *Using Cointegration Analysis in Econometric Modeling*. Prentice Hall, 1995.

Herrenalb Bad. "Learning from Science and Technology Policy Evaluation". Proceedings from the US-EU Workshop on Learning from Science and Technology Policy Evaluation. Shapira P. y Kuhlmann S, editors, Alemania, 2001.

Hicks, Esther. *Flows of Scientific Information: S/N, S/S, N/S Working Paper*. Faculty of Management and Organization, University of Groningen, The Netherlands, 1995.

Hodgson, Geoffrey. *Economics and Institutions*. London: Polity Press, 1988.

Holbrook, J. "The Use of National Systems of Innovation Models to Develop Indicators of Innovation and Technological Capacity". CPROST Report # 97-06.

Hoyos G., 1993, "Un Año de Promoción de las Ciencias Humanas y Sociales", *Colombia Ciencia y Tecnología*, vol. 10, 4, pp. 17-19.

Impact Assessment and Evaluation Group (IAEG) of the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) "Impact Assessment of Agricultural Research: Context and State of the Art" for the ASARECA / ECART / CTA Workshop on Impact Assessment of Agricultural Research in Eastern and Central Africa (Uganda, November 1999), Abril 2000.

Jaramillo, H., Lugonés, G. Y Salazar M. *Manual de Bogotá*. Bogotá: Tres Culturas Editores Ltda., 2000.

- Kammer, Raymond “IRI Symposium on Changing Paradigms in Science and Technology Policy” National Institute of Standards and Technology, Marzo 1998.
- Katz, Sylvan. “Scale-Independent Indicators and Research Evaluation”. Paper No. 41, SPRU, University of Sussex, forthcoming *Science and Public Policy*, Brighton, 2000.
- Kilpatrick, Henry “Some Useful Methods for Measuring the Benefits of Social Science Research” International Food Policy Research Institute, ifpri@cgiar.org , Impact Assessment Discussion Paper No. 5, Octubre 1998.
- Kingsley, G. “The Use of Case Studies in R&D Impact Evaluations”. En *Evaluating R&D Impacts: Methods and Practice*. B. Bozeman y J. Melkers, editores. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 1993.
- Kostoff, Ronald. *The Handbook of Research Impact Assessment*. 7a Edición. DTIC Report Number ADA296021. Office of Naval Research, 1997.
- Langford, Cooper. “Measuring the Impact of University Research on Innovation”. Science, Technology, and Society Program. Faculty of General Studies, University of Calgary, Calgary.
- Leibenstein, Harvey. “Property Rights and X-efficiency: Comment”. *American Economic Review* 73, no. 4 (1983): 831-842.
- Leysdesdorff L., 1991, “In Search of Epistemic Networks”, *Social Studies of science*, vol. 21, pp. 75-110.
- Link, Albert. “Economic Impact Assessments: Guidelines for conducting and interpreting assessment studies”. 1996.
- Lundvall, B., Johnson, B., Andersen, E., Dalum, B. “National systems of production, innovation and competence building”. *Research Policy*, no. 31 (2002): 213-231.
- Lusthaus C., Anderson G. y Murphy E. *Institutional Assessment: A Framework for Strengthening Organizational Capacity for IDRC’s Research Partners*. IDRC, 1995.
- Malerba, Franco. “Sectoral systems of innovation and production”. *Research Policy*, no. 31 (2002): 247-264.
- Mansfield E. (1998), ‘Academic Research and Industrial Innovation: an Update of Empirical Findings’, *Research Policy*, 26, pp. 773-776.

Menéndez, Luis. “Indicadores Relacionales y Redes Sociales en el Estudio de los Efectos de las Políticas de Ciencia y Tecnología”. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Unidad de Políticas Comparadas, SPRITTE, 2001.

Merewitz, L. y Sosnick S. H. “The Budget’s New Clothes”. Chicago: Markham Publishing Co, 1971.

Metcalf, J. “Science Policy and Technology Policy in a Competitive Economy”. *International Journal of Social Economics*, Vol. 24, no. 7/8/9 (1997), 727-740.

Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. *Colección Documentos de la Misión*. Vol. 1. Colombia: al filo de la oportunidad. Santafé de Bogotá: Presidencia de la República-Consejería Presidencial para el Desarrollo Institucional-COLCIENCIAS, 1995.

Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. *Colección Documentos de la Misión*. Vol. 2. Educación para el desarrollo. Santafé de Bogotá: Presidencia de la República-Consejería Presidencial para el Desarrollo Institucional-COLCIENCIAS, 1995.

Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. *Colección Documentos de la Misión*. Vol. 3. Investigación y educación para el desarrollo. Santafé de Bogotá: Presidencia de la República-Consejería Presidencial para el Desarrollo Institucional-COLCIENCIAS, 1995.

Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. *Colección Documentos de la Misión*. Vol. 4. Ciencia y educación para el desarrollo. Santafé de Bogotá: Presidencia de la República-Consejería Presidencial para el Desarrollo Institucional-COLCIENCIAS, 1995.

Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. *Colección Documentos de la Misión*. Vol. 5. Creatividad, formación e investigación. Santafé de Bogotá: Presidencia de la República-Consejería Presidencial para el Desarrollo Institucional-COLCIENCIAS, 1995.

Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. *Colección Documentos de la Misión*. Vol. 6. Derecho, etnias y ecología. Santafé de Bogotá: Presidencia de la República-Consejería Presidencial para el Desarrollo Institucional-COLCIENCIAS, 1995.

Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. *Colección Documentos de la Misión*. Vol. 7. Educación, ciencia e instituciones. Santafé de Bogotá: Presidencia de la República-Consejería Presidencial para el Desarrollo Institucional-COLCIENCIAS, 1995.

Moser, Susanne “Impact assessments and decision-making: How can we connect the two?” Belfer Center for Science & International Affairs, Harvard University, Agosto 1999.

Mullin, James. “El cambio de modelos en la financiación de la investigación”.

Nelson, R., y Nelson K. “Technology, institutions, and innovation systems”. *Research Policy*, no.31 (2002): 265-272.

Niosi, Jorge. “National systems of innovations are “x-efficient” (and x-effective). Why some are slow learners”. *Research Policy*, no. 31 (2002): 291-302.

Ohmae, K.. “The Borderless World. Harper”. New York, 1990.

Pakes, A. y Griliches, Z. “Patents and R&D at the Firm Level: A First Look”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 21-54.

Pakes, A. y Schankerman, M. “The Rate of Obsolescence of Patents, Research Gestation Lags, and the Private Rate of Return to Rsearch Resources”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 55-72.

Pakes, A. y Schankerman, M.. “An Exploration into the Determinants of Research Intensity”. En *R&D, Patents, and Productivity*. Zvi Griliches, editor. Chicago y London: The University of Chicago Press, 1984. 209-232.

Pakes, Ariel. “Patents, R&D, and the stock market rate of return”. NBER Working Paper no. 786, Cambridge, Mass: NBER, 1981.

Pavitt, Keith. “Knowledge about knowledge since Nelson & Winter: a mixed record”. Paper No. 83, Electronic Working Paper Series, SPRU, Brighton, 2002.

Polanco, Xavier. “Experiencia del INIST en la producción de indicadores infométricos. Indicadores y vigilancia científica y tecnológica”. Ponencia Taller Andino de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación, Bogotá, 2001

Popper, S. W. “Economic Approaches to Measuring the Performance and Benefits of Fundamental Science”. Rand Domestic Research Division Report, Santa Monica, 1995.

Porter A., Roessner, D., Jin Xiao-Yin y Newman N. “Changes in National Technological Competitiveness: 1990, 1993, 1996, and 1999”. *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 13, no. 4 (2001): 477-496.

Porter, M., Emmons W., Brenes E., Montenegro S., Madrigal K., Niño, L., y Gisbert R. “Institutions for Competitiveness in Colombia: Summary Report”. Andean Competitiveness Project Working Paper, 2002.

Ramlogan, R. y Metcalfe J. “Limits to the Economy of Knowledge and Knowledge of the Economy”. ESCR Centre for Research on Innovation and Competition, 2002.

Ramos E., 1999, La investigación en ciencias sociales: difusión y uso de sus resultados, Informe de consultoría, mimeo, Bogotá, Colciencias.

Rapini, M. S. “Uma investigação sobre a relação de Granger-causalidade entre ciência e tecnologia para países em catching up e para o Brasil”. Monografía de Graduação. Belo Horizonte: FACE-UFMG, 2000.

Real Academia Española. *Diccionario de la Lengua Española*. 22a edición. Madrid: Espasa Calpe, 2001.

RICYT. “Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos”. Disponible en [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org). 2001

Rip A., 1986, “Between dirigism and laissez-faire: Effects of implementing the science policy priority for biotechnology in the Netherlands”, *Research Policy*, vol. 15, pp. 253-268.

Rip A., 2000, Societal Challenges for R&D Evaluation, Proceeding for the 2000 U.S.- European Workshop on Learning from Science and Technology Policy Evaluation, Bad Herrenalb, Germany. Available in: <http://www.cherry.iac.gatech.edu/e-value/bh-proceed/00-Front.pdf>

Rip, A., Nederhof A. “Between Dirigism and Laissez-Faire: Effects of Implementing the Science Policy Priority for Biotechnology in the Netherlands”. *Research Policy*, no 15 (1986): 253-268.

Ryan, James. “Synthesis Report of Workshop on Assessing the Impact of Policy-Oriented Social Science Research in Scheveningen, the Netherlands November 12-13, 2002”. Impact Assessment Discussion Paper No. 15, Washington, 2002.

Salter, A. y Martin, B. "The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research: A Critical Review". Working Paper # 34, SPRU Electronic Working Paper Series, Brighton, UK, 1999.

Sander, Cerstin. "Development research impact: reach". Artículo para la presentación en el ICRAF International Workshop on Assessing Impacts in Natural Resource Management Research, Nairobi, 1998.

Sanz Menéndez, Luis. "Indicadores Relacionales y Redes Sociales en el Estudio de los Efectos de las Políticas de Ciencia y Tecnología". Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Unidad de Políticas Comparadas, SPRITTE, 2001.

Sarafoglou, N. y Haynes K. E. "University Productivity in Sweden: A Demonstration and Explanatory Analysis for Economics and Business Programs". *The Annals of Regional Science* 30, (1996): 285-304.

Scott, Alister "The Dissemination of Environmental Research", Science and Technology Policy Research, [www.sussex.ac.uk/spru/](http://www.sussex.ac.uk/spru/), [a.h.scott@sussex.ac.uk](mailto:a.h.scott@sussex.ac.uk) Octubre 2000.

Scott, Alister "The Power Of Ideas: Effective Research For Environmental Decision-Making" Science and Technology Policy Research, [www.sussex.ac.uk/spru/](http://www.sussex.ac.uk/spru/), Electronic working Paper Series, PAPER NO. 63, Febrero 2001.

Schankerman M. y Pakes, A. "Estimates of the Value of Patent Rights in European Countries During the Post-1950 Period". *The Economic Journal* 96, no. 384 (1986), 1052-1076.

Schmookler, Jacob. *Invention and Economic Growth*. Cambridge: Harvard University Press, 1966.

Smith, Vincent "Measuring the Benefits of Social Science Research" International Food Policy Research Institute, [ifpri@cgnet.com](mailto:ifpri@cgnet.com), Impact Assessment Discussion Paper No.2, Julio 1998.

Smith, Vincent. "Measuring the Benefits of Social Science Research". Impact Assessment Discussion Paper No. 2, Washington, 1998.

Swann, Meter. "Funding Basic Research: When is public finance preferable to attainable club good solutions?". Final draft forthcoming in *Science and Innovation*:

*Rethinking the Rationales for Funding and Governance*. A. Geuna, A. Salter y W.E. Steinmueller, editors, 2002.

Tassey, Gregory “R&D Performance Measures for Government Research” National Institute of Standards and Technology.

Toole, Andrew. “The Impact of Public Basic Research on Industrial Innovation: Evidence from de Pharmaceutical Industry”. SIEPR Discussion Paper No. 00-07, Stanford, 2000.

Trewin, Dennis. “Measuring a Knowledge-Base Economy and Society”. Discussion Paper, Australian Bureau of Statistics, 2002.

UNESCO. “Science & Technology Statistics and Indicators in Developing Countries: Perspectives and Challenges”. Working Document for the Expert Meeting, Montreal, 2002.

Velho, L. “The author and the beholder: how paradigm commitments can influence the interpretation of research results. *Scientometrics* 11, (1987): 59-70.

Vessuri, H. y Canino, M. V. “Latin American Catalysis: as seen through the Ibero-American Catalysis Symposia”. *Science, Technology and Society* 7, no. 2 (2002): 339-363.

Vessuri, Hebe. “Aprendizaje Científico Técnico y Cambio Cultural en Venezuela: un enfoque microsociológico”. *Redes* IV, no. 9 (1997): 49-77

Viotti, E.B. “Pasive and Active National Learning Systems”. PhD. Dissertation. New School for Social Research, 1997.

Yin, R. K. “Case Study Research: Design and Methods”. Newbury Park, CA: Sage Publications, 1989.

Zucker, Lynne G. “Institutional Theories of Organization”. *Annual Reviews of Sociology*, no. 13 (1987): 443-464.