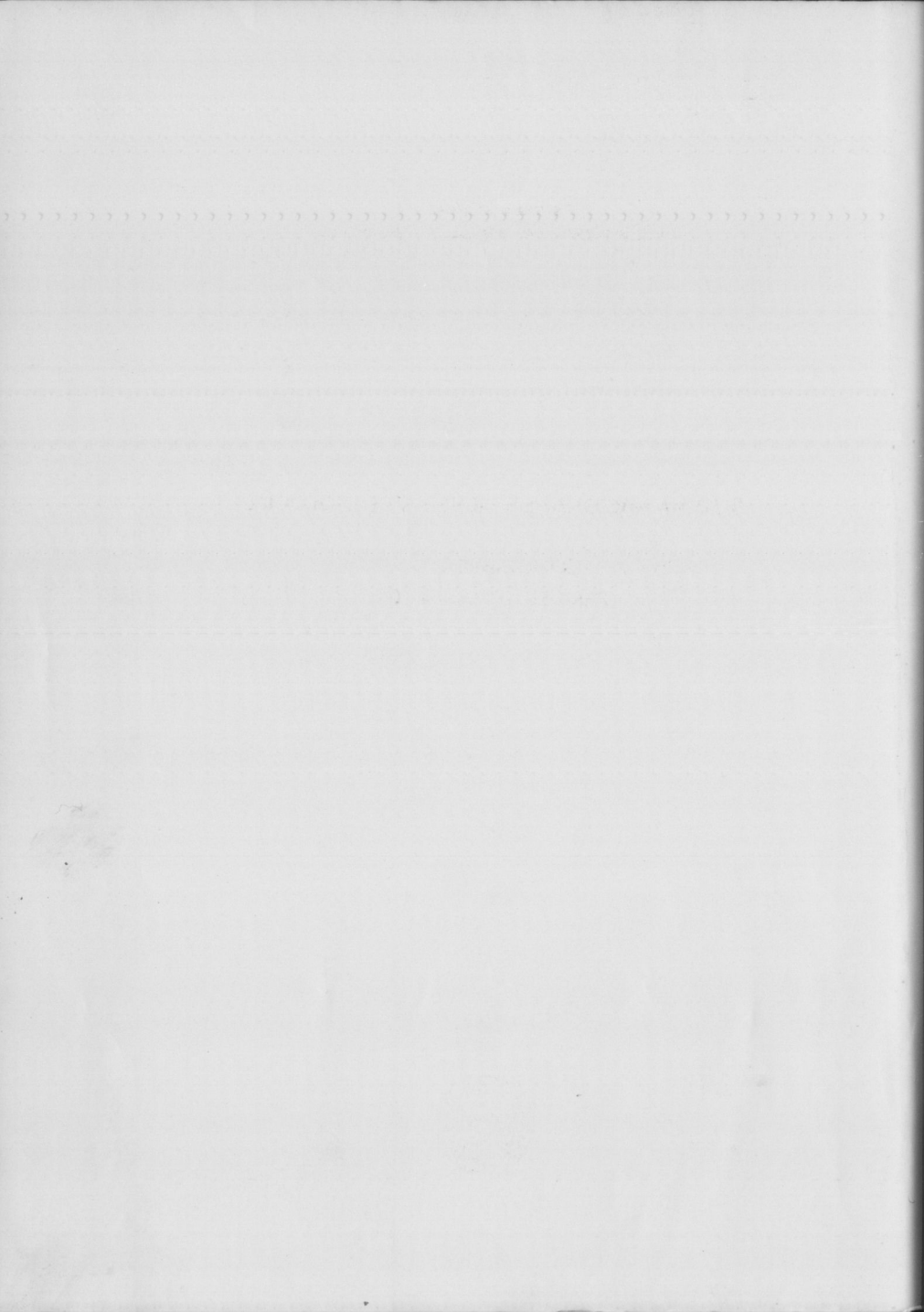


CIENCIA Y SOCIEDAD:
COLOMBIA FRENTE AL RETO DEL TERCER MILENIO

SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA:
**CONOCIMIENTO
PARA EL DESARROLLO**



INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL
DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS - COLCIENCIAS



col
00772

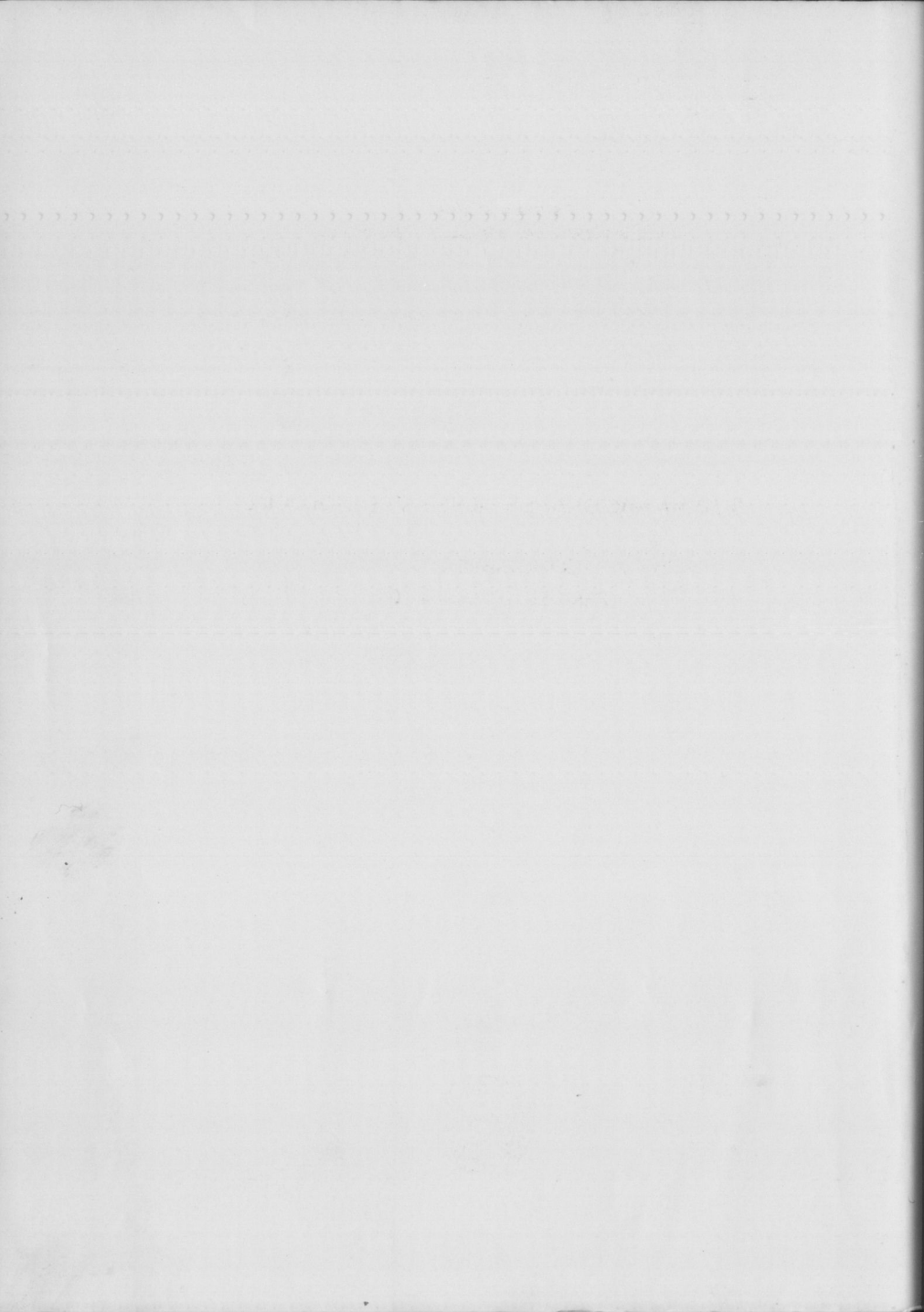
CIENCIA Y SOCIEDAD:
COLOMBIA FRENTE AL RETO DEL TERCER MILENIO

SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA:

CONOCIMIENTO
PARA EL DESARROLLO

\$1.500 = \$16-D-99





Primera edición: COLCIENCIAS
 Santafé de Bogotá, diciembre de 1998
 ISBN: 958-9037-79-8 Volúmen
 ISBN: 958-9037-72-0 Obra completa



Coordinación editorial:	Lisbeth Fog Corradine y Juan Ricardo Morales Espinel
Apoyo logístico:	Alicia Torres Valderrama
Fotografía general:	Camilo Gómez Durán
Diseño y diagramación:	Felipe Valencia Vaudour
Portada:	Felipe Valencia Vaudour
Fotografía portada:	Camilo Gómez Durán
Fotografía complementaria:	pp. 80 Fundación Yubarta / pp. 98 Universidad del Valle pp. 119 Instituto Nacional de Salud pp. 125 Tomado de <i>América Pintoresca</i> , El Áncora Editores 1998, COLCIENCIAS
© Derechos reservados:	Grafvisión Editores
Fotomecánica:	Grafvisión Editores
Impresión:	Grafvisión Editores

Impreso en Colombia
 Made in Colombia

Instituto Colombiano para el Desarrollo
de la Ciencia y la Tecnología
Francisco José de Caldas
COLCIENCIAS

DIRECTORES

ALBERTO OSPINA TABORDA	1968 -1972
EFRAIM OTERO RUIZ	1972 -1983
EDUARDO ALDANA VALDÉS	1983 -1986
PEDRO AMAYA PULIDO	1986 -1990
CLEMENTE FORERO PINEDA	1990 -1994
FERNANDO CHAPARRO OSORIO	1994 -1998
ALVARO MENDOZA ARANGO	1998 -

Instituto Colombiano para el Desarrollo
de la Ciencia y la Tecnología
Francisco José de Caldas

COLCIENCIAS

JORGE AHUMADA BARONA

Secretario General

LUIS FERNANDO CASTRO RAMÍREZ

Subdirector de Programas de Desarrollo Científico y Tecnológico

HERNÁN JARAMILLO SALAZAR

Subdirector de Programas Estratégicos

CAMPO ELÍAS BERNAL POVEDA

Subdirector de Programas de Innovación y Desarrollo Empresarial

LUIS IGNACIO GUTIÉRREZ CÁRDENAS

Subdirector Financiero y Administrativo

PENÉLOPE RODRÍGUEZ SEHK

Jefe Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas

JOHN DONATO RENDÓN

Jefe Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y Hábitat

LEONOR BOTERO ARBOLEDA

Jefe Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar

JAIME BERNAL VILLEGAS

Jefe Programa Nacional de Ciencia y Tecnología de la Salud

MYRIAM HENAO WILLES

Jefe Programa Nacional de Estudios Científicos de la Educación

ELIZABETH HODSON DE JARAMILLO

Jefe Programa Nacional de Biotecnología

MIGUEL TOBAR CARRIZOSA

Jefe (E) Programa Nacional de Ciencias Básicas

JOAQUÍN MEJÍA MANTILLA

Jefe Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad

GERMÁN URREGO MARTÍNEZ

Jefe Programa Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuarias

ELSA NEIRA DE URIBE

Jefe Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática

MAURICIO PENAGOS ACOSTA

Jefe Programa Nacional de Investigaciones en Energía y Minería

División de Ciencia, Cultura y Comunicación

MARGARITA BUITRAGO RODRÍGUEZ

Jefe División de Recursos Humanos

MAURICIO ROJAS GIRALDO

Jefe División de Sistemas de Información

MERCEDES RODRÍGUEZ DE SERRANO

Jefe División de Internacionalización

GONZALO ORDÓÑEZ MATAMOROS

Asesor Planeación Estratégica

JESÚS MARÍA ÁLVAREZ GAVIRIA

Asesor Subdirección de Programas Estratégicos

PRESENTACIÓN	9
INTRODUCCIÓN	13
1. COMPORTAMIENTO DE LA INVERSIÓN DE COLCIENCIAS	21
1.1 ÁMBITOS DE FINANCIACIÓN	22
1.2 LA FINANCIACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	25
1.2.1 FINANCIACIÓN POR PROGRAMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	25
1.2.2 FINANCIACIÓN POR TIPO DE INSTITUCIÓN RECEPTORA DE LOS FONDOS	27
1.2.3 FINANCIACIÓN DE PROYECTOS DESDE UNA PERSPECTIVA REGIONAL	28
1.2.4 COMPORTAMIENTO DE LA INVERSIÓN POR FUENTES DE RECURSOS	30
2. FORTALECIMIENTO DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA	33
2.1 ALGUNOS REFERENTES HISTÓRICOS Y FUNCIONALES	33
2.2 FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS	38
2.2.1 BECAS DE DOCTORADO Y MAESTRÍA	38
2.2.2 JÓVENES INVESTIGADORES*	43
2.2.3 DETECCIÓN DE JÓVENES TALENTOS	46
2.2.4 PASANTÍAS Y CURSOS	48
2.3 APOYO A PROGRAMAS DE DOCTORADO	48
2.4 APOYO A CENTROS Y GRUPOS DE INVESTIGACIÓN	52
2.5 SISTEMAS DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA	55
2.6 OBSERVATORIO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA	59
2.7 DIVULGACIÓN Y POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA	60
3. EL CONOCIMIENTO TEÓRICO	63
4. CONOCIMIENTO Y USO DEL AMBIENTE	67
4.1 TEMAS AMBIENTALES	71
4.1.1 GEOCIENCIAS Y COSMOLOGÍA	71
4.1.2 ECOSISTEMAS	74
4.1.3 BIODIVERSIDAD	77
4.1.4 APROVECHAMIENTO DE RECURSOS	81
4.1.5 CALIDAD AMBIENTAL	86
4.1.6 HÁBITAT Y ASENTAMIENTOS HUMANOS	90
4.1.7 POLÍTICA AMBIENTAL Y MODELOS DE DESARROLLO	92
5. NUEVAS TECNOLOGÍAS	95
6. CONOCIMIENTO DEL SER HUMANO Y LA SOCIEDAD	103
6.1 EL CONOCIMIENTO DEL SER INDIVIDUAL	104
6.1.1 LA INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA	105
a. ESTUDIOS BÁSICOS	105
b. EPIDEMIOLOGÍA SOCIAL	114
c. INVESTIGACIÓN SOBRE TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO	118
6.1.2 LO PSICO-SOCIAL	120
6.2 LAS INSTITUCIONES, ORGANIZACIONES Y COMUNIDADES	122
6.2.1 LO ANTRÓPO-HISTÓRICO (IDENTIDAD CULTURAL)	123
6.2.2 LO ORGÁNICO-FUNCIONAL (ORGANIZACIÓN SOCIAL)	126
6.3 LO SOCIETAL	127
6.3.1 RELACIONES SOCIOECONÓMICAS	129
6.3.2 RELACIONES POLÍTICAS	131
6.3.3 RELACIONES DEMOGRÁFICO-POBLACIONALES	135
ANEXO 1: GRUPOS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN SELECCIONADOS	139
ANEXO 2: PUBLICACIONES DE COLCIENCIAS (1995-1998)	145

P RESENTACIÓN

En cada época histórica las sociedades humanas tienen rasgos o elementos que caracterizan la base misma de su organización social. Cuando dichos elementos sociales se convierten en *principios de acción*, o en *principios organizadores* del comportamiento humano y de la forma como las organizaciones y las instituciones sociales funcionan y responden a su entorno, se trata de rasgos que *caracterizan* cada entorno social y cada época histórica.

Ese es el papel que el *conocimiento* desempeña en el mundo en este fin de siglo. Toda sociedad humana siempre ha generado conocimiento sobre su entorno y sobre su realidad física y social. Es un aspecto que surge de la necesidad misma que tiene el ser humano de tratar de explicar o comprender el medio que habita. Pero en las formas de organización social que están actualmente surgiendo, el conocimiento comienza a tomar una dimensión, y a desempeñar un papel en la sociedad, que va más allá de aquel que históricamente ha cumplido. En las sociedades que se perfilan para el tercer milenio, la posición de cada persona en la sociedad es el producto del conocimiento que él o ella han logrado desarrollar o construir. La sociedad del mañana se vislumbra como una sociedad en la cual cada individuo y cada organización construirá su propia capacidad de acción, y por lo tanto su posición en la sociedad, a través de un proceso de adquisición y desarrollo continuo de conocimiento, que le permita adaptarse dinámicamente a una realidad en rápido proceso de cambio y transformación.

Lo anterior sólo se logra a través de procesos continuos de generación y uso del conocimiento, organizados de tal forma que puedan contribuir a procesos de *aprendizaje social*. Este es el rasgo central de las *Sociedades del Conocimiento*. Estas últimas son sociedades con capacidad para generar conocimiento sobre su realidad y su entorno, y para utilizarlo en el proceso de concebir, forjar y construir su futuro. Es decir, de integrarlo en el proceso dinámico de construcción de la sociedad, a través del desarrollo, transformación permanente y consolidación de sus principales instituciones sociales. De esta forma, el conocimiento se convierte no sólo en instrumento para explicar y comprender la realidad, sino también en motor de desarrollo y en factor dinamizador del cambio social.

La revolución científica que se está produciendo alrededor nuestro en este fin de siglo está generando una gran dinámica en las llamadas "*nuevas áreas de la ciencia*", o "*nuevas tecnologías*". Las plantas transgénicas, los biopesticidas, las nuevas vacunas y drogas que están surgiendo, y los demás resultados que la biología molecular, la microelectrónica y los nuevos materiales están ofreciendo, abren nuevas oportunidades de producción y de desarrollo, al mismo tiempo que encierran grandes desafíos, por la creciente desigualdad que puede generarse entre los que tienen acceso al nuevo conocimiento, y los que no lo tienen.

Estrechamente relacionado con la dinámica de generación de conocimiento que se puede observar en ellas, estas nuevas áreas tienen tres características importantes. En primer lugar, están generando *tecnologías genéricas* con múltiples aplicaciones en casi todos los sectores de la sociedad: producción, educación, salud, servicios, diversión, manejo ambiental, funcionamiento del Estado, y otros. En segundo lugar, la distancia entre el conocimiento básico y su aplicación en la producción de bienes y servicios es cada vez menor. Los procesos de producción, así como el suministro de servicios o el manejo de recursos naturales y de la biodiversidad son cada vez más intensivos en ciencia, y por lo tanto en conocimiento. La distancia entre el laboratorio y la empresa se ha reducido significativamente, fenómeno que se puede observar en el alto número de empresas intensivas en ciencia que se crean semanalmente en las universidades de diversos países del mundo.

En tercer lugar, el ritmo del progreso científico en estas nuevas áreas de la ciencia se ha acelerado enormemente, llevando a la necesidad de desarrollar *nuevas formas de organización de la investigación* con el fin de poder mantenerse al día y de desarrollar masas críticas de inves-

tigación en campos que están cambiando y avanzando a un ritmo vertiginoso. Las oportunidades y requerimientos generados por el nuevo entorno están llevando a *nuevas formas de organización de la comunidad científica*, como las de consorcios de investigación, nuevas formas de cooperación universidad/industria, redes electrónicas de investigación y otras formas asociativas que buscan, a través de la cooperación, responder al desafío generado por el alto ritmo de cambio científico y los crecientes costos de la investigación que esto conlleva.

El conocimiento que genera la ciencia no se refiere solamente a comprender mejor nuestro ambiente físico y biológico, o las tecnologías de producción. Una dimensión igualmente importante del conocimiento en las sociedades contemporáneas se refiere al conocimiento sobre la persona y sobre su sociedad. El ser humano es el único ser viviente capaz de observarse a sí mismo, reflexionar sobre su quehacer, sobre sus inquietudes y realizaciones, y sobre el entorno social que construye a partir de sus acciones y de sus obras. Algo similar acontece con las organizaciones creadas para ordenar nuestro comportamiento social, en los diversos campos en que se expresa la actividad humana.

Lo anterior remite al papel del conocimiento en la comprensión de los procesos básicos de nuestra sociedad, en el desarrollo de nuestra identidad cultural en el marco de la gran diversidad étnica que nos caracteriza, y en la construcción de la sociedad que queremos lograr en el desarrollo de nuestro devenir histórico. Aquí la generación de conocimiento se relaciona con aspectos tales como el funcionamiento del sistema político, el cambiante papel del Estado, las nuevas formas de intervención de éste, los cambios en la organización del trabajo y en el mercado laboral, la presión sobre un sistema educativo que no prepara los recursos humanos que el nuevo entorno requiere, la pérdida de competitividad y el empleo en muchos sectores de la producción, y el deterioro del medio ambiente y de los recursos naturales. En esta dimensión se busca movilizar la *inteligencia social* para analizar y comprender mejor los grandes problemas nacionales, como el narcotráfico, la corrupción, la violencia que reflejan la poca capacidad de convivencia y paz, y el deterioro de la legitimidad de instituciones básicas en la sociedad colombiana que generan ineficiencias y altos costos de transacción en su funcionamiento.

Para que el conocimiento científico y tecnológico realmente pueda contribuir al desarrollo del país y al bienestar de la población colombiana, es necesario fomentar procesos de apropiación del mismo. Nos referimos aquí a procesos de *apropiación social y privada del conoci-*

miento por parte de individuos, de organizaciones o de sectores amplios de la sociedad colombiana, a través de los cuales el conocimiento se aplica efectivamente, convirtiéndose en motor de desarrollo y en factor dinamizador del cambio social. A través de estos procesos de aplicación y apropiación se busca también inducir procesos dinámicos de *aprendizaje social*, a través de los cuales el conocimiento pueda crear o fortalecer capacidades y habilidades en las personas y organizaciones que se lo apropian, convirtiéndose en factor de cambio en la sociedad, en sus instituciones sociales o en las empresas del sector productivo. A través de estos procesos, Colombia puede convertirse en una verdadera *sociedad del conocimiento*.

Estas consideraciones son las que llevaron al libro que se presenta al público colombiano sobre *Ciencia y Sociedad: Colombia frente al Reto del Tercer Milenio*. En los tres tomos que integran esta obra el lector encontrará los programas que el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, Francisco José de Caldas, COLCIENCIAS, ha venido adelantando en el seno del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. En el primer tomo se analizan diversos aspectos relacionados con la consolidación de la comunidad científica, la formación de recursos humanos y los mecanismos a través de los cuales los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología han contribuido al desarrollo de la sociedad colombiana. El segundo tomo aborda la contribución de la ciencia y la tecnología a la competitividad del sector productivo y a la modernización de sus empresas, a través del desarrollo del Sistema Nacional de Innovación. El tercer tomo¹ analiza las experiencias actualmente en curso relacionadas con la apropiación social del conocimiento y con el desarrollo de una capacidad de reflexión estratégica y prospectiva del país, en el proceso de crear en Colombia condiciones favorables para el surgimiento de una Sociedad del Conocimiento.

A través de este libro, y de la difusión de las experiencias que en él se analizan, esperamos contribuir a la consolidación de procesos de apropiación del conocimiento y de aprendizaje social, orientados a la construcción de la sociedad que el nuevo siglo requiere.

FERNANDO CHAPARRO

¹ *Conocimiento, innovación y construcción de sociedad, una agenda para la Colombia del siglo XXI*, por Fernando Chaparro, Tercer Mundo Editores - COLCIENCIAS, Santafé de Bogotá, octubre de 1998

I NTRODUCCIÓN

La posibilidad de que la sociedad logre un equilibrado desarrollo en condiciones de justicia, competitividad y sostenibilidad, lo que equivale a involucrar de manera armónica las dimensiones social, productiva y ambiental, se soporta esencialmente en la capacidad que ella tenga para convertir al conocimiento (especulativo y práctico) en el núcleo de la construcción de sus ventajas en el mundo contemporáneo.

El ser humano, desde sus tempranas fases de evolución, ha luchado por desarrollar los conocimientos y las habilidades que le permitan no sólo aprehender la realidad, sino transformarla, en procura de satisfacer sus crecientes necesidades materiales y espirituales. El escudriñar, explorar y proponer interpretaciones del mundo, han sido acompañantes fieles de la humanidad durante toda su historia. Sin embargo, es ahora cuando con mayor claridad comprendemos que el futuro de la humanidad y de las naciones que la conforman, está profunda e indeleblemente ligada a la capacidad de que se disponga para generar, transformar, divulgar, usar y apropiarse el conocimiento. La disponibilidad de recursos naturales, la existencia de grandes masas de trabajadores y el acceso al capital, han dejado al conocimiento el lugar de privilegio que ostentaron durante tanto tiempo, como el factor determinante en la construcción de condiciones para el desarrollo social, económico y ambiental de los pueblos.

En el caso colombiano, esta consciencia ha venido incrementándose con especial énfasis en los últimos años. En las postrimerías de la

década de los años ochenta, la sociedad colombiana, al percibir las profundas implicaciones que empezaban a tener los procesos de apertura, promovió una revisión de los esquemas institucionales que soportaban su desarrollo científico y tecnológico². Las principales conclusiones a las que se llegó tuvieron que ver con la necesidad de institucionalizar este tipo de actividades y de fortalecer los esquemas organizacionales para su fomento y evolución en el contexto nacional³. De allí surgió no sólo una legislación que buscó crear condiciones para que la ciencia y la tecnología encontraran un espacio propio y fértil, sino el fundamento para el fortalecimiento de las instituciones⁴ llamadas a constituirse en ejes de este proceso.

En este sentido es pertinente afirmar que hacer ciencia y desarrollar tecnología en un país significa, ante todo:

1. Crear una cultura del conocimiento, que promueva en la sociedad los principios y criterios rectores de la actividad investigativa: el rigor, la creatividad, la disposición frente a la crítica.
2. Promover el conocimiento sobre lo propio, abandonando las autosuficiencias y autarquismos y abriendo la puerta de la nación, a las corrientes universales del pensamiento.
3. Estimular y crear condiciones para generar la capacidad para pensar en un proyecto nacional, que concite voluntades y propósitos alrededor de la tarea de autodeterminar un modelo de desarrollo que promueva el aprovechamiento de las mejores virtudes de la nación: el ingenio, la pasión, la persistencia, la multiculturalidad y diversidad, dentro de criterios de sostenibilidad ambiental, bienestar social y fortalecimiento de la democracia.

2 La Misión de Ciencia y Tecnología, convocada por el gobierno del presidente Virgilio Barco V., adelantó un arduo trabajo, buscando elaborar un diagnóstico del estado de la ciencia y la tecnología en el país y planteando una serie de recomendaciones para lograr su inserción en la cultura y la economía colombiana.

3 Las conclusiones planteadas en el documento de la Misión de Ciencia y Tecnología, en 1989, sirvieron de base para la formulación de una nueva Política Nacional en este campo, la cual quedó reflejada en la Ley 29 de 1990 y en los decretos que le sucedieron y que constituyen hoy la base de lo que se denomina el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

4 La Ley 29 de 1990 dio origen al Decreto 1767 de 1990, del 6 de agosto de ese año. Este Decreto adscribía a COLCIENCIAS al Departamento Nacional de Planeación y planteaba las bases para el fortalecimiento de la actividad de investigación científica y tecnológica en el país. Este Decreto fue reemplazado en 1991 por un conjunto de Decretos Ley que incluyeron y desarrollaron el espíritu de la Ley 29 y del De. 1767, el cual fue derogado en su totalidad.

De otra parte, es necesario comprender que en el proceso de inserción de la ciencia y la tecnología, como uno de los ejes del desarrollo de una sociedad, existe un conjunto de espacios mediadores, que resultan determinantes al momento de buscar que el conocimiento sea asumido y apropiado por los miembros de esa sociedad. En primer lugar está la necesidad de profundizar y extender, de manera continua y sostenida, los procesos de endogenización de la ciencia y la tecnología. Tal y como se mencionó en la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo⁵, sólo en la medida en que la sociedad en su conjunto vaya asumiendo a la ciencia y a la tecnología, en general al conocimiento, como parte de su cotidianidad, se harán viables los programas y acciones encaminados a convertir los procesos de generación, transformación, apropiación y uso del conocimiento, en la razón misma del quehacer diario de una nación. En segundo lugar, existe la necesidad de consolidar capacidades interinstitucionales en la formulación de políticas que orienten los procesos de fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y la creativa y articulada integración entre éste y los restantes sistemas que soportan el desarrollo de la sociedad. Por último, y en buena medida como parte de los anteriores, está la tarea de promover y alcanzar un desarrollo institucional de los agentes involucrados de manera directa en los procesos relacionados con la generación y uso del conocimiento. Este último punto tiene que ver con la importancia que tiene el fortalecimiento de las instituciones directamente relacionadas con el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país como los centros de investigación, las universidades, los centros de desarrollo tecnológico.

No resulta difícil deducir de lo expuesto que la tarea de instituciones como COLCIENCIAS debe ser, en esencia, "hacer para dejar hacer", es decir, construir condiciones para que el difícil y en ocasiones improbable camino del conocimiento, sea definido como el derrotero esencial en la tarea de encontrar un proyecto de nación, que integre a todos los elementos de la sociedad dentro de condiciones de bienestar y sostenibilidad. De esta manera, COLCIENCIAS ha sido, antes que nada, un propiciador y un catalizador de la actividad científica y tecnológica en el país y por ende su quehacer debe ser observado no sólo desde los esquemas construidos para su funcionamiento, sino, fundamentalmente, desde su capacidad para promover desarrollos

5 Las conclusiones de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, para el caso de ciencia y tecnología, se convirtieron en el derrotero que puso en marcha la administración 1994-1998 de COLCIENCIAS.

institucionales externos a ella, que favorezcan el fortalecimiento de los actores involucrados en la cotidiana labor de la investigación⁶.

El presente texto busca mostrar las dinámicas y acciones que ha impulsado COLCIENCIAS, en los últimos años, tendientes a lograr, en esencia, dos objetivos principales:

Consolidar una capacidad nacional para desarrollar la ciencia y la tecnología. Se trata de presentar y comprender los esfuerzos que el país ha realizado para generar condiciones que promuevan la construcción de sus comunidades científicas, el fortalecimiento de su infraestructura investigativa, la conformación de una base técnica y tecnológica de comunicaciones que soporte la relación entre los investigadores y sus pares nacionales e internacionales, y la promoción e impulso a procesos de apropiación social del conocimiento, que hagan posible que sea la sociedad, en su conjunto, la que resulte beneficiada del quehacer investigativo.

Desarrollar una base de conocimiento sobre nuestra realidad social, ambiental y productiva⁷, que permita comprender las relaciones que se presentan entre los miembros de nuestra sociedad, y entre ellos y el entorno natural que los acoge.

Estos objetivos se han trazado partiendo de aceptar que es el conocimiento (empírico, tradicional, científico) el que le permite a los miembros de una sociedad relacionarse con el entorno y adaptarse a la convivencia, para la construcción del bienestar social.

Reconocer este espíritu social de la actividad investigativa, ya se desarrolle ésta en el campo de la ciencia o de la tecnología, es colocarla como factor indispensable en la construcción de una sociedad. En las organizaciones humanas, la expresión de una cultura científico -tecnológica no sólo se expresa en una manera de conocer mejor la sociedad y su entorno. Se manifiesta, igualmente, en la forma como se

6 Nos referimos aquí a los actores explicitados por Gómez y Jaramillo, en el libro "37 maneras de hacer ciencia y tecnología en América Latina": el investigador, el proyecto de vida, el grupo, las instituciones y el proceso de endogenización del conocimiento en la sociedad. Gómez Buendía, Hernando, Jaramillo Salazar, Hernán (compiladores). 37 maneras de hacer ciencia y tecnología en América Latina. TM editores -COLCIENCIAS, 1997.

7 Los aspectos relacionados con la Innovación y el Desarrollo Tecnológico en Colombia, se tratan de manera extensa en otro volumen de esta serie: *Sistema Nacional de Innovación: Nuevo Escenario de la Competitividad*, COLCIENCIAS, Santafé de Bogotá, septiembre de 1998

asumen posiciones frente al papel que juegan los miembros de una sociedad, en el control y manejo de sus propias relaciones y las de ellos con la naturaleza. De esta manera el conocimiento hace parte de una estrategia adaptativa, que resulta indispensable para recorrer el camino hacia una actitud ética y responsable frente al manejo del entorno social y natural.

Conocer se convierte entonces en un imperativo, irrenunciable y determinante en la tarea de construir puentes hacia un desarrollo sostenible y equitativo. Para disponer de la posibilidad de tener una relación respetuosa y racional con el ambiente se requiere conocerlo profundamente; para impulsar políticas que soporten la búsqueda de un desarrollo social justo y equitativo se hace necesario conocer las raíces y particularidades de la comunidad —la aplicación o trasplante de recetas resulta no sólo imposible sino irresponsable—; la introducción de un nuevo proceso o la elaboración de un nuevo producto sólo resulta viable sobre la base de conocer las características y particularidades de los materiales, insumos, instrumentos, herramientas y tecnologías que se aplican con este propósito. En una palabra el desarrollo resulta viable, sólo como el agregado consciente y comprometido de saberes. Es sobre la base de ese conocimiento que se puede construir una visión de nación, que responda a los imperativos que le impone su condición en el mundo presente.

Es en la confrontación entre el quehacer investigativo, como generador de conocimiento —nuevo o transferido creativamente— y el papel que este conocimiento cumple en la construcción de una visión de nación y como satisfactor de las necesidades inmediatas o mediatas de la comunidad, que se define si la inversión que la sociedad le dedica al impulso y desarrollo de una política científica resulta concordante con los intereses nacionales, en particular si se habla de inversiones públicas. De eso trata este volumen.

Inicialmente se presentará una reflexión sobre lo que ha sido la inversión que COLCIENCIAS ha realizado en los últimos años, para el cumplimiento de los objetivos planteados. Siguiendo con el esquema organizacional de la entidad, este análisis se ha ordenado en correspondencia con los Programas de la Subdirección de Programas de Desarrollo Científico y Tecnológico, de tal manera que se cuente con una visión panorámica del esfuerzo aplicado, en cada uno de ellos. En este caso la información que se presenta corresponde a la financiación de proyectos de investigación. El período que se ha tomado corresponde a los años 1991 – 1997, haciendo algo de énfasis a las acciones más recientes.

Posteriormente se hace la presentación de los programas que la entidad ha implementado en procura de fortalecer a la comunidad científica nacional: adjudicación de becas-crédito para cursar estudios de doctorado y maestría, en Colombia y en el exterior; apoyo a jóvenes investigadores, como excelente mecanismo para orientar y encauzar el talento de personas decididas a comenzar una carrera en el incierto camino de la ciencia y la tecnología, con el apoyo a grupos y centros de investigación que ya han logrado un merecido reconocimiento por sus pares nacionales e internacionales; detección de jóvenes talentos, como importante instrumento para canalizar vocaciones investigativas en los centros docentes del país; fortalecimiento de los programas de doctorado que se ofrecen en el país, como reflejo de una política encaminada a crear condiciones para el surgimiento de escuelas de pensamiento, con importantes capacidades de multiplicación y renovación generacional, y como expresión de la trascendencia que tiene para la investigación, el contar con un amplio y diverso menú de ofertas, en este nivel de formación, que soporte la consolidación de las capacidades de investigación en diferentes áreas del conocimiento. Se incluye en este capítulo también lo realizado en materia de construir una infraestructura de manejo de información y comunicaciones, como elemento esencial para la conformación de redes físicas o virtuales, que potencien el trabajo de quienes investigan en el país, garantizando su vinculación a las principales corrientes del conocimiento mundial. Por último, se expone de manera sucinta lo alcanzado en materia de socialización, popularización y apropiación de la ciencia y la tecnología.

Los siguientes cuatro capítulos se dedican a presentar, de manera breve, los principales logros alcanzados gracias al desarrollo y fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, en lo que concierne a la capacidad para generar conocimiento en los ámbitos teórico, ambiental, social y de nuevas tecnologías. Se trata de mostrar que la construcción consciente de un agregado de saberes no surge de manera espontánea; que se requiere que la sociedad, en particular los componentes de esa sociedad dedicados a generar, transferir, apropiar, usar y divulgar el conocimiento, se organicen alrededor de un conjunto de propósitos, encaminados a satisfacer las necesidades que se derivan de la tarea de lograr un desarrollo sostenible y equitativo. No es indiferente entonces en qué se investigue y hacia dónde se orienten los recursos, físicos, técnicos y financieros de que se disponga para investigar. De cómo se enfrenten y se resuelvan estas tareas, en buena medida dependerá el rédito social que debe entregar la actividad investigativa, sea ésta desarrollada en los campos fundamentales del conocimiento o en los aplicados. Por esta

razón, en este capítulo, a diferencia de lo mostrado en el aparte dedicado al análisis de la inversión en proyectos de investigación, se trata de desarrollar una mirada más, si se quiere, funcional y conceptual de lo alcanzado, desde la perspectiva de la utilidad que tiene el conocimiento para la sociedad.

A la par de hacer explícitos los principales logros y avances, se hace un esfuerzo por mostrar que la ciencia es ante todo un proceso socio-histórico y como tal no se puede abstraer de los sujetos que la desarrollan. El conocimiento no avanza per se. Hay individuos, con sus percepciones, ideologías y sentimientos, que consagran sus esfuerzos a escudriñar los misterios del saber. Son estas personas y las instituciones a las cuales pertenecen, las que asumen, de manera orgánica, el reto de impulsar la ciencia y la tecnología como una actividad social. Esto explica el porqué se resaltan algunos grupos e instituciones, que han logrado consolidar sus capacidades investigativas. Se busca con esto mostrar que la ciencia y la tecnología está en manos de seres humanos, hombres y mujeres concretos, que consagran su energía y conocimientos a develar las incógnitas y enigmas que caracterizan nuestra realidad física, biológica, social y psíquica, con la esperanza de poner estos conocimientos al servicio de la edificación de un mundo más justo y sostenible.

Para finalizar se esbozan algunas conclusiones sobre qué representa para el país el esfuerzo por crear y fortalecer capacidades para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, resaltando la importancia de garantizar un esfuerzo sostenido, que permita el desarrollo de procesos de carácter acumulativo y sinérgico, por encima de las coyunturas gubernamentales.



1. COMPORTAMIENTO DE LA INVERSIÓN DE COLCIENCIAS

Pulsar la dinámica de una institución significa, entre otras cosas, observar de manera analítica la forma como ella invierte sus recursos. En la aplicación de fondos se encuentra una de los más poderosos instrumentos de desarrollo de una política institucional, razón por la cual la revisión de los ámbitos, programas y proyectos que logran la financiación de parte de una entidad como COLCIENCIAS, deben ser asumidos no como una simple distribución aleatoria de dineros, sino como la implementación de los planes y programas que la institución se traza para un período determinado.

En el presente caso se ha definido como el período de análisis los años 1991-1997, por corresponder a los años transcurridos desde el momento en que se institucionalizó el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Como se evidencia en la Tabla No. 1, en 1995 tiene lugar un importante salto cualitativo que se refleja no sólo en un incremento significativo de la inversión, sino en una diversificación de los programas apoyados por COLCIENCIAS.

Mas adelante se hará un balance en lo relativo a la financiación de proyectos para el período 1991-1997, con el propósito de exponer la dinámica de este importante y ya tradicional renglón de financiación de la entidad.

TABLA No. 1
 Inversión total de COLCIENCIAS en actividades
 de ciencia y tecnología, 1994 - 1997
 (Millones de pesos corrientes)

ACTIVIDADES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	1994	1995	1996	1997	Total
Proyectos de investigación en ciencia y tecnología	5,628.60	10,458.81	14,817.35	15,273.48	46,178.24
Proyectos de innovación y desarrollo tecnológico ^{1/}	3,408.30	7,629.65	22,219.07	17,862.71	51,119.73
Grupos y centros de investigación	0.00	0.00	3,829.96	1,960.95	5,790.91
Centros de desarrollo tecnológico	0.00	3,724.00	4,500.00	3,688.00	11,912.00
Proyectos de sistemas de información ^{2/}	745.50	3,488.00	4,362.00	3,000.00	11,595.50
Recursos humanos ^{4/}	6,091.63	8,589.98	8,247.59	8,976.95	31,906.15
Divulgación, comunicación y popularización de la ciencia	492.73	3,515.06	4,533.80	3,920.74	12,462.33
Apoyo a la comunidad científica regional ^{3/}	143.13	271.00	489.00	3,750.00	4,653.13
Administración sistema	1,155.87	2,898.52	3,795.22	3,432.87	11,282.48
TOTAL INVERSIÓN DE COLCIENCIAS	17,665.76	40,575.02	66,793.99	61,865.70	186,900.47

1/ 1996 - 97: Incluye recursos BID-Agro y Capital de Riesgo, destinados a la financiación de proyectos de innovación.

2/ Incluye Observatorio de Ciencia y Tecnología.

3/ Incluye recursos Internacionalización.

4/ 1996: No incluye \$2,546 millones contabilizados en proyectos.

Nota: Los rubros de proyectos de investigación e innovación incluyen adiciones, reajustes y vigencias expiradas.

Fuente: COLCIENCIAS

1.1 ÁMBITOS DE FINANCIACIÓN

El total de la inversión de COLCIENCIAS en actividades de ciencia y tecnología durante los tres años comprendidos entre 1995 y 1997, fue de \$168.923'010.000 (en pesos corrientes) siendo 1996 el año que el gobierno central destinó más recursos.

Se destaca un esfuerzo importante en el apoyo a proyectos de innovación y desarrollo empresarial (Programas Nacionales de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática; Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad; Agropecuarias; y Energía y Minería)⁸. En esta dinámica se refleja la importancia otorgada al ámbito de la innovación y desarrollo tecnológico en COLCIENCIAS. Expresiones de esta dinámi-

8 Sobre el comportamiento específico de este componente de inversión se recomienda revisar el libro: Sistema Nacional de Innovación: *Nuevo escenario de la Competitividad COLCIENCIAS*, Santafé de Bogotá, septiembre de 1998.

ca fueron: la apertura de la Subdirección de Innovación Tecnológica y Desarrollo Empresarial⁹ (1995), el fortalecimiento del componente de innovación en el Programa COLCIENCIAS-BID III etapa, la suscripción de convenios con el SENA, el IFI y el Fondo Nacional de Garantías, la aparición de nuevas modalidades de financiación como la cofinanciación y el capital de riesgo. Más allá de este hecho, ya de por sí significativo, es importante resaltar que este incremento no se dio en detrimento de los recursos destinados a proyectos de investigación presentados y aprobados en cualquiera de los restantes siete Programas Nacionales (Medio Ambiente y Hábitat, Mar, Sociales y Humanas, Salud, Educación, Básicas y Biotecnología), que en conjunto con los mencionados conforman una de las principales estructuras del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (Figura No. 1). Como se puede observar en el cuadro, el 53 por ciento de la totalidad de recursos se destinó a apoyar proyectos presentados por la comunidad científica a los once programas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, lo que lo convierte en el principal componente presupuestal de la inversión efectuada desde COLCIENCIAS¹⁰.

El segundo componente en importancia, con el 41 por ciento de la inversión¹¹, es el de fortalecimiento de la comunidad científica y del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología¹². Entre estos programas se encuentran: la capacitación del recurso humano altamente calificado, programa que tuvo su primera etapa entre los años 1992 - 1994, pero que se vio sustancialmente fortalecido en el período analizado, igualmente en este campo se abrieron nuevas modalidades de apoyo como el Programa de Jóvenes Investigadores, el Programa de Detección de Jóvenes Talentos para la Investigación, y, por último, el Programa de Fortalecimiento de los Doctorados Nacionales. En ámbitos diferentes al de la capacitación se desarrollaron acciones como: el programa de apoyo a grupos y centros de excelencia, creado en 1995 y el Programa de Capital Semilla, orientado fundamentalmente al de-

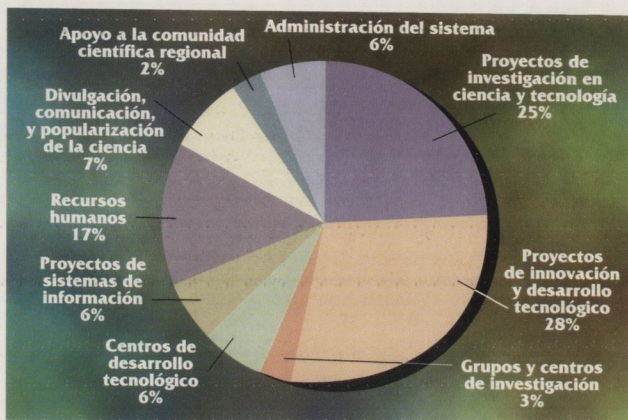
9 Esta Subdirección definió como su cliente principal a los empresarios e industriales de los diferentes sectores de la economía nacional, lo que incluyó la tarea de promover una dinámica articulación entre el sector académico y los sectores mencionados. Ver libro mencionado en la cita anterior.

10 Si bien se trata de una tradición, es de resaltar que porcentualmente este componente ha disminuido su importancia. En el período 1990 - 1994, a la financiación de proyectos de investigación se destinó cerca del 80 por ciento de los recursos disponibles en COLCIENCIAS.

11 Esto agrupa: Apoyo a la Comunidad Científica Regional (3%), Divulgación y comunicación (7%), Recursos Humanos (15%), Sistemas de Información (6%), Centros de Desarrollo Tecnológico (7%), Grupos y Centros de Investigación (3%).

12 Estos Programas serán analizados con mayor detalle en un aparte posterior de este documento (ver página 33)

FIGURA No. 1
Inversión total de COLCIENCIAS en ciencia y tecnología 1994-1997



Fuente: COLCIENCIAS

sarrollo de capacidades institucionales para la innovación, razón por la cual tuvo como cliente principal a los Centros de Desarrollo Tecnológico CDTs.

Como parte del 41 por ciento indicado, y con un seis por ciento de la inversión total de COLCIENCIAS para el período 1995-1997, es de resaltar el apoyo brindado a los programas de infraestructura tecnológica de la Información del País, que incluyeron el desarrollo de Programas de Información, el fortalecimiento de la Red Cetcol y de la Corporación InterRed y la consolidación de la sistematización e infraestructura técnica informática de COLCIENCIAS.

Como se mencionó anteriormente, en el libro titulado *Sistema Nacional de Innovación: Nuevo escenario de la Competitividad*, se hace una completa exposición de los programas, proyectos y actividades que se impulsaron, desde COLCIENCIAS, para promover la innovación y el desarrollo tecnológico en las empresas del país. En el presente libro nos concentraremos en analizar lo que fue la inversión de COLCIENCIAS en los restantes programas y proyectos que se apoyaron, y que tuvieron como receptores del esfuerzo realizado, principalmente, a la comunidad científica.

1.2 LA FINANCIACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

La financiación tradicional de COLCIENCIAS ha estado centrada en el apoyo a proyectos de investigación. Esto tiene profundas razones históricas, funcionales y operativas que conjugadas explican el porqué de esta situación. Sin querer ser exhaustivos en esta materia, tal vez valga la pena enunciar algunas de estas razones.

En condiciones de convocatoria, la financiación de proyectos permite establecer claros criterios de competencia que, sin duda, contribuyen a los procesos de construcción de las comunidades científicas y tecnológicas del país.

En la calidad y pertinencia de los proyectos que se presentan, se expresa el nivel de madurez y solidez que van adquiriendo los grupos de investigación.

En ellos se refleja de manera clara la orientación de la financiación hacia los temas que resultan de interés y pertinencia para el país en coyunturas específicas.

Alrededor de la financiación de proyectos se moviliza de manera importante a los grupos y centros que actúan en el país, los cuales ven en la financiación una de las vías más expeditas para su fortalecimiento y consolidación.

A continuación examinaremos lo que ha sido la dinámica de la financiación de proyectos desde diferentes perspectivas: programática, regional e institucional (tipo de entidad receptora de los recursos).

1.2.1 FINANCIACIÓN POR PROGRAMAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Una de las principales dimensiones es el comportamiento de la dinámica de financiación en los diferentes Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología. En este sentido, el monto de los recursos destinados a cofinanciar los proyectos de investigación presentados en los siete programas de Desarrollo Científico y Tecnológico, tuvieron un incremento en todos ellos (Tabla No. 2). Se destaca, por ejemplo, el aumento en los recursos destinados a proyectos de medio ambiente y hábitat, ciencias de la educación, ciencias sociales y humanas, y ciencia y tecnología de la salud, en tanto que los recursos invertidos en los Programas de ciencias básicas, Biotecnología y Mar, presentan ta-

TABLA No. 2

Programa de Investigación en Ciencia y Tecnología, 1991 - 1997
(Millones de pesos corrientes)

PROGRAMA	Datos	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Total general
MAR	No. Proyectos	13	8	12	7	10	12	9	71
	Monto COLCIENCIAS	441,424	502,020	569,885	548,907	883,661	1,793,009	1,301,068	6,039,974
	Monto Contrapartida	369,012	267,275	345,825	614,575	1,051,329	2,517,652	1,425,143	6,590,811
	Monto Total	799,436	769,295	915,710	1,163,482	1,934,990	4,310,661	2,726,211	12,619,785
BÁSICAS	No. Proyectos	45	10	42	20	25	34	40	216
	Monto COLCIENCIAS	2,089,096	401,481	1,783,962	1,056,830	2,081,707	2,717,230	2,778,020	12,908,326
	Monto Contrapartida	1,660,959	895,485	1,936,876	815,570	1,888,444	3,577,307	4,198,733	14,973,374
	Monto Total	3,622,433	1,296,966	3,720,838	1,872,400	3,970,151	6,294,537	6,976,753	27,754,078
BIOTECNOLOGÍA	No. Proyectos	6	4	10	9	14	18	12	73
	Monto COLCIENCIAS	326,238	132,923	584,605	1,074,012	1,252,684	1,221,160	1,054,956	5,646,578
	Monto Contrapartida	448,466	359,100	416,310	971,988	1,958,719	2,105,766	1,370,486	7,630,835
	Monto Total	774,704	492,023	1,000,915	2,046,000	3,211,403	3,326,926	2,425,442	13,277,413
EDUCACIÓN	No. Proyectos	4	2	15	13	13	25	21	93
	Monto COLCIENCIAS	114,840	27,098	310,053	274,074	674,720	1,166,752	1,047,494	3,615,031
	Monto Contrapartida	214,105	18,864	179,847	247,968	402,707	1,602,267	1,589,936	4,255,694
	Monto Total	328,945	45,962	489,900	522,042	1,077,427	2,769,019	2,637,430	7,870,725
MEDIO AMBIENTE	No. Proyectos	6	3	18	8	4	22	9	70
	Monto COLCIENCIAS	75,089	132,645	576,588	1,141,445	231,828	1,866,832	1,295,093	5,319,520
	Monto Contrapartida	108,538	150,526	549,524	1,909,971	170,254	1,620,063	1,216,020	5,724,626
	Monto Total	183,627	282,901	1,126,112	3,051,416	402,082	3,486,895	2,511,113	11,044,146
SALUD	No. Proyectos	8	7	19	13	30	39	34	150
	Monto COLCIENCIAS	204,274	350,641	778,231	752,912	2,156,159	2,665,452	2,347,655	9,255,324
	Monto Contrapartida	208,399	534,892	529,509	380,198	1,510,978	3,061,214	3,750,924	9,976,114
	Monto Total	412,673	885,533	1,307,740	1,133,110	3,667,137	5,726,666	6,098,579	19,231,438
SOCIALES	No. Proyectos	19	23	18	18	39	46	52	215
	Monto COLCIENCIAS	193,216	252,892	261,815	307,208	1,786,594	2,160,986	1,858,525	6,821,236
	Monto Contrapartida	165,849	208,814	191,609	356,958	1,066,541	1,656,096	1,436,672	5,082,539
	Monto Total	359,065	461,706	453,424	664,166	2,853,135	3,817,082	3,295,197	11,903,775
Total No. Proyectos		101	57	134	88	135	196	177	888
Total Monto COLCIENCIAS		3,444,177	1,799,700	4,865,139	5,155,388	9,067,353	13,591,421	11,682,811	49,605,909
Total Monto Contrapartida		3,175,328	2,434,686	4,149,500	5,297,228	8,048,972	16,140,365	14,987,914	54,233,993
Monto Total		6,480,883	4,234,386	9,014,639	10,452,616	17,116,325	29,731,786	26,670,725	103,701,360

Fuente: COLCIENCIAS

sas de crecimiento menores. En el caso de Medio Ambiente se refleja aquí la creación del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y la institucionalización de la red de centros de investigación que participan en él, los cuales canalizaron parte de su inversión a través de COLCIENCIAS. Sin duda, el hecho más notable en esta dinámica es el representado por el salto que se logró dar en la inversión de proyectos con énfasis social (principalmente en los programas de salud, educación, y ciencia sociales y humanas). Así tenemos que en 1991 entre los tres programas se financiaron 31 proyectos por un monto cercano a los 1.000 millones de pesos (pesos corrientes), y en 1997 estas cifras llegan, respectivamente, a 107 y 12.000 millones de pesos (pesos corrientes).

1.2.2 FINANCIACIÓN POR TIPO DE INSTITUCIÓN RECEPTORA DE LOS FONDOS

Otra de las dimensiones del análisis de la inversión tiene que ver con el tipo de institución receptora de los fondos otorgados. Aquí tenemos que el mayor porcentaje de inversión en proyectos de investigación en C y T, 61 por ciento, se canalizó a través de Instituciones de Educación Superior (universidades públicas el 45 por ciento y privadas el 16 por ciento). Los centros de investigación no universitarios obtuvieron el 24 por ciento de la inversión de COLCIENCIAS, seguidos por las empresas y los Centros de Desarrollo Tecnológico, CDT's, con el 15 por ciento (Figura No. 2). Es igualmente importante resaltar la participación de los Centros de Investigación no Universitarios, entre los cuales se encuentran fundamentalmente los Institutos de Investigación en tema específicos, ONGs, como expresión de las nuevas formas de organización de la comunidad científica¹³, llamadas a jugar un importante papel en el futuro.

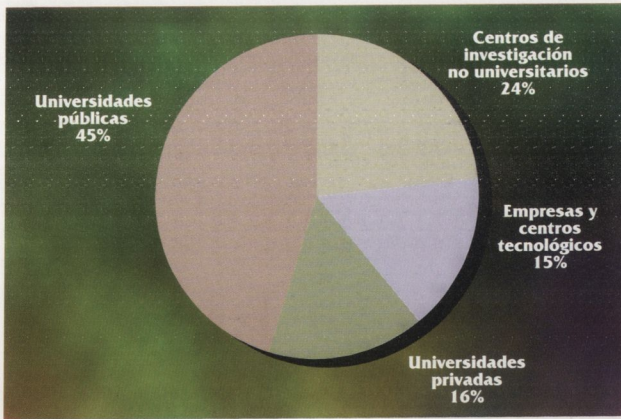


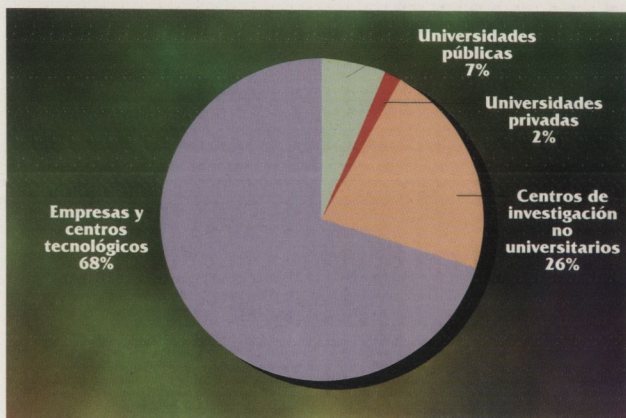
FIGURA No. 2
Distribución de la inversión de COLCIENCIAS en proyectos de investigación en ciencia y tecnología por tipo de entidad. 1991-1997

Fuente: COLCIENCIAS

13 En buena medida se trata de Corporaciones de Ciencia y Tecnología creadas, en algunas ocasiones a partir de centros universitarios, aprovechando la legislación vigente al respecto (Decreto 393 de 1991), como expresión de las nuevas formas de organización que ha asumido la comunidad científica nacional para desarrollar y aplicar sus actividades investigativas.

En el caso de los proyectos de innovación¹⁴ para el período 1995-1997, período en el cual la dinámica en la financiación de estos proyectos fue mayor, el porcentaje de proyectos financiados a las universidades es bastante limitado, un nueve por ciento del total (públicas 7 por ciento, privadas 2 por ciento) (Figura No.3), lo que podría indicar que los procesos encaminados a promover una vinculación comprometida de las universidades con el sector productivo, tiene hoy como actor principal a las empresas y centros de desarrollo tecnológico, quedando aún un inmenso camino por recorrer por parte de los centros universitarios.

FIGURA No. 3
Distribución de la inversión de COLCIENCIAS en proyectos de innovación por tipo de entidad 1995-1997



Fuente: COLCIENCIAS

1.2.3 FINANCIACIÓN DE PROYECTOS DESDE UNA PERSPECTIVA REGIONAL

El tema regional ha sido de trascendencia para COLCIENCIAS desde su fundación. En diferentes períodos se han impulsado procesos de regionalización y en 1991, cuando se institucionalizó el Sistema Nacional, se definió a la regionalización como una de sus estrategias centrales. Como se aprecia en la Figura No. 4, si bien la región Distrito

14 No obstante reiterar que el tema de la innovación se analiza a profundidad en otra publicación, se decidió mostrar aquí esta información para ejemplarizar la atención, aún marginal, que se le presta el tema de la innovación en los centros universitarios del país.

Capital mantiene su preponderancia en cuanto a la captación de recursos, la tendencia que se aprecia en este lapso es hacia la pérdida de participación de esta región y hacia la aparición y fortalecimiento de otras regiones. Regiones como la Orinoquia y la Amazonia, empiezan a participar con algún nivel de importancia en 1996 y otras regiones como Centro Oriente y Pacífico mejoran su posición en el acceso a los recursos durante este año; así mismo, la Costa Atlántica mantiene su participación.

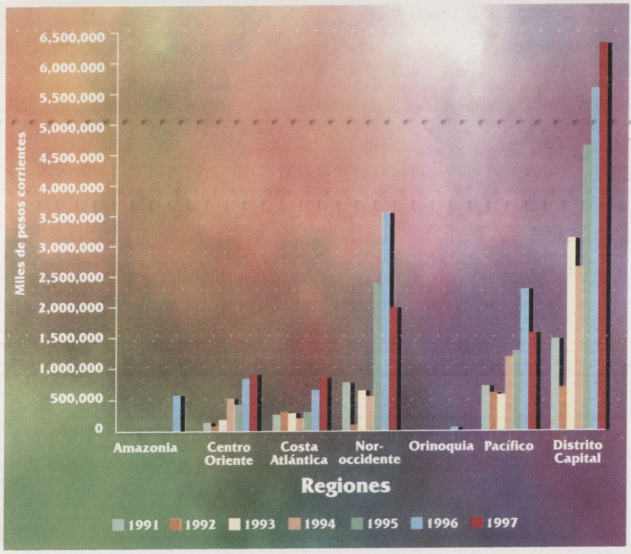


FIGURA No. 4
Evolución de la inversión total de COLCIENCIAS en proyectos por regiones de ciencia y tecnología 1991-1997

Fuente: COLCIENCIAS

En el caso de Santafé de Bogotá conviene anotar cómo, si bien esta región concentra el mayor número de recursos de financiación en proyectos de investigación y en otros programas de COLCIENCIAS, la ciudad resulta particularmente frágil en sus estrategias y niveles de institucionalidad para alcanzar una gestión de la ciencia y la tecnolo-

gía, que favorezca los intereses y satisfaga las necesidades de quienes pueblan la capital de la República¹⁵.

El mejoramiento, aunque aún muy incipiente, de la financiación de proyectos de investigación de carácter regional tuvo como base dos elementos de política que es necesario resaltar. De un lado estuvo la decisión de la Dirección de COLCIENCIAS, avalada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, de destinar un porcentaje de los recursos disponibles para la financiación de proyectos de investigación y de actividades preproyecto de carácter regional; y de otro el desarrollo y fortalecimiento de la Estrategia de Regionalización del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, lo cual permitió la consolidación en las Comisiones Regionales de procesos para la construcción de una institucionalidad para la gestión de la ciencia y la tecnología en las regiones del país¹⁶.

1.2.4 COMPORTAMIENTO DE LA INVERSIÓN POR FUENTES DE RECURSOS

La política de COLCIENCIAS, en el caso particular de los proyectos de investigación, siempre ha sido la de otorgar recursos para cofinanciar las iniciativas presentadas por diferentes proponentes, a los cuales ya hemos hecho referencia. En épocas diferentes, han variado los esfuerzos por concitar alrededor de las propuestas de investigación, avaladas por los Consejos de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, el interés y compromiso de financiación tanto de las entidades que presentan los proyectos, como de terceras instituciones interesadas en los resultados de las investigaciones que se desarrollan. Por esta razón resulta pertinente revisar el comportamiento de las contrapartidas movilizadas, gracias a los esfuerzos de COLCIENCIAS, para el financiamiento de los proyectos de investigación.

Entre 1991 y 1997 COLCIENCIAS invirtió \$49.605'000.000 en proyectos de Investigación en Ciencia y Tecnología. Esta inversión generó

15 En el trabajo *Vamos a Pensar para Bogotá*, de los investigadores Jesús Perdomo y Florentino Malaver, publicado por la CITEB (Comisión Regional de Ciencia y Tecnología del Distrito Capital de Bogotá), se muestra como del total de proyectos financiados a grupos con sede en Bogotá, tan sólo cerca de un cinco por ciento, en número y recursos, tienen como propósito alguno de los problemas que aquejan a esta ciudad. *Perdomo, Jesús; Malaver, Florentino. Vamos a pensar en para Bogotá*. Bogotá, 1998.

16 Este tema es ampliamente tratado en las memorias del Simposio Internacional: Ciencia, Innovación y Desarrollo Regional, que se celebró en la ciudad de Bucaramanga, entre el 29 y 31 de julio de 1998.

contrapartidas por \$54.233'933.000, lo que equivale a un 52 por ciento del total. (Figura No. 5).

Si bien estas cifras reflejan el esfuerzo realizado por las instituciones usuarias del Sistema, es claro que una de las dificultades que aún persiste es la disponibilidad de recursos para ofrecer recursos de cofinanciación por parte de las entidades ejecutoras, sobre todo cuando se habla de recursos financieros frescos, es decir aquellos que están representados en aporte en dinero y no en especie, como es tradicional en estos casos.

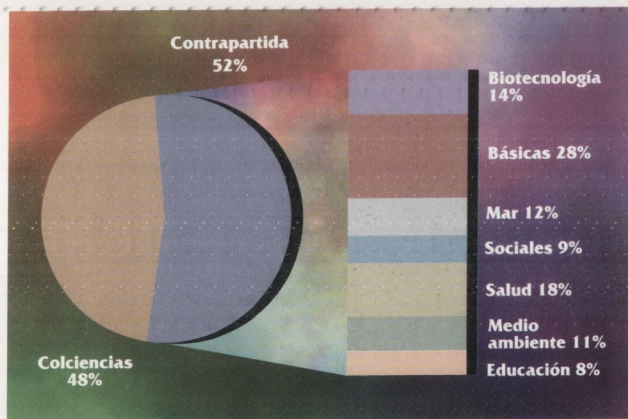


FIGURA No. 5
Contrapartida
movilizada por
programas de
investigación en
ciencia y tecnología
1991 - 1997

Fuente: COLCIENCIAS



2. FORTALECIMIENTO DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA

La capacidad para desarrollar ciencia y tecnología en un país tiene relación directa con el nivel de fortaleza y consolidación, de sus comunidades de investigadores. En ellos reside, en primera y última instancia, las posibilidades de desarrollar proyectos y programas de investigación, que no sólo resulten pertinentes para las condiciones del país, sino que logren insertarse, de manera integral y orgánica, en las principales corrientes mundiales del conocimiento.

Contar con una comunidad científica activa y sólida depende, entre otras cosas, de los siguientes factores: a) La existencia de programas de formación de recursos humanos a diferentes niveles que permitan tejer una red de personal altamente capacitado y dedicado a la investigación. b) La disponibilidad de programas orientados a fortalecer institucionalmente los grupos y centros, dentro de criterios que promuevan la excelencia y la emulación. c) La presencia de mecanismos y programas de sostenibilidad de los grupos y centros. d) El diseño de *patrones organizacionales innovadores* que permitan adelantar procesos de descentralización y regionalización de las capacidades de investigación, en los niveles nacional e internacional, que propendan por un racional, eficiente y sinérgico uso de las capacidades existentes. e) La operación de sistemas de comunicación e información que propicien el establecimiento de redes de pensamiento, por encima de límites temáticos y geográficos.

A continuación se examina lo que el país ha realizado en los últimos años, a través de COLCIENCIAS, para fortalecer sus comunidades científicas.

2.1 ALGUNOS REFERENTES HISTÓRICOS Y FUNCIONALES

COLCIENCIAS nació el 20 de noviembre de 1968 como "Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales, Francisco José de Caldas". Entidad adscrita al Ministerio de Educación, en ese

entonces tenía el propósito de coordinar la investigación científica nacional y asegurar su financiación. El entonces presidente Carlos Lleras Restrepo, mediante el mismo decreto número 2869, le dio vida además a un organismo asesor del Gobierno en ciencia y tecnología, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, medida que respondió a una idea que venía gestándose conjuntamente entre ciertos sectores de la comunidad científica y representantes de instancias de decisión política desde hacía algunos años.

En 1969 el Fondo aprobó 19 proyectos de investigación por un valor de \$3'643.000¹⁷ y a medida que transcurrieron los años, COLCIENCIAS apoyó cada vez con mayor decisión el quehacer científico, a tiempo que se organizaba internamente, procurando establecer el estado del arte de la ciencia en Colombia.

Transcurridas las primeras tres décadas de existencia de la Institución, es viable caracterizar algunas de las principales etapas de su desarrollo:

Desde 1968, hasta los inicios de la década de los ochenta, tiene lugar el proceso de construcción y consolidación institucional. Paulatinamente la entidad conquista un reconocimiento nacional y logra iniciar el proceso de apoyo a los incipientes grupos de investigación que existían en ese entonces, generando un abierto y prolífico debate sobre el papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo del país. En esa etapa tuvo lugar la definición de una identidad institucional y de las bases de la política nacional de ciencia y tecnología.

Hacia 1984 comienza lo que podríamos llamar la segunda etapa del desarrollo de COLCIENCIAS. El inicio de esta nueva etapa está asociada a la suscripción de los dos primeros créditos para la financiación de actividades de ciencia y tecnología en el país (COLCIENCIAS - BID I Etapa en 1984 y COLCIENCIAS - BID II Etapa, en 1990). En los finales de esta etapa se celebran dos eventos que constituyen hitos indiscutibles en la historia de la ciencia y la tecnología en el país: el Foro Nacional de Políticas de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, organizado por COLCIENCIAS y celebrado en el paraninfo de la Academia Colombiana de la Lengua en octubre de 1987, y la Misión de Ciencia y Tecnología organizada por el Gobierno del Presidente Virgilio Barco y desarrollada en el marco del Año Nacional de la Ciencia y la

17 Ospina, Alberto COLCIENCIAS: su comienzo, su futuro, en revista *Colombia: Ciencia y Tecnología*, Vol.7 #2 abril-junio de 1989, pág.5

Tecnología (1988-1989). Las principales conclusiones a que llegó la Misión se pueden resumir así:

1. La necesidad de institucionalizar la actividad de investigación científico-tecnológica en el país
2. La necesidad de reestructurar a COLCIENCIAS.

Como resultado de esos esfuerzos se logra concretar en 1990 la Ley 29 y los Decretos Ley que de ella derivaron, Decretos que marcan el inicio de la tercera etapa de la historia de la Institución.

COLCIENCIAS dejó de ser Fondo y pasó a ser Instituto adscrito al Departamento Nacional de Planeación, lo que tuvo como consecuencia una significativa ampliación de su radio de acción. De centrar su acción en la cofinanciación y apoyo a proyectos de investigación y, esporádicamente, al fortalecimiento de la infraestructura para programas de investigación, pasó a pensar con mayor decisión e integralidad en los procesos de construcción de capacidades de investigación, lo que devino en una creciente preocupación por los investigadores, como profesionales y seres humanos, como eje, gestor, promotor y participante activo e irremplazable de la actividad en ciencia y tecnología.

Esta última etapa constituye no sólo la evolución de las anteriores, sino que representa el más importante salto cualitativo que ha tenido la actividad científico-tecnológica del país, desde la creación del Instituto. El surgimiento de una nueva institucionalidad para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, sumada a la ejecución de la II y la III etapas del crédito COLCIENCIAS-BID, generaron un conjunto de condiciones que permitieron que el país iniciara un rápido y sólido proceso de construcción de capacidades para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país. No fue sólo el disponer de un firme compromiso del Gobierno Central, expresado en una creciente inversión, sino haber definido una nueva manera de organizar el ejercicio de una función pública, en este caso el fomento de la ciencia y la tecnología, prevista en la Constitución de 1991. De una manera de administración centralizada, ejercida por la Junta Directiva, se pasó a un esquema de participación ciudadana en la asignación de fondos públicos a través de las funciones que cumplen el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y los Consejos de los once Programas Nacionales en que se organiza la actividad en estos campos en el país.

Fue tal el impacto de las decisiones que se tomaron y los procesos que se gestaron en ese momento, que en el país se inició un amplio

y diverso debate sobre las políticas de ciencia y tecnología y sobre su relación con el desarrollo. Hoy estas políticas se construyen con la participación de investigadores, empresarios y trabajadores, dentro del convencimiento de que el nuevo país, por el que se trabaja, exige un diseño en el que actúen todos los actores de la sociedad.

Hoy en día, el presupuesto que maneja COLCIENCIAS supera con creces las inversiones que hiciera en 1969. El esfuerzo incluye el apoyo al científico, al investigador, a quien tiene en sus manos la creación de conocimiento, quien propone soluciones a los problemas que aquejan a la nación, quien permite que la comunidad se consolide, que Colombia se desarrolle, que el país se incorpore al contexto internacional en un momento de cambio. Sin descuidar la actividad investigativa como tal, COLCIENCIAS ha destinado importantes fondos en este último decenio a formar recursos humanos a través de diferentes programas de capacitación hasta los niveles más especializados.

Busca con ello establecer y consolidar la comunidad científica y de desarrollo tecnológico nacional mediante la formación de recursos humanos de alto nivel, el fortalecimiento de las instituciones del conocimiento, la ampliación de los grupos de investigación y su posibilidad de reproducción, la vinculación de la investigación y el desarrollo tecnológico a los diversos sectores de la vida nacional y a la comunidad científica.

Esta estrategia ha permitido aumentar el número de investigadores y científicos con la formación de posgraduados en las distintas áreas de la ciencia y la tecnología, principalmente en el nivel de doctorado. Además ha ampliado sus esfuerzos para contribuir a la formación permanente y actualizada en los avances del conocimiento científico y tecnológico a los investigadores y a los grupos de investigación científica y tecnológica del país. COLCIENCIAS ha vinculado a las nuevas generaciones al proceso de formación de futuros investigadores mediante el acercamiento y vinculación de jóvenes talentos a los grupos de investigación consolidados del país.

Siguiendo en esta misma línea de apoyo, el Instituto fomenta el vínculo de los grupos de investigación a la formación de recursos humanos a través del fortalecimiento y consolidación de los programas de doctorado. Apoyó durante dos años la consolidación de la comunidad científica mediante el establecimiento de estímulos a los investigadores y sus grupos, para el desarrollo de su quehacer científico y tecnológico. Inició el fortalecimiento al desarrollo y consolidación de los centros y grupos de investigación y desarrollo tecnológico, me-

TABLA No. 3
Inversión efectuada por COLCIENCIAS por
Programa de Recursos Humanos, 1995 - 1997
 (Millones de pesos corrientes)

PROGRAMA	1995	1996	1997	Total
Becas de doctorado y maestría	5,014.00	4,694.50	6,453.00	16,161.20
Cursos y pasantías de investigación	275.71	387.86	741.01	1,404.58
Jóvenes investigadores	626.56	889.46	1,232.94	2,748.96
Estímulos a investigadores	828.21	999.77	—	1,827.98
Apoyo a infraestructura de doctorados	657.00	548.00	—	1,205.00
Movilidad de investigadores	688.80	708.00	250.00	1,646.80
TOTAL	8,089.98	8,227.59	8,676.95	24,994.52

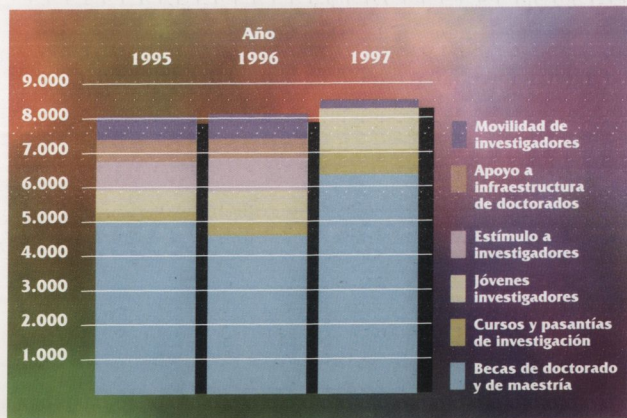


FIGURA No. 6
Inversión efectuada
por COLCIENCIAS por
programa de
recursos humanos
y por año
1995-1997

Fuente: COLCIENCIAS

diante un apoyo en dineros y la vinculación temporal de investigadores de alto nivel residentes en el exterior. (Tabla No. 3 y Figura No. 6)

Para reforzar el énfasis impuesto en esta línea de acción, COLCIENCIAS propicia la realización de estudios en los temas de educación superior y la identificación de necesidades de formación de recursos humanos para el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

2.2 FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El factor clave del vínculo entre ciencia y desarrollo en un país lo constituye la formación del capital humano. Los recursos humanos son el punto de partida del crecimiento, la competitividad, la equidad y el desarrollo de las naciones. Así lo entendió COLCIENCIAS y por ello intensificó sus programas, como el de becas, y creó nuevos incentivos para fortalecer la comunidad científica.

2.2.1 BECAS DE DOCTORADO Y MAESTRÍA

Durante las décadas de los años 50, 60 e incluso 70, la capacitación de investigadores dependió, de manera casi exclusiva, de fundaciones internacionales que ofrecieron la posibilidad de financiar el desarrollo de estudios en el exterior, a colombianos que presentaban altos niveles de excelencia académica. Los siguientes diez años este apoyo se redujo considerablemente, y a pesar de contados esfuerzos realizados por algunas universidades, el vacío que esta situación generó años más tarde fue notable. Efectivamente, una de las conclusiones de la evaluación realizada a la inversión en ciencia y tecnología, a través del crédito del Banco Interamericano de Desarrollo, BID, en su primera etapa, así como de la Misión de Ciencia y Tecnología en 1989, hizo referencia a que el país había perdido una década en formación y capacitación de recursos.

Esto llevó a que en las postrimerías de los años ochenta y en el inicio de los noventa, el país se entregara a la tarea de recuperar el terreno perdido. Como parte de la estrategia que se diseñó, en la segunda etapa del crédito COLCIENCIAS-BID, se incluyó un importante componente de capacitación de recursos humanos, con una suma de fondos asignados, de más de catorce millones de dólares, para los cuatro años de vigencia del préstamo. Como resultado de estos esfuerzos, se abrió la posibilidad de destinar recursos para capacitar investigadores, y como producto de seminarios de alto nivel¹⁸ realizados para definir el tipo de profesional requerido en el país, se decidió dar prioridad al otorgamiento de becas crédito para apoyar a aquellos colombianos que solicitaran recursos para cursar programas conducentes a título de doctorado y demostraran excelsas condiciones académicas e investigativas.

18 Cárdenas, Jorge Hernán (Compilador). *Doctorados: reflexiones para la formulación de políticas en América Latina*. CIID, CID - Universidad Nacional de Colombia, Tercer Mundo, Bogotá 1991.

La primera convocatoria para Becas-Crédito de COLCIENCIAS se desarrolló en el segundo semestre de 1992. Desde ese momento hasta el presente se han celebrado cinco convocatorias más, para un total de seis. Se han adjudicado más de 700 becas de doctorado y maestría a colombianos que quieren realizar sus estudios en el exterior o en el país. Los datos hasta 1997 demuestran que de las 700 becas otorgadas, cerca de 650 fueron para cursar estudios de doctorado principalmente en el exterior. De este importante número de compatriotas que han tenido la oportunidad de capacitarse, se prevé que un número cercano a los 260 debe estarse integrando al desarrollo de actividades de investigación en el país en 1998.

Desde que comenzó el programa, COLCIENCIAS ha destinado alrededor del 80 por ciento del presupuesto adjudicado al programa de formación de recursos humanos y fortalecimiento de la comunidad científica del Instituto. Durante los últimos tres años COLCIENCIAS apoyó a 463 becarios, con una inversión de 16 mil millones de pesos. La inversión total, desde una mirada prospectiva hasta el año 2002, año en el cual estarán regresando aquellos estudiantes que iniciaron estudios en 1997, será de 44 mil millones de pesos.

La permanencia del programa a través de los años ha propiciado el inicio de un proceso de cambio de cultura institucional en relación con los procesos de formación de recursos humanos y en los métodos internos de preselección de los candidatos, que privilegian el aval institucional a jóvenes con productividad académica y científica provenientes de centros, institutos o grupos de investigación. Importante contribución a estos procesos lo constituye el esfuerzo realizado por COLCIENCIAS para desarrollar una metodología que le permite estandarizar, homologar, y por lo tanto cotejar de manera técnica la información entregada por los postulantes sobre su trayectoria académica e investigativa, con base en su productividad, pero teniendo en cuenta el área de la ciencia en la cual actúan y los diversos grupos de edad de los postulantes.

No solamente se ha conseguido transparencia y equidad del proceso de selección, sino que se ha podido captar la realidad de los procesos de formación de recursos humanos a nivel del pregrado o de maestría.

El proceso le ha permitido al Instituto contribuir a la formulación e implementación de los planes institucionales de formación de recursos humanos de las instituciones del conocimiento, principalmente en las universidades de regiones de menor desarrollo relativo. Así mismo, partiendo del análisis de los resultados de las convocatorias se han desarrollado estrategias para fortalecer áreas y disciplinas cri-

ticas del conocimiento en las cuales se presentan debilidades en la formación de recursos humanos.

El programa de becas contribuye a resolver el déficit de científicos en el país, especialmente de personas con nivel de doctorado, razón por la cual formar este tipo de profesional se ha convertido en una de las metas del Instituto¹⁹.

Un análisis de la dinámica de este programa nos muestra que, entre 1995 y 1997, el área de las ciencias básicas continuó fortaleciéndose hasta conseguir el 30 por ciento del total de becarios de COLCIENCIAS en programas relacionados con esta área. Lugar importante ocuparon también las áreas de Ciencias Sociales y Humanas²⁰ y de Ciencia y Tecnología de la Salud (Tabla No. 4 y Figura No. 7).

Desde la perspectiva de las instituciones de las cuales provienen los postulantes favorecidos con el otorgamiento de becas-crédito se puede observar que el 68 por ciento de los becarios proviene de universidades públicas (45 por ciento) y privadas (23 por ciento) (Figura No. 8). Este hecho, en el caso de las universidades públicas, resulta particularmente relevante, pues es de amplio conocimiento la crítica situación que atraviesan estas instituciones en relación con la tarea de relevar las presentes generaciones de docentes e investigadores, sin ocasionar rompimiento en la continuidad de la actividad de sus grupos y centros²¹.

-
- 19 A nivel internacional, la academia define a un científico como aquella persona con estudios de doctorado, varios años de experiencia profesional como investigador entrenado y creativo, con un factor de impacto en investigación, cantidad y calidad de publicaciones, número de artículos referenciados, membresía en academias científicas y número de patentes.
 - 20 Este hecho resulta particularmente notable si se tiene en cuenta que en las primeras convocatorias de recursos humanos el número de profesionales favorecidos con beca crédito fue muy bajo, no superando en el período 1992 - 1994 las 15 personas.
 - 21 En casos como el de la Universidad de Antioquia, se ha desarrollado todo un plan de capacitación que conjuga los esfuerzos de la universidad con los de otras instituciones, como COLCIENCIAS, para enfrentar la situación que enfrenta esta institución, en la cual cerca del 60 por ciento de los actuales docentes e investigadores con formación doctoral y de maestría se estaría pensionando en el primer lustro del próximo siglo.

TABLA No. 4
Número de becarios
por Programa de Ciencia y Tecnología
1995 - 1997

PROGRAMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	1995	1996	1997	Total
Biotecnología	6	6	2	14
Ciencia y Tecnología Agropecuaria	5	9	14	28
Ciencia y Tecnología de la Salud	28	21	16	65
Ciencia y Tecnología del Mar	3	8	6	17
Ciencias Básicas	43	37	60	140
Ciencias del Medio Ambiente y Hábitat	19	13	5	37
Ciencias Sociales y Humanas	11	27	38	76
Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad	6	10	25	41
Electrónica, Informática y Telecomunicaciones	6	7	11	24
Estudios Científicos de la Educación	1	2	4	7
Investigaciones en Energía y Minería	11	1	2	14
TOTAL	139	141	183	463

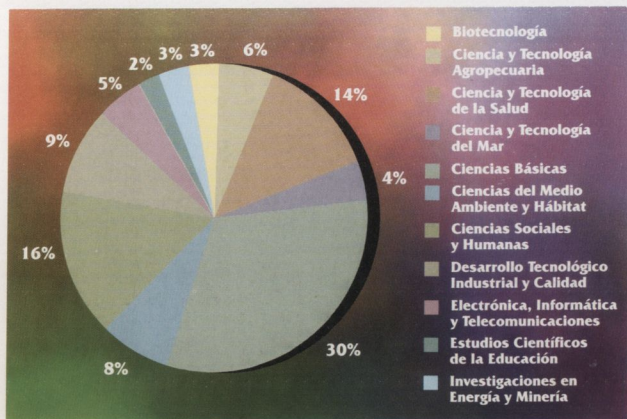
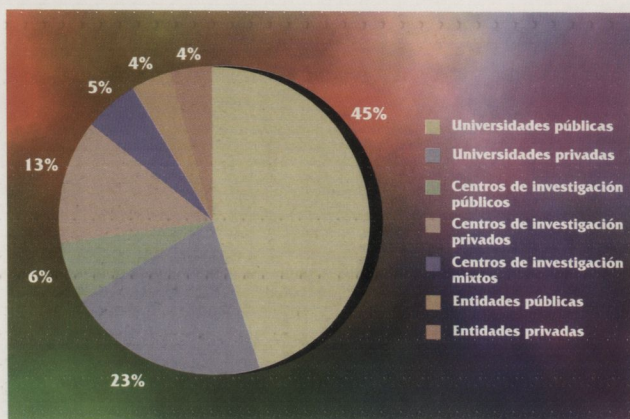


FIGURA No. 7
Distribución
de becarios de
doctorado y maestría
por programa de
ciencia y tecnología
1995-1997

Fuente: COLCIENCIAS

FIGURA No. 8

Distribución de becarios por tipo de institución
1995 - 1997



Fuente: COLCIENCIAS

En el marco de este Programa, el reto que enfrenta hoy el país es el de garantizar a su retorno la vinculación de las personas ya capacitadas a grupos y centros de investigación del país, de tal manera que se logre recuperar la importante inversión realizada y se garantice la socialización de los beneficios obtenidos con los procesos de formación impulsados.

Sin embargo, a través del mecanismo de condonación de la beca crédito, que se logra justamente con el retorno al país del becario, su productividad científica y el establecimiento de relaciones con centros y grupos de investigación internacionales, se han logrado vínculos efectivos cuyos resultados de cooperación investigativa multinacional han sido beneficiosos para el país y el desarrollo de la actividad científica y tecnológica. Este proceso se ha fortalecido aún más con la vinculación de los becarios a la Red Caldas²²

22 - Ver COLCIENCIAS, *Una Nación sin Fronteras*. Tercer Mundo. Bogotá. 1995

2.2.2 JÓVENES INVESTIGADORES

El desarrollo de programas de formación de recursos humanos exige contar con un esquema que garantice un flujo permanente de personas dedicadas a la investigación, desde etapas muy jóvenes. La importancia de esto lo ratificó el comportamiento de las primeras convocatorias de becas que desarrolló COLCIENCIAS, las cuales mostraron que en Colombia no existían programas que promovieran la formación de investigadores desde la base y menos aún, había condiciones para iniciar a los jóvenes en la actividad científica. Esto llevó a que en 1995, durante las negociaciones del crédito BID en su tercera etapa, se incluyera el Programa de Jóvenes Investigadores con el objetivo de buscar profesionales recién graduados con potencial para la investigación, para propiciar su acercamiento al quehacer científico, mediante su vinculación a grupos de investigación de excelencia, a través de becas-pasantía, dentro de una filosofía de "aprender haciendo"²³. Se esperaba con esto responder a la necesidad de construir las condiciones para que personas con aptitudes para la investigación, desde muy jóvenes, se pudieran dedicar a ello.

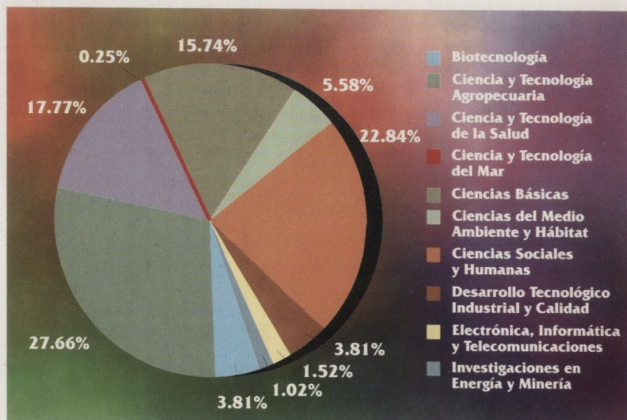
Entre 1995 y 1997 se beneficiaron 394 jóvenes investigadores por un valor de \$2.750 millones de pesos. Con este programa se espera consolidar la política de formación de recursos humanos por cuanto la masa crítica de los futuros becarios se ha empezado a construir desde los niveles del pregrado, se ha realizado en áreas y disciplinas críticas para el desarrollo del país, y por tanto presenta un menor riesgo en la inversión. El 27.66 por ciento de los beneficiados se ha vinculado a programas de ciencia y tecnología agropecuaria y el 22.84 por ciento a ciencias sociales y humanas, seguido por ciencia y tecnología de la salud con un 17.77 por ciento y las ciencias básicas con el 15.74 por ciento. (Tabla No. 5 y Figura No. 9) El programa ha sido adaptado por algunas universidades en su afán por modernizarse, promover la investigación, construir nuevas oportunidades para el educando y flexibilizar los *currícula* de acuerdo con el talento detectado. Desde el punto de vista del profesional recién egresado, se le crea sentido de pertenencia a aquellos jóvenes con talento para la investigación, construyéndoles ambientes favorables para su futuro quehacer científico.

23 Como lo indica Elssy Bonilla C. En *Formación de Investigadores*. COLCIENCIAS, Tercer Mundo, 1998. "El principal propósito de este programa es la formación de investigadores menores de 30 años a partir de un proceso de entrenamiento sistemático y flexible centrado en la realización de los proyectos propuestos por ellos mismos.

TABLA No. 5
Número de investigadores jóvenes
por programa de ciencia y tecnología
1995 - 1997

PROGRAMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	1995	1996	1997	Total
Biotecnología	—	11	4	15
Ciencia y Tecnología Agropecuaria	14	39	56	109
Ciencia y Tecnología de la Salud	32	18	20	70
Ciencia y Tecnología del Mar	—	—	1	1
Ciencias Básicas	31	19	12	62
Ciencias del Medio Ambiente y Hábitat	3	3	16	22
Ciencias Sociales y Humanas	32	18	40	90
Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad	—	13	2	15
Electrónica, Informática y Telecomunicaciones	—	—	6	6
Investigaciones en Energía y Minería	—	4	—	4
TOTAL	112	125	157	394

FIGURA No. 9
Distribución de
investigadores jóvenes
por programa de
ciencia y tecnología
1995 - 1997



Fuente: COLCIENCIAS

Algunos de los jóvenes del programa ya empiezan a migrar con éxito hacia programas de maestría o doctorado, ya sea con becas otorgadas por COLCIENCIAS, o financiados por las instituciones a las cuales están vinculados.

ALGUNOS DE LOS JÓVENES INVESTIGADORES OPINAN



Una de las experiencias más interesantes vividas dentro del Programa de Jóvenes Investigadores es el del Grupo liderado por la doctora Elssy Bonilla, en la Universidad de los Andes, en la cual representó la primera cohorte de este Programa en esa Universidad. Tomaron parte en él diez investigadores: ocho de la universidad de los Andes, uno de la Universidad del Cauca y un último de la Universidad de Cartagena. Cada uno de los participantes seleccionó un tema, de acuerdo con sus preferencias e inclinaciones investigativas, e inició el desarrollo de su proyecto. Estos fueron algunos de los comentarios de los participantes:

Ingrid Johanna Bolívar

"Aunque yo ya tenía cierta experiencia en investigación, no había enfrentado ninguna coyuntura problemáti-

ca, no había tenido que cambiar el marco teórico, ni el matiz de la mirada. En este sentido, había adelantado investigaciones aclimatadas, tranquilas y poco perturbadas. Por el contrario, con esta experiencia, con el proyecto, me encuentro en el ojo del huracán, me encuentro metida en un contexto que no sospechaba y enfrentando los dilemas que siempre se usan en la clase de metodología, pero que yo ni siquiera intuía"... "El proyecto me fortalece como investigadora y me redescubre y reinventa como persona"... "El trabajo con los tutores permite que uno esté acompañado en su proceso, es su "aventura"."

Ana Milena Acosta

"Un año de trabajo en un proyecto de investigación con un acompañamiento como el que el Programa de Formación de Investigadores Jóvenes ofreció, genera un proceso formativo de gran relevancia"... "Creo que mucho de lo que se dio fue un giro en la concepción de la investigación. Si bien yo defendía la investigación interdisciplinaria y consideraba que el tema de la educación ambiental era obviamente interdisciplinario, en el momento de elaborar el marco teórico, mi trabajo era incoherente con esta información. Empecé a realizar un marco teórico no solamente desde una sola disciplina (psicología), sino más aún, desde un único enfoque psicológico (transpersonal). No me deja de sorprender la brecha tan amplia que existía entre mi discurso inicial y mi puesta en práctica. Sin un seguimiento como el que el Programa ofrece, creo que me habría tomado más tiempo darme cuenta de esta incongruencia."

Julio César Alonso

"Desde octubre de 1996 me vinculé a Fedesarrollo gracias al programa "Jóvenes Investigadores" y es para mí muy satisfactorio, pero a la vez triste, estar despidiéndome hoy de esta institución. Gracias a mi paso por Fedesarrollo y a mi anterior formación en la Universidad del Valle he podido entrar al programa de doctorado en economía de la Universidad de Iowa State en Estados Unidos y obtener una beca de la misma universidad."

El programa "Jóvenes Investigadores" me permitió, a mí y cuatro jóvenes más, ingresar en una institución académica tan prestigiosa como Fedesarrollo, no obstante haber cursado estudios en una universidad de fuera de Bogotá. Sin el apoyo de COLCIENCIAS a este programa mi desarrollo profesional y el actual rumbo de mi formación hubiera sido muy dificultoso y hasta imposible. Es indudable la gran ayuda que presta este tipo de programas a jóvenes de provincia interesados en seguir el camino de la investigación económica, cuando las mejores posibilidades se encuentran en la capital."

Quiero expresar mis agradecimientos a COLCIENCIAS y Fedesarrollo por haberme permitido hacer parte de este programa, y espero que este tipo de programas continúen para que más jóvenes de provincia puedan acceder a este tipo de oportunidades para obtener formación académica en la práctica. Esta es una buena opción para consolidar una comunidad científica en nuestro país."

El Programa de Jóvenes Investigadores se ha convertido en una estrategia importante que fortalece otros programas de COLCIENCIAS, como el de becas, entregándole candidatos más idóneos y mejor preparados para realizar sus doctorados. Se trata de una pieza clave del actual proceso de formación de investigadores colombianos, que encaja perfectamente dentro del esquema integral que maneja el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y que busca el fortalecimiento de la comunidad científica.

2.2.3 DETECCIÓN DE JÓVENES TALENTOS

En el marco de los estudios adelantados por la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, la comisionada Angela Restrepo desarrolló y presentó los resultados de una investigación que tuvo como objetivo detectar la presencia de características propias del investigador en estudiantes de pregrado de biología, química y ciencias básicas.

Los alentadores resultados llevaron a COLCIENCIAS a proponer la continuación del estudio, conjuntamente con el grupo liderado por la doctora Restrepo, y su ampliación a otros campos de la ciencia como las ciencias sociales y humanas, la ingeniería e innovación tecnológica, y a otros disciplinas de las ciencias básicas.

En desarrollo de este nuevo proyecto y con el propósito de determinar y aprovechar la capacidad de los universitarios colombianos para la investigación científica, COLCIENCIAS inició entonces un programa para buscar al "investigador del futuro"²⁴, en 56 universidades que contaban con 82.381 estudiantes entre el quinto y el décimo semestres en las áreas mencionadas.

Mediante la aplicación inicial de un cuestionario de 16 factores de personalidad —16PF—, se determinaron los perfiles de investigadores y profesores, con el fin de establecer el marco de referencia para seleccionar los universitarios. Para el estudio se tomó una muestra de 2448 estudiantes a quienes les fue aplicado el 16PF. 251 de ellos obtuvieron una alta calificación en las pruebas y luego, a través de una entrevista realizada por un psicólogo y un científico del área, se les adjudicó un puntaje de acuerdo con su grado de interés por la inves-

24 Corporación para Investigaciones Biológicas, CIB, y PSINERGIA. "En búsqueda del investigador del futuro". Programa auspiciado por COLCIENCIAS y Ascun. Medellín, Colombia, 1998.

tigación y el progreso científico, sus habilidades y sus cualidades personales.

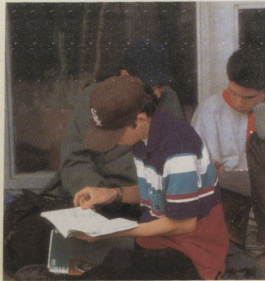
Como lo indica el informe, "al comparar los perfiles de los investigadores que sirvieron de marco al estudio con los universitarios excelentes (103), se encontró que estos últimos compartían con aquellos y, algunas veces, superaban en muchas de las cualidades requeridas para el trabajo investigativo, tales como la autoestima, la capacidad de raciocinio y crítica, objetividad, independencia de criterio y fuerza para ejercer liderazgo. Ello significa que se cuenta con un grupo importante de jóvenes que pueden convertirse en los investigadores del próximo milenio.

Las universidades están empezando a replicar internamente la metodología y la búsqueda de jóvenes talentos para la investigación. A los jóvenes ya detectados se les empieza a brindar apoyos especiales, como por ejemplo la flexibilidad en sus programas curriculares para permitir su inmediata vinculación con grupos de investigadores.

HISTORIAS DE ALGUNOS JÓVENES TALENTOS

No se asombre si cuando va a pagar una compra en los almacenes Éxito de Medellín quien está al frente de la registradora es un joven talento. Omar Ospina trabaja allí como cajero los fines de semana y días festivos para poder continuar con sus estudios de Ingeniería Química en la Universidad Nacional, seccional Medellín. Ya está vinculado a la investigación a través de un proyecto que realiza en la Fábrica de Licores de Antioquia: cuando no está contabilizando las compras de los clientes, busca ciertos microorganismos que convierten contaminantes en productos útiles.

Piloto de parapente en los fines de semana y biotecnóloga de plantas de lunes a viernes,



Sandra Patricia Toquica, define la investigación, pero pareciera que estuviera definiendo su deporte: "...es un reto, saber que afuera hay todo un mundo aún por descubrir y que se tienen las herramientas para abordarlo!!" Así

como se sube a una loma, se coloca este tipo de paracaídas rectangular, toma impulso, se bota al vacío y sentada en una especie de columpio divisa todo el mundo a sus pies, también trabaja frente a sus tubos de ensayo y sus plantas, paciente, dedicada, curiosa. Está convencida de algo que escuchó hace poco por los pasillos: "Para poder realizar un sueño, primero hay que tener ese sueño".

Javier Díaz está en sexto semestre de sistemas en Cali. Las redes son su pasión científica, y las cuerdas su entretenimiento en los ratos libres. "Me gusta tocar la guitarra", dice. "Toco en un grupo de rock y he hecho algunos conciertos en bares y otros escenarios".

2.2.4 PASANTÍAS Y CURSOS

La participación de los investigadores en cursos y pasantías representa un camino viable de formación continuada para su actualización y permanencia en las comunidades científicas nacional e internacional.

Con este programa COLCIENCIAS busca mantener la capacidad social acumulada del conocimiento y desarrollo tecnológico del país y crear las condiciones para su avance y ampliación. Busca además la construcción de ambientes favorables para la cooperación interinstitucional, entre los centros de investigación y desarrollo tecnológico y las empresas del sector productivo. En síntesis, se trata de hacer posible la reproducción ampliada y actualizada del conocimiento científico y tecnológico.

El programa contempla la financiación de pasantías posdoctorales de investigación y especialización con una duración máxima de 18 meses; pasantías de actualización o entrenamiento de investigadores con una duración de 3 a 24 meses; participación y realización de cursos especializados que estén relacionados con programas académicos e investigativos, con una duración mínima de 40 horas; pasantías de capacitación en investigación en grupos o instituciones de excelencia para jóvenes investigadores con una duración máxima de 24 meses y participación de investigadores nacionales o extranjeros en cursos especializados en calidad de profesores o conferencistas.

Entre 1995 y 1998 el Instituto financió la participación de 2329 investigadores en cursos de entrenamiento y pasantías de investigación nacionales e internacionales, con un costo de \$1.500 millones de pesos.

Desde 1995, el Programa de Movilidad de Investigadores atendió 35 solicitudes de científicos extranjeros de reconocido prestigio para trabajar en proyectos de investigación que se adelantan en Colombia, y aprobó solicitudes de retorno al país a 95 investigadores colombianos, buscando con su vinculación fortalecer la gestación, el desarrollo y la consolidación de los grupos y centros de investigación y desarrollo tecnológico existentes en el país.

2.3 APOYO A PROGRAMAS DE DOCTORADO

La construcción y desarrollo de capacidades para generar, transferir y adaptar el conocimiento, están ligadas a la disponibilidad de un sólido sistema de formación, que contemple una dinámica interacción entre los diferentes niveles del sistema educativo. Sin embargo, en

cuanto a investigación se refiere, los programas de formación de posgrado, muy especialmente los de doctorado, tienen particular importancia. El porqué este nivel es tan relevante tiene que ver con las características de formación que se imparte en los programas doctorales. Sin querer reducir este tema a una simplificación extrema, es de común reconocimiento que en los restantes niveles de formación, diplomado, especialización y maestría, la orientación de los programas se centra fundamentalmente en proveer al educando de nuevas visiones, conceptos, herramientas metodológicas, que le permitan responder, de manera más exhaustiva y profunda, a las preguntas propias de su profesión.

La particularidad de los doctorados está en que el estudiante adquiere la capacidad de formular preguntas, como resultado de un intenso trabajo de investigación que él mismo desarrolla de manera autónoma e independiente, bajo la dirección de un tutor. Esto explica el porqué en los doctorados, más allá de los niveles de profundización que se adquieren sobre un determinado tema, lo que el estudiante recibe es una seria fundamentación metodológica, que le permitirá en el futuro, no sólo continuar con sus investigaciones, sino convertirse en orientador de jóvenes investigadores. De allí la necesidad de contar con un buen número de sólidos programas de doctorado en diferentes campos de la ciencia y la tecnología.

Como se indicó en la Misión Ciencia, Educación y Desarrollo, Colombia presenta una precaria situación en este aspecto²⁵, de crucial trascendencia para la generación de entornos favorables para la investigación y para que las comunidades de científicos y tecnólogos nacionales cuenten con la capacidad para interactuar, en calidad de pares, con investigadores de otros países. No es difícil comprender entonces por qué COLCIENCIAS plantea que si se quiere formar esa capacidad científica nacional, se debe apoyar no solamente a becarios para que cursen sus programas doctorales en el exterior, sino que es indispensable e impostergradable fortalecer los programas de doctorado existentes en el país, así como ampliar de manera sustantiva la oferta de los mismos, con el propósito no sólo de crear condiciones más favorables para la investigación, sino de generar mejores y más eficientes modelos de formación en este nivel. Es claro que la disponibilidad de un mayor número de programas y el fortalecimiento de

25 Hasta 1990 en Colombia sólo se ofrecían ocho programas de doctorado, pero aún no se había graduado ningún investigador con el título respectivo, lo que explicaba en parte la debilidad de la comunidad científica.

los que ya existen pueden ser un importante aporte a la reducción del déficit que el país presenta en este campo²⁶.

La educación doctoral dentro del país requiere establecer y consolidar los programas respectivos. Esta modalidad tiene la ventaja de formar al investigador en el espacio propio de los grupos, redes e instituciones nacionales y alrededor de temas o líneas de trabajo específicas del entorno colombiano. A esto se añaden las consideraciones económicas, no sólo de costo directo, sino, en especial, del costo de oportunidad que implicaría desaprovechar el período de estudios doctorales, una fase de alta receptividad y productividad en la vida del científico, para sensibilizarlo hacia los problemas nacionales y aprovechar sus aportes al desarrollo nacional.

COLCIENCIAS inició el programa de Fortalecimiento a la Infraestructura de los Doctorados Nacionales en 1994. En la negociación del BID-tercera etapa se contempló una mayor destinación de recursos a este rubro, y el Instituto adquirió la meta de apoyar la creación en algunos casos y la consolidación, en otros, de un total de 24 programas en el país. El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología quiso con ello: consolidar el vínculo de los programas nacionales de doctorado con la academia internacional y con los grupos de investigación afines a sus programas y líneas de investigación con que cuenta el país; articular los procesos de apoyo a la infraestructura institucional de los doctorados, con el financiamiento de proyectos y actividades de investigación, el apoyo institucional a los grupos de investigación que los soportan y el financiamiento de sus estudiantes; ofrecer nuevas oportunidades de formación a los estudiantes nacionales.

Desde 1994 el apoyo financiero otorgado por COLCIENCIAS asciende a la suma total de \$1.592 millones de pesos. Las universidades Javeriana, Antioquia, Andes, Valle, Industrial de Santander, Nacional, seccionales Medellín y Bogotá, Pontificia Bolivariana, Pedagógica, Externado y Rosario han participado, con programas de ciencias básicas principalmente (49 por ciento). (Tabla No. 6 y Figura No. 10) Vale la pena destacar que entre los nuevos programas de doctorado

26 Los datos relativos al porcentaje mundial de científicos muestran la brecha gigantesca entre el número de científicos con que cuentan los países desarrollados (94 por ciento del total) y los existentes en los países en vías de desarrollo (6 por ciento). Los países latinoamericanos participan sólo con el uno por ciento y Colombia representa apenas el 0,01 por ciento de este potencial mundial para la investigación, lo cual es una evidencia clara de la inmensa debilidad de la comunidad científica nacional en el contexto regional y mundial.

las áreas socio-jurídicas y la pedagógica han conquistado un espacio importante, dada la necesidad que tiene el país de formar investigadores, pensadores e intelectuales idóneos que puedan ofrecer su aporte al devenir histórico del país. Se trata además de experiencias de carácter interinstitucional, en las que participan las universidades Externado, Javeriana y del Rosario.

En los últimos años han obtenido su grado cinco estudiantes del Programa de Doctorado en Química de la Universidad Nacional y seis del programa de doctorado en Física de la Universidad del Valle.

TABLA No. 6

Inversión en infraestructura de doctorados nacionales
por programa de ciencia y tecnología, 1994 - 1996
(Millones de pesos corrientes)

PROGRAMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	1994	1995	1996	Total
Ciencias Agropecuarias	—	—	54.80	54.80
Ciencias Básicas	160.55	366.03	263.04	789.62
Ciencias Sociales	26.22	25.30	120.56	172.08
Educación	—	—	43.84	43.84
Energía y Minería	44.42	75.06	—	119.48
Medio Ambiente*	59.94	39.64	—	99.58
Salud	95.87	150.97	65.76	312.59
TOTAL	387.00	657.00	548.00	1,592.00

* Doctorado en Ingeniería Hidráulica

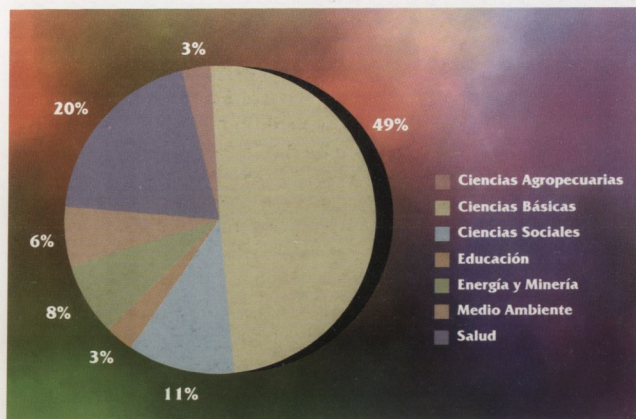


FIGURA No. 10

Distribución de la inversión en infraestructura de doctorados nacionales por programa de ciencia y tecnología 1994 - 1996

Fuente: COLCIENCIAS

2.4 APOYO A CENTROS Y GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

Los procesos de construcción de capacidades de investigación incluyen entre sus principales etapas la gestación, el desarrollo y la consolidación de grupos y centros de investigación. En este sentido la existencia de estos componentes del tejido investigativo de una sociedad puede considerarse como un criterio fundamental para evaluar el nivel de madurez de una determinada comunidad científica y tecnológica. En el caso colombiano, los procesos de construcción institucional, alrededor de Grupos y Centros, se han dado de manera simultánea al fortalecimiento mismo de COLCIENCIAS y de institucionalización del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

Con la creación de COLCIENCIAS en 1968, la comunidad científica colombiana inició un proceso de crecimiento en número y en preparación académica. Sin embargo éste ha sido un proceso lento y con altibajos. En un comienzo, los proyectos que se presentaban a COLCIENCIAS eran, fundamentalmente, resultado de la iniciativa individual y aislada de investigadores. Con la negociación y firma del primer crédito COLCIENCIAS-BID, en 1984, surgen nuevas posibilidades de financiar proyectos de investigación.

En un comienzo la oferta de recursos sobrepasó la demanda de calidad presentada a consideración de COLCIENCIAS, lo que llevó a que se promovieran diversas acciones encaminadas a gestar procesos de desarrollo institucional, para incrementar paulatinamente el número de grupos y centros en capacidad de presentar propuestas que satisficieran los criterios de calidad y pertinencia, vigentes desde ese entonces. Con la promulgación de la Ley 29 de 1990, de los Decretos Ley que la desarrollaron en 1991 (393, 585, 586) y con la firma del crédito COLCIENCIAS-BID, II Etapa, surgieron nuevas y promisorias condiciones para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país, y, muy particularmente, para el fortalecimiento y consolidación de los procesos de desarrollo institucional asociados con la conformación y fortalecimiento de los grupos y centros de investigación²⁷. Ya en ese entonces era evidente la evolución que había tenido lugar en este campo en el país, lo que se reflejaba en un sustancial incremento de la demanda por recursos para la financiación de proyectos de investigación.

27 Uno de los decretos que mayor impacto tuvo en estos procesos fue el 393, que abrió la posibilidad de asociación entre los sectores público y privado, para la creación de instituciones de carácter mixto, regidas por el derecho privado, cuyo fin fuese el desarrollo de programas, proyectos y actividades de ciencia y tecnología.

De otra parte, el rápido avance y la especialización del conocimiento, a través de los últimos años, ha mostrado la necesidad de encontrar nuevas e innovativas formas de asociación entre investigadores, grupos y centros. Entre estas formas, es evidente la vigencia de los modelos de red que buscan propiciar procesos de integración y articulación sinérgica, entre grupos y centros que trabajan en campos afines o complementarios.

A medida que una comunidad científica se consolida, se inicia la conformación de grupos de investigación, los cuales constituyen la célula fundamental del quehacer científico. Es en estas unidades de pensamiento donde se plantean, analizan, reflexionan y proponen alternativas relacionadas con la temática objeto de estudio. Es aquí donde se materializa el incremento de las capacidades para investigar, para generar conocimiento.

Como respuesta a la necesidad de consolidar grupos y centros de investigación, COLCIENCIAS incluyó dentro de su política de apoyo a la ciencia y la tecnología un programa orientado a su fortalecimiento y creación, tanto en el ámbito científico como tecnológico.

Un grupo de investigación es una particular asociación de individuos, investigadores, que comparten propósitos, intereses, recursos científicos y técnicos, que actúan de manera colectiva, desarrollan capacidades y competencias para producir resultados significativos en un tema específico. Una de las particularidades más importantes de los grupos de investigación es que cuentan con una estrategia de desarrollo propia que garantiza su viabilidad operativa y su permanencia en el tiempo, lo que les permite tener visibilidad y aceptación por parte de sus pares y de la sociedad en general. Es la unidad básica moderna de generación de conocimiento científico y su aplicación para el desarrollo tecnológico. Tiene la responsabilidad de participar activamente en la orientación de los procesos económicos e industriales del país, y, por lo tanto, generar cambios sociales.

La dinámica de los grupos puede llevar a que se consoliden como centros de investigación. Estos son unidades administrativas que adelantan actividades científicas y tecnológicas con presupuesto propio. Realizan, coordinan o ejecutan programas, líneas o proyectos de investigación y desarrollo, usualmente interdisciplinarios y congregan a investigadores de uno o varios grupos para potenciar su actividad. En este sentido un Centro puede acoger a uno o a varios grupos de investigación.

La negociación de recursos destinados a actividades científicas y tecnológicas entre el gobierno colombiano y el Banco Interamericano de Desarrollo, BID, Programa COLCIENCIAS-BID, III Etapa, incluyó entre sus componentes el apoyo a centros y grupos de investigación.

A fines de 1996 COLCIENCIAS lanzó la Primera Convocatoria de Apoyo a Grupos y Centros de Investigación con el fin de iniciar esta nueva modalidad de financiación que complementara las dos existentes: la entrega de recursos a proyectos de investigación y el apoyo a los investigadores como sujetos individuales, a través de becas y de estímulos al investigador.

Desde ese año el Instituto ha realizado en total tres convocatorias para reconocer financiera y socialmente la actividad de los científicos colombianos que unidos contribuyen al desarrollo de la ciencia nacional e internacional, y quienes, con sus conocimientos, responden con soluciones para las necesidades nacionales, regionales o locales, en beneficio de la sociedad y del país.

Los criterios que se utilizan para evaluar los grupos y centros de investigación son la calidad, la pertinencia, la visibilidad y la estabilidad. La calidad se mide por la formación de cada uno de los integrantes del grupo y por la productividad mostrada, en los últimos años, medida en términos de publicaciones nacionales e internacionales, inventos, patentes u otras formas de socialización de la producción científica. La pertinencia está dada por la contribución de la investigación al conocimiento o a resolver problemas de tipo nacional o local. La visibilidad es medida por el reconocimiento de que goza el grupo o centro entre sus pares y en la comunidad científica. Y la estabilidad se evalúa analizando las agendas de investigación de los grupos y centros, es decir sus planes de trabajo, poniendo particular atención a las estrategias de sostenibilidad y fortalecimiento planteados.

A través de las convocatorias de grupos y centros de excelencia realizadas en 1996 y en 1997 se apoyó a 99 de ellos, con estímulos económicos por un valor de \$5.790 millones de pesos. Algunos se presentan en los capítulos siguientes²⁸. (Anexo No. 1, Lista de Grupos y Centros apoyados por COLCIENCIAS 1996-1997).

28 La convocatoria correspondiente a 1998 está en proceso de evaluación al momento de escribir este libro.

2.5 SISTEMAS DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Colombia confronta un gran reto para poder proyectarse en un mundo en rápido proceso de cambio, dominado por tres tendencias dinámicas y complejas que lo están transformando profundamente el desarrollo de la sociedad de la información, la globalización, y el progreso científico y tecnológico que se da en diversas áreas de la ciencia, procesos generadores de nuevas oportunidades, pero también claros desafíos, que se podrían resumir en la necesidad de orientar el desarrollo hacia la construcción de sociedades del conocimiento. Uno de los instrumentos para facilitar el desarrollo de una Sociedad del Conocimiento en Colombia es el de concebir y formular una clara *Política Nacional de Informática*, que contemple y facilite el uso de las nuevas tecnologías relacionadas con la información y las comunicaciones; con el fin de aprovechar las oportunidades y responder a los desafíos generados por el contexto que caracteriza el inicio del nuevo milenio.

Desde finales de la década de los años ochenta, el país mostró una conciencia creciente sobre el papel de la información, y sobre cómo ésta se ha convertido en elemento clave e imprescindible de todos los procesos que involucran actividades en ciencia y tecnología. La generación, desarrollo y evolución de diferentes sistemas de información para incidir en una mayor cobertura de los contenidos ha sido una acción prioritaria para COLCIENCIAS durante estos años, así como el fomento al acceso y uso de la información científica y tecnológica a través de redes y sistemas nacionales e internacionales.

En el contexto de las sociedades de la información, los procesos de participación y de apropiación social del conocimiento toman nuevas dimensiones por las posibilidades y oportunidades que se abren a través del uso de las tecnologías de información y comunicación.

Un adecuado y eficaz Sistema Nacional de Información, SNI, producto de una política gubernamental decidida, impulsa el desarrollo de actividades de investigación en todos los campos del conocimiento, acelerando al mismo tiempo la evolución de los diferentes sectores que apoyan el crecimiento político, económico y social de los países. "Los Sistemas de Información son de vital importancia para el desarrollo de la actividad económica de los países y se constituyen en nuevas formas de infraestructura nacional"²⁹.

En el caso colombiano, con la creación de la Red Colombiana de Investigadores en el Exterior, Red Caldas en 1991, se ha logrado canalizar hacia el país parte del potencial investigativo de los colombianos que se encuentran vinculados a universidades, centros de investigación y de desarrollo tecnológico en el exterior. Los más de mil científicos e ingenieros que forman parte de la Red Caldas, ubicados en más de 20 países del mundo, facilitan la realización de proyectos de investigación conjuntos, acuerdos y convenios de cooperación entre grupos y centros científicos colombianos con sus homólogos internacionales, entre otras actividades que acercan el conocimiento mundial a toda la comunidad de investigadores.

Con el fortalecimiento de esa infraestructura nacional de información y el apoyo a proyectos estratégicos en el campo, como el de la Red Caldas, COLCIENCIAS busca que la sociedad colombiana se inserte exitosamente en la "sociedad del conocimiento", aquella con capacidad para generar conocimiento sobre su realidad y su entorno, y para utilizar dicho conocimiento en el proceso de concebir, forjar y construir su futuro.

Entre 1995 y 1997 el Programa de Sistemas de Información de COLCIENCIAS apoyó 42 proyectos estratégicos para la incorporación de tecnologías de la información a procesos de educación y capacitación. (Tabla No. 7) Los proyectos responden a líneas de apoyo identificadas como relevantes y necesarias para las actividades de ciencia y tecnología del país.

CONEXIONES EN ANTIOQUIA

Conexiones es un proyecto de informática educativa para crear ambientes de aprendizaje que mejoren la calidad de la educación colombiana.

Liderado por la Universidad EAFIT y la Universidad Pontificia Bolivariana, el proyecto conectó electrónicamente a 35 instituciones educativas privadas y oficiales de Antioquia con su red interrescolar, lo cual facilitó la comunicación entre alumnos, profesores e instituciones educativas y permitió el acceso a un gran volumen de información.

Además creó La Pachamama, una interfaz de comunicaciones que introduce al

niño en el mundo de la informática y las telecomunicaciones. Los ambientes de La Pachamama son espacios recreados en la naturaleza, en cada uno de los cuales se proponen actividades tecnológicas escolares que propician el desarrollo de un pensamiento constructivo sobre bases socializadoras, ecológicas y éticas.

Entre otros logros, Conexiones ha producido cambios en los estilos docentes, permitiendo una labor más cooperativa y horizontal, donde el papel del profesor se acerca más al de "facilitador y orientador" del aprendizaje.



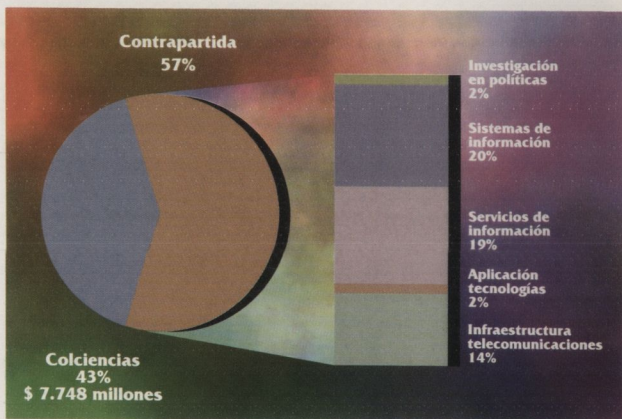
TABLA No. 7
Inversión en proyectos de sistemas de información
1995 - 1997
(Millones de pesos corrientes)

LÍNEAS DE APOYO		1995	1996	1997	Total
INVESTIGACIÓN EN POLÍTICAS	No. Proyectos	—	2	4	6
	Monto COLCIENCIAS	—	145	467	612
	Monto Contrapartida	—	13	270	283
	Monto Total	—	158	737	895
SISTEMAS DE INFORMACIÓN	No. Proyectos	5	5	1	11
	Monto COLCIENCIAS	857	1,108	144	2,109
	Monto Contrapartida	425	2,864	130	3,419
	Monto Total	1,282	3,972	274	5,528
SERVICIOS DE INFORMACIÓN	No. Proyectos	6	4	3	13
	Monto COLCIENCIAS	937	655	441	2,033
	Monto Contrapartida	2,175	492	559	3,226
	Monto Total	3,112	1,147	1,000	5,259
APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS	No. Proyectos	1	2	1	4
	Monto COLCIENCIAS	246	299	99	644
	Monto Contrapartida	130	188	—	318
	Monto Total	376	487	99	962
INFRAESTRUCTURA TELECOMUNICACIONES	No. Proyectos	1	6	1	8
	Monto COLCIENCIAS	375	1,577	398	2,350
	Monto Contrapartida	375	1,570	400	2,345
	Monto Total	750	3,147	798	4,695
No. Proyectos	13	19	10	42	
Monto COLCIENCIAS	2,415	3,784	1,549	7,748	
Monto Contrapartida	3,105	5,127	1,359	9,591	
Monto Total	5,520	8,911	2,908	17,339	

COLCIENCIAS aportó \$7.748 millones de pesos al sector, y generó contrapartidas por el 55 por ciento del total de la inversión en las cinco líneas de apoyo, siendo la línea "Sistemas de Información" la que más aportó al proceso de construcción del SIN, seguida muy de cerca por "Servicios de Información" (Figura No. 11). Preocupa el poco interés de la comunidad de investigadores en políticas de información, en una época en la cual ésta forma parte activa y fundamental de todo tipo de relaciones mundiales.

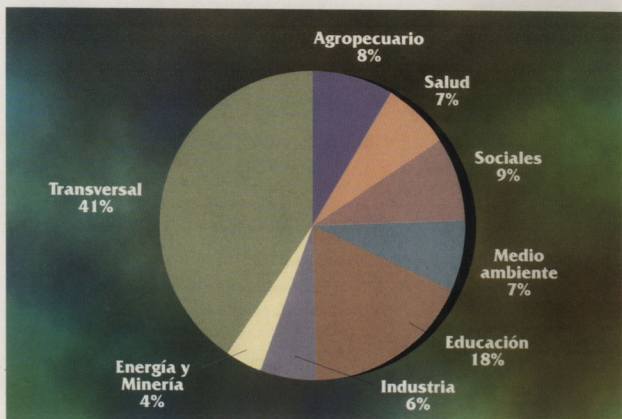
De los proyectos apoyados por COLCIENCIAS a través de su programa de Sistemas de Información, el 41 por ciento cortan transversalmente siete de los Programas Nacionales del Sistema de Ciencia y Tecnología, como se aprecia en la Figura No. 12. Hacia el sector de la educación se destinó el 18 por ciento de los recursos, para responder a las políticas de dotar de infraestructura, así como de *software* apropiado para la enseñanza de las ciencias, a las escuelas primarias y secundarias del país.

FIGURA No. 11
Contrapartidas movilizadas por COLCIENCIAS, en proyectos de sistemas de información por línea de apoyo 1995-1997



Fuente: COLCIENCIAS

FIGURA No. 12
Distribución de la inversión de COLCIENCIAS, en proyectos de sistemas de información por programas de ciencia y tecnología. 1995-1997



Fuente: COLCIENCIAS

El Programa de Sistemas de Información de COLCIENCIAS tuvo a su cargo además la consolidación de la Red CETCOL en todo el país. Se destaca también la creación de la dimensión electrónica de la Red del Programa Conocimiento, Innovación y Construcción de Sociedad, CICS, a través de internet, que combina *websites* con redes electrónicas de investigación y de reflexión y con grupos de discusión, buscando aprovechar la potencialidad de las nuevas tecnologías para generar espacios de debate sobre temas de interés nacional.

2.6 OBSERVATORIO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

El desarrollo de los sistemas nacionales e institucionales de ciencia y tecnología demanda la existencia de una política de seguimiento y evaluación permanente del quehacer científico, que permita confrontar los avances que se consiguen con las metas propuestas inicialmente, e igualmente medir la productividad de los diferentes grupos y centros de investigación. Además de la función interna que cumplen este tipo de subsistemas, es a través de su desarrollo que se hace viable la articulación entre la información relacionada con las actividades científico-tecnológicas, y los demás sectores (económicos, educativos, etc.) de una sociedad.

En este sentido se destaca el esfuerzo de COLCIENCIAS en la organización del Observatorio de Ciencia y Tecnología, instrumento cuya misión es la de acumular información, darle valor agregado y producir indicadores acerca del estado y las dinámicas de la ciencia y la tecnología. El Observatorio permite que los diferentes actores institucionales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, y el Sistema Nacional de Innovación puedan realizar análisis, elaborar estrategias, evaluar políticas de investigación y desarrollo tecnológico y tomar decisiones con base en ellas, encontrar causalidades y realizar predicciones de las distintas actividades que emergen de la sociedad.

Entre las actividades que el Observatorio realiza actualmente están:

- Diseño y construcción de indicadores, normalización de conceptos, tratamiento de la información, desarrollo de modelos analíticos para interpretación de indicadores, relación entre indicadores cualitativos y cuantitativos.
- Normalización de los procedimientos de recolección y organización de información producida local o regionalmente, por áreas del conocimiento o de actividad y procesamiento de la misma para obtener tendencias y comparabilidad institucional, regional, nacional o internacional.

- Constitución de bases de datos nacionales homogenizadas según estándares de aplicación internacional
- Determinación y monitoreo del posicionamiento internacional de las actividades de ciencia y tecnología llevadas a cabo en el país.
- Medición del impacto logrado por las actividades de ciencia y tecnología en el país.
- Divulgación y disseminación de la información generada y publicación periódica de indicadores y sus métodos de construcción, tanto en medios impresos como en formato electrónico, a través de su Centro Virtual de Información.
- Capacitación y fomento de debates en torno a la construcción de indicadores de impacto en la innovación, el desarrollo tecnológico y la competitividad, el desarrollo social y el bienestar, la biodiversidad, el deterioro ambiental y el desarrollo sostenible y equitativo, desde la perspectiva de la ciencia y la tecnología.

El Observatorio adelanta varios proyectos entre los cuales se destaca la adaptación de los Manuales de Oslo, Canberra, Balanza Tecnológica de Pagos y Frascati para Latinoamérica; escalafonamiento de publicaciones científicas colombianas, encuesta de la actividad de I&D en el Sistema de Educación Superior y el Centro Virtual de Información del Observatorio.

Ha realizado además convenios de cooperación internacional con la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, RICYT, la Organización de Estados Americanos, OEA, la National Science Foundation, NSF; el Observatorio Francés de Ciencia y Tecnología, OST, el Instituto de Información de Ciencia y Tecnología de Francia, INIST, y mantiene contacto constante con los diferentes Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología de la región.

2.7 DIVULGACIÓN Y POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

El desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en un país encuentra su razón de ser, en la medida que los efectos del desarrollo científico y tecnológico que se logre sean apropiados por la sociedad. De ahí la trascendencia que en los últimos tiempos vienen teniendo los procesos de apropiación social del conocimiento, entendidos estos como los mecanismos y vías a través de los cuales la sociedad hace suyos los efectos de los desarrollos logrados por sus investigadores, en particular, y de la comunidad científica tecnológica mundial, en general.

SERIE JUVENIL DE COLCIENCIAS

La Serie Juvenil de COLCIENCIAS se inició en 1994 con *El Inventor de Lunas*, libro escrito por Jairo Aníbal Niño sobre la vida del sabio Francisco José de Caldas. Desde entonces, COLCIENCIAS y Tres Culturas Editores han publicado 18 títulos escritos por reconocidos escritores juveniles e infantiles colombianos, sobre científicos nacionales o extranjeros cuyos aportes al país han sido significativos.

Ha sido tal el impacto educativo de la colección, que ha recibido el apoyo de numerosas instituciones, entre ellas la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, cuya junta directiva aprobó una moción de felicitación al Instituto por su publicación.

Gracias a un convenio con Panamericana, la Serie Juvenil puede ser adquirida por todos los colombianos.



Desde hace ya cerca de tres lustros, COLCIENCIAS promueve la integración de la ciencia y la tecnología a la sociedad colombiana mediante procesos de divulgación y de enseñanza del conocimiento científico y tecnológico, así como de apropiación social del mismo, con miras a democratizarlo y convertirlo en base del desarrollo sostenible y equitativo del país.

Entre las actividades apoyadas por este programa, en los últimos años, se destaca la inversión en Centros Interactivos de Ciencia y Tecnología, entre ellos Maloka, ubicado en Santafé de Bogotá, y la Red de Museos de la Ciencia y el Juego, en diferentes ciudades intermedias del país. Se busca con ellos abrir espacios de interacción entre la ciencia y la población estudiantil principalmente, para que, por medio de experiencias vividas personalmente y guiadas por asesores ex-

MALOKA, CENTRO INTERACTIVO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Ubicado en Ciudad Salitre, en Santafé de Bogotá, Maloka es un centro interactivo de ciencia y tecnología con ocho salas de exhibición que invitan al visitante a manipular los objetos para comprender las leyes de la naturaleza: Moléculas en movimiento, el origen de la vida, la biodiversidad, la ciudad, el universo, la sala infantil, el ser humano y la tecnología forman parte de esta primera etapa que fue abierta al público en 1998.

Maloka tiene además el cine domo, una sala de proyección con pantalla en forma de cúpula, donde se proyectan películas de 70 milímetros con un ángulo de visión de 135 grados y un sistema de sonido de 32 parlantes, lo que hace que el espectador experimente la película en toda su dimensión.



Es un proyecto realizado por la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia con el apoyo de COLCIENCIAS, entre otras

entidades, que busca acercar el conocimiento científico a todos los colombianos.

pertos, los jóvenes colombianos encuentren en el campo de la investigación una opción de vida en su madurez.

Este programa de COLCIENCIAS también apoya las publicaciones de la comunidad científica y académica, así como colecciones generadas en el propio Instituto (Anexo No. 2 Publicaciones de COLCIENCIAS o apoyadas por el Instituto, 1995-1997). Sobresale la Serie Juvenil, de la cual se publicaron 18 volúmenes entre 1995 y 1998. La serie, escrita por reconocidos escritores colombianos, presenta la vida y obra de científicos nacionales o extranjeros que tuvieron una influencia considerable en la ciencia de Colombia.

En divulgación se destaca el apoyo a programas de ciencia y tecnología para los diferentes medios de comunicación de masas, en especial en televisión y prensa escrita.

3. EL CONOCIMIENTO TEÓRICO

De los significados usuales de la palabra teórico, aquí se asumen dos de ellos. El primero, referido a la parte de la ciencia que no considera las aplicaciones de la ciencia misma a la técnica productiva; el segundo, asociado a la formulación de hipótesis o de conceptos científicos. En esta perspectiva, resulta pertinente indicar que cuando hablamos de investigación teórica, tenemos en mente las reflexiones que hiciera Kuhn, en su famoso trabajo *La estructura de las revoluciones científicas*, sobre el desarrollo de la ciencia y del conocimiento, alrededor del establecimiento y la evolución de los paradigmas³⁰.

El desarrollo de capacidades para el pensamiento teórico no tiene implicaciones simplemente en el ámbito del conocimiento en que él evoluciona, sino que constituye un enorme aporte al desarrollo de una base interpretativa para comprender la realidad física, biológica y social, en toda su integralidad y complejidad. En este sentido el conocimiento teórico resulta fundamental para explicar la dinámica

30 Tomas Kuhn en su trabajo "La Estructura de las Revoluciones Científicas", publicado en 1962, desarrolla una interesante y hoy ampliamente reconocida teoría, sobre la manera como se da el desarrollo del conocimiento científico y de la ciencia en general. Introduce Kuhn en este trabajo el concepto de "paradigma": "realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica" y de "ciencia normal": "investigación basada firmemente en una o más realizaciones científicas pasadas, realizaciones que alguna comunidad científica particular reconoce, durante cierto tiempo, como fundamento para su práctica posterior". De esta forma Kuhn explica como en la ciencia los avances se dan como la sinérgica sumatoria entre dos periodos: uno, en el cual emergen un conjunto de nuevos planteamientos, nueva teoría (paradigma) en un determinado campo de la ciencia, que busca dar explicación a fenómenos que no habían encontrado suficiente corroboración, con el uso de los conceptos comúnmente aceptados en ese momento, y que rápidamente recibe el reconocimiento de la comunidad que trabaja en ese campo. El segundo corresponde al período en el cual los científicos basan sus investigaciones en los conceptos que han "emergido" con la nueva teoría o paradigma, y que comparte de manera integral. Pausadamente esta nueva teoría o conjunto de conceptos e interpretaciones comienza a resultar insuficiente para dar una explicación consistente a nuevos fenómenos estudiados por los científicos lo que va preparando el terreno para la "emergencia" de un nuevo paradigma. Ver: Kuhn, T.S. *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. FCE, Bogotá, 1992.

de los fenómenos que tienen lugar en la naturaleza y en las relaciones que se establecen entre ellos. A su vez, el estudio de los principios mismos que rigen la composición y el comportamiento de los elementos que componen la realidad, —las sustancias, materiales, organismos, especies, géneros y asociaciones de todos éstos—, provee a la humanidad de conocimientos que resultan vitales para manejar esos elementos.

Es evidente que en Colombia es reducido el número de grupos que se podrían ubicar en el campo de la investigación teórica. De los que existen, la mayoría se encuentra trabajando en lo que algunas personas llaman las "ciencias duras", es decir, química, física y matemáticas. Otro ámbito en el que ya empiezan a aparecer algunos trabajos en temas teóricos es el de la biología, aunque no se puede desconocer que la tradición investigativa de nuestro país nació con los estudios de ciencias naturales promovidos por la Expedición Botánica a principios del siglo XIX.

PROGRAMA DE FÍSICA EXPERIMENTAL DE ALTAS ENERGÍAS

El interés del grupo de investigación de la Universidad de los Andes se centró en este proyecto en la física del quark b, también llamada física B, pues trata del estudio de los hadrones B, componentes que contienen el quark b.

Esta investigación en física de partículas elementales la realiza el grupo de los Andes desde 1988 en colaboración con el Laboratorio del Acelerador Nacional Fermi de los Estados Unidos, Fermilab. Con desarrollos en los campos de detección de partículas, electrónica, diseño de *software*, simulación computacional, análisis de datos y cálculos fenomenológicos, en el marco del proyecto DO, coordinado por el Fermilab, el Grupo de Física Experimental de Altas Energías participó en el descubrimiento de una nueva partícula elemental, el Quark top.



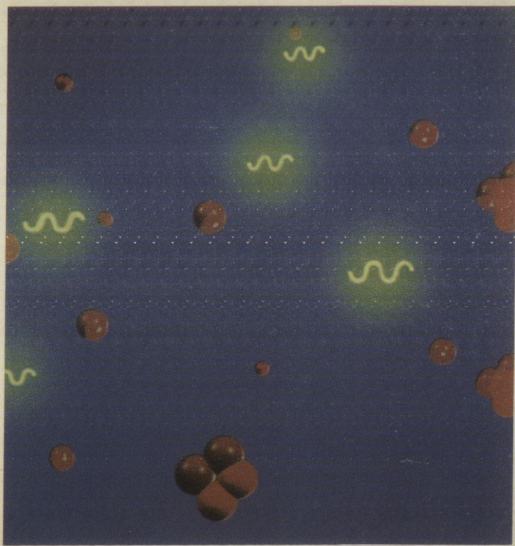
En particular, los temas en que se concentran las investigaciones apoyadas por COLCIENCIAS, con orientación hacia los aspectos teóricos de la ciencia, corresponden a matemáticas y estadística, física (super y semiconductores) química teórica y astrofísica, y en la comprensión de procesos a nivel molecular. En las ciencias sociales y humanas, si bien los ejemplos son menos notorios que en el anterior, es necesario mencionar los grupos que trabajan diferentes temas de la filosofía, la historia y algunas contribuciones a la teoría económica.

ESTUDIO SISTEMÁTICO DE LAS INTERACCIONES HORIZONTALES

Se trata de un proyecto realizado por el Grupo de Investigación en Fenomenología de Partículas Elementales de la Universidad de Antioquia, que contribuyó a generar una explicación sobre el espectro de masas de los fermiones fundamentales, como son los quarks y los leptones.

Los investigadores realizaron diversos cálculos teóricos que permitieron hallar modelos de simetrías horizontales, así como algunos de los ingredientes fundamentales que los componen, con miras a generar una nueva relación matemática entre las masas de los quarks y los leptones y sus ángulos de mezcla.

Concentraron sus estudios en más de seis cálculos de grupos diferentes, cuyos resultados publicaron en tres revistas científicas internacionales de física.



La mayoría de las investigaciones de tipo teórico las realizan grupos de investigación de las universidades públicas, como la Nacional (sedes Santafé de Bogotá y Medellín), Antioquia, Valle, Industrial de Santander y Cartagena. La Universidad de los Andes y el Centro Internacional de Física, CIF, también cuentan con grupos consolidados en ciencias fundamentales, especialmente en física.

Un hecho notable es la aparición del Grupo de Estudios Teóricos de la Ciencia, bajo la coordinación y tutela de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, que ha venido trabajando de manera ininterrumpida desde hace ya cinco años. Este grupo presenta los trabajos que desarrollan sus integrantes, sobre epistemología, teorías del caos y de la complejidad.

Si se la compara con la de otros países, la historia de la ciencia en Colombia es reciente. Este hecho, sin duda, incide en el reducido número de grupos que trabajan desde una perspectiva teórica. No obstante, es notorio que dos de los doctorados graduados en química, en la Universidad Nacional, han desarrollado sus tesis en química teórica; igualmente, entre los becarios patrocinados por COLCIENCIAS, al menos dos se encuentran desarrollando trabajos de investigación en teoría de la evolución.

De otra parte es significativa la participación de investigadores colombianos en Programas Internacionales orientados, entre otros temas, a comprender la evolución del universo y del hombre.

FÍSICA DE NANOESTRUCTURAS SEMICONDUCTORAS: PROPIEDADES OPTOELECTRÓNICAS

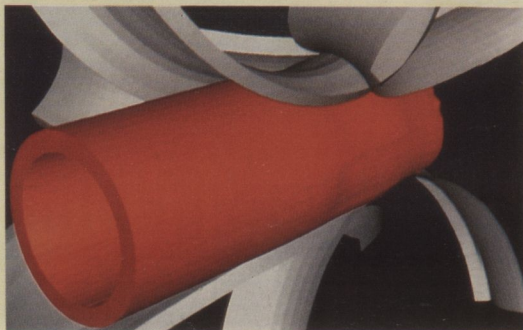
El Grupo de Física Teórica de la Materia Condensada de la Universidad de los Andes trabaja desde 1988 en el campo de la física de los semiconductores.

Ha desarrollado ideas teóricas fundamentales en el marco de la física de sistemas semiconductores de baja dimensionalidad. En este proyecto se emplearon métodos tanto analíticos como computacionales para estudiar las propiedades electrónicas básicas de nanoestructuras semiconductoras.

Como resultado del desarrollo de las líneas de investigación propuestas en el proyecto se ha generado una serie de publica-

ciones en revistas científicas internacionales en varios temas, entre los que se destacan las correlaciones electrónicas y la res-

puesta óptica de sistemas cuánticos de pocos electrones, y los gases electrónicos en estructuras de baja dimensionalidad.



4. CONOCIMIENTO Y USO DEL AMBIENTE

Los estudios que buscan explicar la relación entre la sociedad humana y los ecosistemas, se nutren de varias ciencias naturales y sociales. Los griegos le decían *oikoumene*, lo que significa "armonía entre el hombre y la naturaleza". Sin embargo esta relación no siempre ha sido tan armónica: el hombre ha tendido a fragmentar el ambiente, olvidándose de la naturaleza y, en muchos casos, que él forma parte de ella.

Dentro del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, los Programas de Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat, Ciencia y Tecnología del Mar, Biotecnología y Ciencias Básicas fortalecen la capacidad de investigación y desarrollo tecnológico mediante el estudio interdisciplinario y participativo del hombre con su entorno.

El tema ambiental no tiene, como algunos creerían, nada que ver con una mirada "verde" al planeta. Incluye muchos campos del conocimiento referentes a la manera como el ser humano se apropia del saber que le ofrece su entorno; considera a las ciencias naturales como eje central de su quehacer. En esta perspectiva las ciencias médicas, las agropecuarias, las tecnologías, de una u otra manera hacen parte de la problemática ambiental.

La concepción ambiental, que siempre ha debido ser abordada desde un enfoque holístico, tiene una larga trayectoria en Colombia³¹. En la historia de los últimos años, al inicio de la década de 1990, la Constitución Nacional de 1991 planteó el tema ambiental en más de 45 de sus 380 artículos y promulgó una serie de derechos y deberes tanto para el Estado, como para los ciudadanos.

31 Se han publicado varios libros al respecto. En 1998, Tercer Mundo Editores y la Fundación FES publicaron *La Reforma Ambiental en Colombia*, escrito por el ex-ministro del Medio Ambiente Manuel Rodríguez Becerra, quien revisa extensamente la historia de la gestión ambiental en nuestro país.

En ese mismo año COLCIENCIAS organizó su nueva estructura teniendo en cuenta el tema ambiental como uno de sus mayores retos, concibiéndolo como la relación del hombre colombiano con su entorno natural y construido. Sin embargo, ya en la década de los ochenta, la comunidad científica nacional intensificaba su preocupación por los crecientes índices de extinción de especies, la degradación de los suelos producida por la tala de bosques nativos, y los nocivos efectos de severos períodos de lluvia, como consecuencia de un cambio climático que comenzaba a hacerse evidente.

A finales de 1993, y como consecuencia de la creación del Ministerio del Medio Ambiente, con funciones específicas de gestión y conservación del ambiente y los recursos naturales renovables, se inició la organización del Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se promovió la creación y fortalecimiento de cinco entidades de investigación adscritas al Ministerio: el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander Von Humboldt", el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, "José Benito Vives de Andrés", INVEMAR, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico.

Los miembros de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo³² definieron lo que ellos denominaron las problemáticas que afectaban "la capacidad de regeneración de los diversos ecosistemas y la calidad de vida en los asentamientos humanos, urbanos y rurales"³³, y sobre las cuales se debían iniciar, en algunos casos, y fortalecer, en otros, los recursos para la investigación: El agotamiento y degradación de los recursos naturales, la contaminación ambiental y la pérdida de la biodiversidad y de la diversidad cultural.

En 1994 el gobierno definió dos estrategias de acción en el campo ambiental, con un claro propósito de búsqueda de la calidad de vida de los colombianos³⁴; propuso desarrollar y fortalecer la capacidad científica nacional para el conocimiento de los ecosistemas que albergan la biodiversidad terrestre y marina, las especies que la integran, sus posibles usos, dentro de criterios de sostenibilidad. Así

32 Eduardo Aldana, Luis Fernando Chaparro, Gabriel García Márquez, Rodrigo Gutiérrez, Rodolfo Llinás, Marco Palacios, Manuel Elkin Patarroyo, Eduardo Posada, Ángela Restrepo y Carlos Eduardo Vasco.

33 *Colombia al Filo de la Oportunidad*. Pág. 154

34 *Política Nacional de Ciencia y Tecnología*. Documento CONPES. Pág. 11

mismo, propuso recuperar el medio ambiente urbano y desarrollar patrones de urbanización sostenibles en el largo plazo.

En 1997, COLCIENCIAS planteó la necesidad de apoyar una investigación ambiental interdisciplinaria tendiente a lograr una comprensión sistémica que reconociera la multiculturalidad del país y sus múltiples expresiones para lograr su adaptación a los sistemas vivos y a las complejas relaciones con éstas. Dicha investigación recoge de las diferentes disciplinas los avances científicos en la comprensión de los múltiples niveles de realidad, pero tiene su campo específico de estudio, definido por las relaciones entre los sistemas socioculturales y el medio ecosistémico. El Instituto propuso abordar el problema ambiental desde cinco áreas específicas: Modelos y políticas de desarrollo y sostenibilidad; calidad ambiental y del hábitat; biodiversidad y recursos naturales; población, territorio y asentamientos humanos; y tecnología para el ambiente y el hábitat.

En líneas generales, las políticas nacionales han tendido a anuar esfuerzos para trabajar en líneas de acción determinadas que le permitan a los colombianos tener mejor agua, mares y costas limpias, más bosques, mejores ciudades y poblaciones, y proteger los ecosistemas estratégicos³⁵, teniendo como marco que uno de los objetivos de COLCIENCIAS es el de fortalecer la capacidad de I&D para generar en el país relaciones más armónicas entre el hombre y la naturaleza, que garanticen un desarrollo económicamente viable, socialmente justo y ecológicamente sustentable.

La investigación en esta área va consolidándose, y la participación de la ciudadanía, gracias a esfuerzos de diferentes instituciones por realizar efectivos programas de educación ambiental, ha contribuido a generar una mayor conciencia sobre la necesidad de conocer y cuidar el ambiente que nos rodea.

Si se suman la creación y el fortalecimiento de institutos de investigación ambiental en las universidades y las oficinas ambientales en sectores gubernamentales y no gubernamentales, privados y públicos, a la puesta en funcionamiento del Ministerio del Ambiente y sus cinco institutos, podemos decir que Colombia ha iniciado la consolidación de una infraestructura y una mentalidad que busca ese equilibrio entre ser humano y naturaleza.

35 *La Reforma Ambiental en Colombia*, de Manuel Rodríguez Becerra. Tercer Mundo Editores/Fundación FES. 1998. Pág. 240

Es evidente que para garantizar la consecución de estos propósitos Colombia tiene que hacer más esfuerzos por preparar una comunidad científica capaz de asumir la tarea de conocer y comprender nuestro entorno natural, las formas como nos relacionamos con él, las maneras de mitigar los efectos nocivos de nuestro quehacer cotidiano y productivo, orientar las negociaciones con otros países y generar propuestas de desarrollo sostenible que no vayan en contravía con la evolución del país.

Como parte de este esfuerzo COLCIENCIAS definió el tema ambiental como prioritario en la asignación de becas-crédito, en el programa de formación de Recursos Humanos. Aunque aún resulta evidente el déficit de personal altamente calificado en estos temas es de resaltar el significativo número de estudiantes que adelantan programas en biotecnología, ecología acuática, recursos marinos, protección y conservación de los recursos, ecología, tecnologías ambientales, geotecnia e hidráulica, ingeniería civil, asentamientos humanos, educación ambiental, antropología y economía ambiental. Lo mismo ocurre con los jóvenes investigadores apoyados por COLCIENCIAS desde que se inició el programa en 1995, así como los jóvenes talentos seleccionados, en quienes también se nota un interés particular en el campo ambiental y su relación con la sociedad.

De acuerdo con análisis realizados por los diferentes programas nacionales de COLCIENCIAS, Colombia puede mostrar avances en el conocimiento de especies y ecosistemas, en indicadores y sistemas de información y seguimiento del deterioro ambiental, y en restauración de ecosistemas estratégicos, así como en el estudio de bioindicadores de calidad de agua, restauración de bosques húmedos tropicales, ecología de poblaciones de mamíferos pequeños en el Chocó, y conocimiento de la diversidad florística.

En cuanto a tecnología y calidad ambiental, el país presenta desarrollos en tecnologías apropiadas para el tratamiento de aguas para consumo y residuales, biorremediación con microorganismos, sistemas de seguimiento de la calidad del aire y de control de emisiones, combustibles y producción limpias, y aumentos de eficiencia industrial.

En el área de población y asentamientos humanos los proyectos de investigación han contribuido a mejorar los materiales y la calidad de la vivienda. La investigación arquitectónica histórica se ha desarrollado rápidamente, hay un mayor conocimiento de la movilidad poblacional y de los patrones de asentamientos industrial y humano, y el país ya cuenta con perfiles urbanos ambientales de ciertas zonas.

La georreferenciación de ecosistemas terrestres y marítimos ha sido una actividad novedosa y útil para conocer con más detalle los recursos naturales que posee el país, como recursos mineros, tipos de bosque y calidad de los suelos.

En el manejo del ambiente, la contribución de la biotecnología para el estudio de la biodiversidad y el aprovechamiento de recursos, abre interesantes expectativas que con seguridad repercutirán en la competitividad futura del país.

4.1 TEMAS AMBIENTALES

La mirada correspondiente a este capítulo incluye un buen número de los proyectos de investigación apoyados por los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología del Mar, Biotecnología, Ciencias Básicas, y Medio Ambiente y Hábitat. De acuerdo con sus temáticas y con las prioridades que se han señalado históricamente, se clasifican así:

- Cosmología y geociencias
- Ecosistemas
- Biodiversidad
- Aprovechamiento de recursos
- Calidad ambiental
- Hábitat y asentamientos humanos
- Política ambiental

Se trata de áreas de la investigación científica que se identifican como centrales en la aproximación de la ciencia a la solución de problemas nacionales, y al mismo tiempo contribuyen a ampliar el conocimiento que tiene la humanidad sobre su entorno.

4.1.1 GEOCIENCIAS Y COSMOLOGÍA

Por su topografía, por estar ubicado sobre la Placa de Nazca, y por estar sobre el cinturón de fuego, entre otras circunstancias, Colombia es un país de volcanes, terremotos, temblores, derrumbes, desbordamientos, y, con menor frecuencia aunque no menor trascendencia, tsunamis y maremotos. Se trata de fenómenos naturales cuyas causas tienen que ver más con la estructura geológica del territorio, que con las anomalías atmosféricas, muy frecuentes en la zona del mar Caribe.

Un conocimiento amplio de estos fenómenos haría posible, en algunos casos, prever su violento actuar con consecuencias que, en ocasiones, cobran vidas humanas. Sin ir más lejos, las repercusiones ambientales que ha sufrido no solamente Colombia sino otros países a causa del Fenómeno del Pacífico, o Fenómeno del Niño, demuestran la necesidad de estudiar estas manifestaciones del comportamiento del planeta para contar con herramientas científicas que le permitan a la humanidad, en nuestro caso al país, prepararse para mitigar los efectos de eventos futuros.

El estudio de la estratigrafía y la composición química de la corteza terrestre y las rocas, formación de las cordilleras y los análisis de los fenómenos que ocurren en aguas subterráneas y en medio del océano, pero con implicaciones para playas y costas, son algunos de los temas objeto de investigación por parte de los científicos colombianos en la actualidad.

Los fenómenos naturales no son causados por la acción del hombre. El planeta Tierra tiene sus dinámicas, experimenta movimientos, produce reacciones desde su centro hasta su superficie.

El planeta ha sufrido drásticas alteraciones climáticas, incluso desde muchos millones de años antes que apareciéramos los humanos. Al propio hombre primitivo le tocó experimentar los rezagos de una época cálida y la transición al período glacial, que se extendió hasta hace unos diez mil años.

Las condiciones naturales del clima fluctúan y lo hacen mucho más ahora, cuando la acción del ser humano ha acelerado el cambio climático notoriamente en las últimas décadas. Ante el creciente interés de la comunidad científica frente a este hecho, desde 1998 las universidades EAFIT y Nacional de Colombia adelantan estudios en esta área.

Si bien se trata de una línea de investigación que merece ser atendida, pareciera que la responsabilidad la hemos dejado en manos de los países desarrollados, donde se adelantan proyectos que buscan no sólo medir el impacto de la actividad humana industrial en la atmósfera, sino también las posibles soluciones y medidas que debe tomar el mundo entero para paliar sus efectos.

En el campo de la cosmología, no obstante tratarse de un tipo de investigación propia de los países más industrializados, y con poca aplicación aparente para la solución de los problemas nacionales, existen grupos en Colombia que estudian diferentes aspectos del uni-

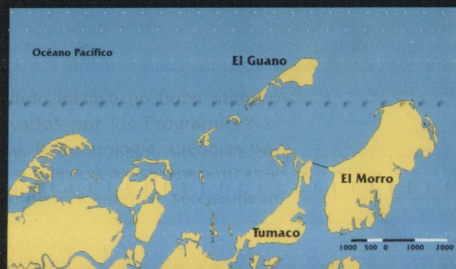
OBSERVATORIO SISMOLÓGICO DEL SUROCCIDENTE, OSSO

La articulación entre la vida de la población de la zona pacífica colombiana y la conformación geológica de la región fueron los factores que hicieron posible la formulación en 1987 de un proyecto regional que contemplara la creación de un sistema regional para la observación e investigación sismológica en el suroccidente colombiano, el OSSO.

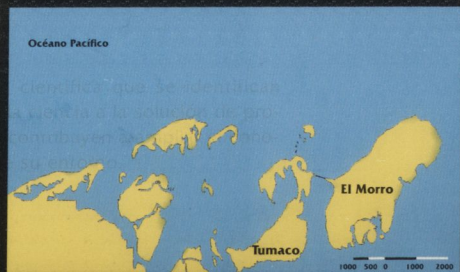
Este proyecto fue desarrollado por un grupo de investigación de las ciencias básicas experimentales de la Universidad del Valle, el cual coordina siete líneas de investigación principalmente en el campo de la geofísica: Sismicidad regional; desarrollo de sistemas de adquisición y procesamiento de datos geofísicos; prevención de desastres por influencia Tsunami; estudios históricos de riesgo y desastre; estudios regionales de amenazas naturales; estudios de vulnerabilidad física y estudios sociales de riesgos y desastres.

Debido a su alta calidad académica, el OSSO se ha convertido en un soporte confiable que entrega resultados científicos y técnicos a las autoridades nacionales y diferentes organismos, basados en estudios de amenaza y vulnerabilidad sísmica del país. Opera y desarrolla redes sísmicas regionales y locales y lidera la Red Sismológica del Suroccidente y el Sistema Nacional para la Detección y Alerta de los Tsunamis.

Antes del tsunami de 1979



Después del tsunami de 1979 (1983)

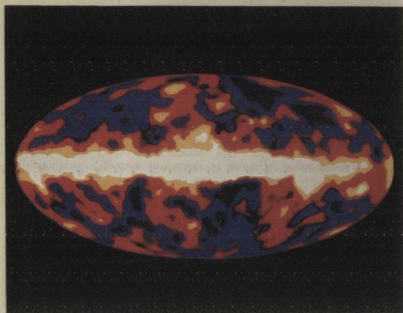


verso, de sus componentes y las relaciones entre ellos. Por lo general se trata de grupos de investigación que trabajan coordinadamente con centros internacionales de reconocida trayectoria como el Fermilab o el CERN.

PROYECTO DE LAS GALAXIAS

Un grupo de astrofísicos del Centro Internacional de Física, CIF, forma parte de un proyecto de investigación internacional (Estados Unidos, España, Italia, Brasil y Colombia), el Proyecto GEM (Galactic Emmission Maps), que tiene como objetivo analizar los datos arrojados por el satélite COBE y aportar conocimientos teóricos y mediciones a los investigadores que estudian la galaxia.

A través de un radiotelescopio que ubicaron en Villa de Leyva, los investigadores colombianos tomaron medidas de la radiación galáctica que, unidas a los datos obtenidos en las otras regiones del planeta, permitirán la elaboración de los "mapas" de la Radiación Cósmica de Fondo. Estos "mapas", a su vez, posibilitarán la obtención de información sobre la formación de las estrellas y galaxias, entre otros secretos del universo.



Los datos obtenidos hasta el momento fortalecen la teoría del Big Bang, relacionada con la creación del universo, y confirman que el mismo se encuentra permanentemente en expansión.

4.1.2 ECOSISTEMAS

Una mirada general hacia el paisaje colombiano muestra cuatro clases principales de ecosistemas: marinos, de alta montaña, de sabana y selva húmeda tropical. Si se trata de una mirada más detallada, no solamente son innumerables los ecosistemas que posee Colombia, sino únicos. De acuerdo con el *World Resources Institute*, la región del Chocó, sobre la costa pacífica colombiana, posee el único bosque húmedo tropical del mundo, en el estricto sentido de la palabra³⁶.

En el escenario mundial los especialistas en temas ambientales han identificado ecosistemas de gran riqueza en variedad de especies. Han llamado *hot spots* a aquellos que están fuertemente amenazados, entre los cuales Colombia tiene dos de ellos: el occidente amazónico y la región del Chocó biogeográfico³⁷.

36 *World Resources 1990-1991 A guide to the global environment*. Pág. 126. Algunos especialistas como el biólogo estadounidense Edward Wilson, consideran que se trata de un ecosistema mucho más rico en biodiversidad que cualquier otro bosque húmedo tropical, incluida la Amazonia.

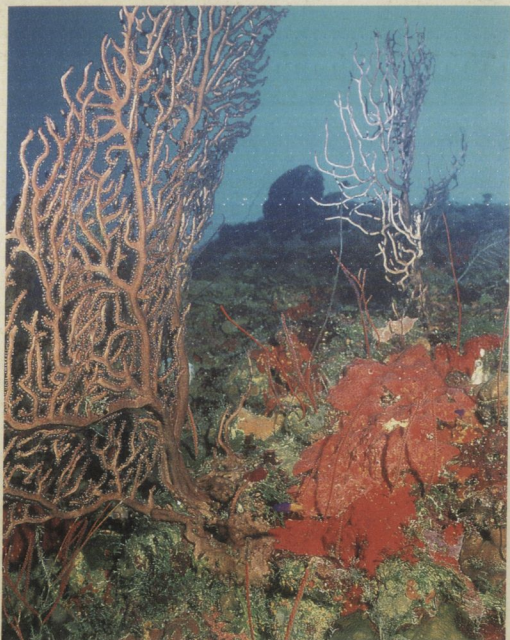
A escala nacional son innumerables los ecosistemas o ambientes de vida terrestres y marinos que han delimitado los especialistas recientemente: la cordillera de los Andes, el Caribe colombiano, la orinoquia, los valles interandinos, por mencionar solamente unos de los primeros, y los arrecifes coralinos, las playas y acantilados, los ecosistemas estuarinos, que comprenden manglares, y las lagunas costeras y los deltas, en cuanto hace relación con el mar.

EVALUACIÓN BIOECOLÓGICA Y AMBIENTAL DE ÁREAS ARRECIFALES DEL CARIBE COLOMBIANO

Los investigadores que llevaron a cabo este proyecto, realizaron y complementaron los mapas de siete complejos arrecifales del Caribe colombiano, atlas que publicaron como resultado de la investigación, hicieron la evaluación ambiental y estudiaron la estructura de las comunidades de organismos que habitan dichas zonas de la costa atlántica del país.

Los arrecifes estudiados por los investigadores del Invemar fueron: Court-down, Albuquerque, Roncador, Serrana, Capurganá-Zapzurro, Isla Fuerte y Bajo Bushnell.

La evaluación del estado de los corales en estos siete complejos demostró la relativamente alta mortalidad coralina incluso en aquellas áreas localizadas fuera de la influencia directa del ser humano. Los mapas se han utilizado como base para los trabajos de ordenamiento ambiental y la formulación de planes de manejo de estas áreas.



De 1991 a 1998 COLCIENCIAS apoyó proyectos de investigación que tienen como objeto de estudio determinados ecosistemas prioritarios para el país como los arrecifes coralinos, tanto del Caribe como del Pacífico, como la selva tropical húmeda. Estos ecosistemas comparan dos características fundamentales: se trata de zonas de gran biodiversidad y seriamente amenazados. Las zonas coralinas se convierten en un oasis de productividad en un mar donde la pesca más cotizada se encuentra justamente dentro de sus límites. Colombia tiene aproximadamente 2650 kilómetros cuadrados de arrecifes, principalmente en el Caribe. Cumplen además la función de proteger y conservar las playas.

Entre los ecosistemas marinos sobresalen también los estudios sobre los manglares colombianos, y entre ellos, el correspondiente a la Ciénaga Grande de Santa Marta, de larga trayectoria y del cual surgió el plan de rehabilitación y de restauración de manglares de más impacto que se haya llevado a cabo en Colombia, y el segundo a nivel mundial.

Un buen porcentaje de los proyectos que tienen como objeto de estudio los ecosistemas colombianos corresponde a las zonas marinas. No en vano, si se tiene en cuenta que Colombia se beneficia con agua de dos océanos, con un total aproximado de 3000 kilómetros de costa, donde están presentes todos los tipos posibles de ecosistemas marinos tropicales.

Vale la pena mencionar además los estudios de especies indicadoras del estado de determinados ecosistemas, que también han sido motivo de preocupación y trabajo por parte de los investigadores. Sus estudios han permitido conocer con mayor profundidad los ecosistemas donde están presentes, y proponer acciones de conservación tanto del ambiente de vida como de las especies mismas.

Para COLCIENCIAS, "el conocimiento sobre las interrelaciones de las especies naturales en la diversidad biológica que poseemos y su interdependencia con los factores del medio físico climático nos enseñará nuevas formas para usar la naturaleza, para optimizar el uso de los espacios y de la energía, nos proporcionará nuevos elementos para el desarrollo de otras tecnologías y nos abrirá (el camino) para reconstruir los espacios degradados hasta ahora por modelos de producción que han prevalecido hasta el presente"³⁸.

38 *Plan Estratégico 1997-2002 Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat.* Mayo de 1998

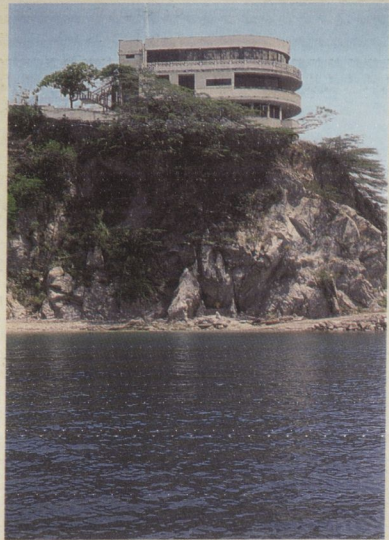
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS "JOSÉ BENITO VIVES DE ANDREIS", INVEMAR

Creado en 1963 como un convenio de cooperación internacional, se convirtió en proyecto especial de COLCIENCIAS en 1974. Con la promulgación de la Ley 99 de 1993 se reestructuró como una corporación vinculada al Ministerio del Medio Ambiente.

Desarrolla programas de investigación en biodiversidad y ecosistemas; calidad ambiental, valoración y aprovechamiento de recursos. Entre las investigaciones que ha realizado se destacan aquellas relacionadas con el proyecto de recuperación de la Ciénaga Grande de Santa Marta, un vital ecosistema estuarino rodeado de

manglares. Los estudios produjeron bases científicas para el plan de manejo ambiental de los recursos naturales de la Ciénaga. En los últimos años el Invemar ha realizado significativos avances en el cultivo de la ostra perlífera y otros bivalvos de importancia comercial.

La trayectoria del Invemar le ha permitido posicionarse internacionalmente por la calidad y pertinencia de los trabajos que realizan.



4.1.3 BIODIVERSIDAD

Hace aproximadamente 200 años, la Expedición Botánica inició el primer gran inventario de la flora existente en nuestro país. José Celestino Mutis y sus colaboradores dejaron testimonio de un monumental trabajo representado en 6.849 láminas de plantas, dibujadas con el más riguroso detalle, un herbario y dibujos al óleo que representan a mamíferos, aves y peces que encontraron en el entonces Nuevo Reino de Granada. Su trabajo significó el primer acercamiento al conocimiento de la diversidad biológica, lo que hoy conocemos como biodiversidad.

El objetivo en ese entonces era describir las plantas y los animales de nuestro territorio. Pero el concepto de biodiversidad es, hoy en día, mucho más amplio.

Colombia se destaca por la gran riqueza que posee en biodiversidad, entendida ésta como la variedad de las formas de vida y se manifiesta en la diversidad genética, de poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y paisajes³⁹. La biodiversidad se ocupa del estudio de las especies, desde su configuración genética, pasando por su comportamiento, sus relaciones con otras especies, hasta tratar de comprender su hábitat y condiciones de vida⁴⁰.

Esa diversidad ha sido utilizada por comunidades tradicionales y es base directa e indirecta de numerosas actividades productivas, por lo que desempeña un papel estratégico en el desarrollo nacional y en las oportunidades futuras de desarrollo sostenible.

Siendo así, este país, ubicado al norte de América del Sur, con costas en el Atlántico y en el Pacífico, recorrido de sur a norte por la cordillera de los Andes, con los más representativos ecosistemas tropicales en el ámbito mundial, tiene el reto de manejar su biodiversidad de acuerdo con un modelo de desarrollo que le de la oportunidad a las generaciones futuras de conocerla.

Una primera acción para conocer los recursos naturales que posee el país ha sido la de organizar inventarios, lo cual refleja que Colombia ya es consciente de la necesidad de tener una base de conocimiento que facilitará estudios posteriores desde la taxonomía, la sistemática y la biogeografía, así como de sus propiedades y usos, su hábitat, su interacción y su función ecosistémica, poblacional, genética, la recuperación del conocimiento y de las prácticas tradicionales.

En 1988 el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, impulsado por el entonces Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, INDERENA, inició el Estudio Nacional de la Biodiversidad, considerado hoy en día como una valiosa síntesis de la situación actual del conocimiento sobre la diversidad biológica del país. Dicho estudio, que buscaba consolidar el Inventario Nacional de la Biodiversidad, enfocó su campo de acción hacia algunos grupos específicos de la biota colombiana y definió algunas áreas que consideró estratégicas por su alta concentración de especies.

39 Definición del Ministerio del Medio Ambiente

40 Son varias las formas de definir el concepto BIODIVERSIDAD, acuñado por el biólogo E.O.Wilson, profesor de Harvard University. En el capítulo Challenges to biological diversity in urban areas, de Dennis D. Murphy, incluido en el libro *Biodiversity*, cuya edición estuvo a cargo precisamente de Wilson, se define como "la variedad en formas de vida, los roles ecológicos que juegan y la diversidad genética que contienen". 1988, pág.71

INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES

El Instituto de Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, con sede en Santafé de Bogotá, se creó en 1936. En él se encuentran el Herbario Nacional Colombiano, con 500 mil ejemplares de la flora colombiana, y colecciones científicas arqueológicas, con más de 25.000 muestras, y zoológicas en grupos como: mamíferos (18.000 ejemplares), aves (33.000 ejemplares), peces (22.000 ejemplares), insectos (70.000 ejemplares), anfibios (44.000 ejemplares), y reptiles (15.000 ejemplares).

Los investigadores del Instituto trabajan principalmente aspectos relacionados con la biodiversidad colombiana en los diferentes niveles de organización y sus relaciones pasadas y presentes con los grupos humanos del país: taxonomía y sistemática, biodiversidad y conservación y arqueología, son sus principales líneas de investigación. Este instituto tiene además responsabilidades de docencia y cuenta con un programa de posgrado a nivel de maestría en biología, líneas de sistemática y biología marina, y a nivel de doctorado en ciencias, especialidad en biología.



Un buen porcentaje de los mamíferos y las aves que habitan en territorio colombiano están identificados. No pasa lo mismo con las plantas y otros seres vivos como virus, bacterias, nemátodos, hongos, arácnidos, insectos, protozoarios, algas, crustáceos y moluscos. En términos porcentuales, no más del cinco por ciento de la biodiversidad colombiana ha sido identificada.

Entre 1991 y 1998, COLCIENCIAS apoyó investigaciones sobre primates, murciélagos, marsupiales y roedores pequeños, tortugas, ballenas jorobadas, caimanes, delfines de río y de mar, serpientes, ranas, aves, arañas, abejas, hormigas, mariposas, insectos en general y en particular aquellos que han sido reconocidos como vectores de enfermedades tropicales. En el campo vegetal han sido prioritarias las investigaciones en plantas reguladoras de insectos, las palmas, ciertas flores, las algas marinas y las epífitas. Estudios sobre helmintos y algunos microorganismos como el hongo *Paracoccidioides brasiliensis*, también han sido objeto de estudio por parte de los investigadores colombianos.

Sobresalen aquellas investigaciones que logran una aproximación ecológica, taxonómica, fisiológica y comportamental de las especies, y en ciertos casos, como por ejemplo en el estudio sobre la reproducción asistida de *Aotus temurinus griseimembra* en cautiverio como estrategia de protección y conservación de primates, aquellas que recurren a diversas especies de animales para llevar a cabo estudios básicos en medicina y salud pública.

LA BALLENA YUBARTA EN EL PACÍFICO COLOMBIANO: ASPECTOS POBLACIONALES, DE ESTRUCTURA SOCIAL Y DE CONSERVACIÓN

La ballena jorobada o yubarta es una especie en peligro de extinción debido a la intensa explotación comercial a la que fue sometida en el pasado.

Los investigadores de la Fundación Yubarta, con sede en Cali, Colombia, están estudiando esta especie desde hace más de una década, centrandose sus investigaciones en la población de yubartas que viene a reproducirse en la costa del pacífico colombiano una vez al año.

En sus estudios han considerado aspectos tales como el tamaño de la población, la temporalidad de las agrupaciones, la composición de dichas agrupaciones, las conductas y comportamientos específicos, los patrones de migración de corta, mediana y larga distancia, la tasa de nacimientos, las preferencias en la ocupación del hábitat y la situación general de la conservación de la especie. Además de estos datos obtenidos anualmente, la Fundación Yubarta cuenta con una fototeca (catálogo de fotos para identificación individual), una fonoteca (registro de los sonidos y

cantos de las ballenas) y una videoteca de las yubartas observadas en las principales zonas de estudio, como son el Parque Nacional Natural Gorgona y los alrededores de la Bahía de Málaga. Actualmente elabora una propuesta para el desarrollo de un Plan Nacional de Manejo de la población de ballenas jorobadas de las aguas territoriales colombianas.

La Fundación Yubarta no solamente ha entregado al mundo científico un mayor conocimiento de esta especie, sino que además ha realizado diversos programas de divulgación y educación ambiental de gran impacto en la ciudadanía, principalmente en las poblaciones del pacífico colombiano.



Colombia, con 1'141.748 kilómetros cuadrados de superficie, solamente en el campo de la botánica posee más de 50 mil especies de plantas, de las cuales se conoce menos del diez por ciento. Alemania, por ejemplo, tiene toda su flora identificada en razón de que solamente posee 1.500 especies de plantas.

El gran número de especies de nuestro país, no sólo en el campo vegetal, hace que la necesidad de formar recursos humanos en este tema sea prioritaria. En Colombia actualmente laboran alrededor de 60 taxónomos vegetales para las 50 mil especies vegetales que tiene el país. La Gran Bretaña tiene más o menos 10 mil especies de plantas y cuenta con 700 taxónomos vegetales.

4.1.4 APROVECHAMIENTO DE RECURSOS

Entre las prioridades de estudio en el campo ambiental no solamente se destaca la caracterización de especies sino su conservación, su utilización sostenible y la búsqueda de una distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su uso.

El mundo actual exige analizar e interpretar el conocimiento básico (identificación, descripción y medición de los recursos naturales renovables), para explorar las posibilidades de generar un valor agregado que posibilite su uso sostenible. En los campos agrícola y pecuario, químico y farmacéutico, biotecnológico y alimentario, en las especies vivas se encuentran muchas de las respuestas que el hombre busca para solucionar problemas de su entorno.

La alimentación del ser humano se basa en productos de la naturaleza. Lo que resulta asombroso es que el 90 por ciento de los alimentos que consumimos los humanos proviene únicamente de quince especies de plantas y ocho especies de animales. Y de acuerdo con investigadores estadounidenses, al menos 75 mil especies de plantas tienen partes comestibles⁴¹. Igualmente, en algunas especies de la naturaleza se han encontrado promisorias sustancias bioactivas con favorables efectos sobre enfermedades que aún hoy atormentan a la humanidad como el cáncer y el sida. Lo anterior da una idea de la ignorancia que tiene la humanidad frente a todos los recursos que le

41 *Una sola Tierra, un solo Futuro*, de Cheryl Simon Silver con Ruth S. Defries. Tercer Mundo Editores. 1993

ofrece la naturaleza y la dimensión de la pérdida por falta de conocimiento.

El manejo de los recursos naturales es un indicativo del estado de desarrollo de los pueblos. Tiene que ver con lo que se denomina etnobiología y biofarmacología, como disciplinas orientadas al estudio de los recursos vivos del planeta y su relación con el ser humano, con su comportamiento como *homos-economicus*, y de allí con el desarrollo de las sociedades, con los modelos de desarrollo, con la capacidad de negociación que tienen los países y las regiones. En respuesta a esto COLCIENCIAS ha dedicado recursos importantes al desarrollo de proyectos orientados a conocer las posibles sustancias bioactivas, presentes en especies terrestres y marinas, que puedan tener un uso farmacológico o agroindustrial.

Conocer los recursos del país y diseñar alternativas para su posterior uso sostenible se consolidan como las dos áreas preferidas por los investigadores colombianos. Esto explica el porque COLCIENCIAS ha hecho hincapié en apoyar proyectos y programas que combinan una aproximación desde las ciencias básicas, con un acercamiento desde la recuperación de los saberes ancestrales, con lo cual no sólo se enriquece la capacidad de hacer ciencia en nuestro país, sino se avanza en la definición de una identidad que reconozca la valía de nuestros ancestros y de la forma como ellos se han relacionado con la naturaleza desde épocas inmemoriales.

Dentro de los estudios apoyados por COLCIENCIAS se busca identificar, evaluar e impulsar sistemas sostenibles de manejo y producción agropecuaria, y promover el establecimiento de bancos de germoplasma y programas de biotecnología asociados, con el fin de lograr el desarrollo sostenible del potencial económico de la biodiversidad.

Con la biotecnología, los diferentes grupos de investigación colombianos buscan desarrollar técnicas que utilizan organismos vivos o sus partes para obtener o modificar productos, para mejorar plantas o animales o para desarrollar microorganismos con usos específicos.

Gracias también a la biotecnología es posible generar esquemas y estrategias de recuperación y repoblamiento de la biodiversidad necesarias al abordar la dimensión ambiental, la cual abarca además consideraciones éticas sobre la manipulación genética de las especies y otros temas relacionados con el alcance de la decisión social acerca de las especies vivas.

PROGRAMA DE OFIDISMO EN ANTIOQUIA Y CHOCÓ

En la región selvática, agrícola y minera de los departamentos de Antioquia y Chocó son frecuentes las mordeduras por serpientes, razón por la cual un grupo de investigadores de la facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia la escogió para realizar sus estudios de ofidofauna desde finales de la década de 1980.

Los científicos organizaron un serpentario para recolectar y estudiar los venenos de cada especie, y comparar los efectos biológicos de cada uno de ellos. Paralelamente, crearon un programa educativo dirigido a la comunidad en general, pero preferentemente a los funcionarios del sector salud y agropecuario. Con base en material di-



dáctico elaborado por ellos mismos, y representado en afiches y cartillas, apoyan sus actividades de divulgación del conocimiento en las regiones contempladas por el proyecto.

Hoy en día, el grupo trabaja en la evaluación de antivenenos específicos para las serpientes de la región, así como en alternativas terapéuticas derivadas de la investigación en la línea de plantas nativas con potencial antitóxico: basados en los métodos que utilizan las poblaciones indígena y negra que viven en la región, han recolectado más de 70 especies vegetales para hacer análisis de los posibles compuestos responsables de neutralizar los efectos de los venenos.

PROPIEDAD INTELECTUAL DE LOS RECURSOS GENÉTICOS

El tema de la propiedad intelectual de los recursos genéticos, en un país como Colombia que se caracteriza por su alta biodiversidad, ha exigido atención permanente. Estas son, entre otras, algunas de las acciones realizadas por COLCIENCIAS:

- Asesoría al Congreso de la República para el trámite del proyecto de Ley 195 de 1992, por medio del cual se establecía el Régimen de Protección a las Obtenciones Vegetales, se creaba su Registro Nacional, su Comisión y el Fondo de Protección de Obtenciones Vegetales,

- Asesoría a la Honorable Corte Constitucional en el proceso de consulta relacionado con la aprobación de la Ley 243 del 28 de diciembre de 1995, por medio de la cual se aprueba el Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales, UPOV.
- Asesoría técnica al Ministerio del Medio Ambiente en relación con la adopción de un protocolo internacional en materia de bioseguridad, así como con el análisis de propuestas de acceso a los recursos genéticos,

- bajo el marco de la Decisión 391 o régimen Común de Acceso a los Recursos Genéticos.
- Asesoría al Ministerio de Relaciones Exteriores en aspectos relacionados con la preparación de la posición colombiana ante la XXIX Conferencia General de la UNESCO, "Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos".
- Asesoría en los grupos de trabajo sobre propiedad intelectual del Ministerio de Comercio Exterior.

En el lapso de unas pocas décadas, la biotecnología ha revolucionado la agricultura, la medicina, la industria y la conservación del medio ambiente con la entrega de insumos agropecuarios novedosos, y productos y procesos generados por las empresas farmacéuticas y de alimentos. El mercado mundial actual para los productos de origen biotecnológico ya comercializados es de alrededor de 15 mil millones de dólares, de los cuales un 27 por ciento corresponde a agrobiotecnología.

GRUPO DE PRODUCTOS NATURALES MARINOS

Entre las especies marinas, las esponjas representan una mina de compuestos químicos con actividad antimicrobiana, citotóxica y antitumoral, y Colombia posee un gran laboratorio natural (dos océanos) que facilita el estudio de las mismas. Estos dos factores hicieron que hace más de 15 años se conformara el grupo de investigación en productos naturales marinos de la Universidad Nacional de Colombia.

De extractos orgánicos de organismos marinos recolectados en el Caribe colombiano, tales como esponjas, estrellas, ofiuros y corales blandos, los investigadores lograron aislar e identificar, por métodos cromatográficos, espectroscópicos y químicos, cerca de 160 compuestos, 21 de ellos nuevos en la naturaleza. Hasta el momento han encontrado seis compuestos que presentaron excelente actividad analgésica, antimicrobiana, citotóxica y antitumoral. Uno de ellos, el curcufenol por ejemplo, presentó importante acción microbiana, citotóxica y como relajante muscular.

Además de profundizar las investigaciones en este campo, el proyecto ha derivado hacia estudios que buscan entender el papel de las sustancias bioactivas de las esponjas en su relación con el ecosistema.



En los años 1995 y 1996 se aprecia en Colombia un énfasis en investigación de temas relacionados con control biológico y bioplaguicidas, resistencia o tolerancia a patógenos y estudios de caracterización molecular de especies de interés económico como el plátano, el banano y el maracuyá.

A través del Nodo Colombia de la Red Simbiosis del Programa Multinacional de Biotecnología y Tecnología de Alimentos de la Organización de los Estados Americanos, los investigadores colombianos acceden a conexiones en temas especializados de biotecnología y tecnología de alimentos en doce países de la región y a bases de datos de instituciones del campo.

La investigación biotecnológica se orienta a satisfacer necesidades sociales del mercado, que le sirven de base para crear productos competitivos nacional e internacionalmente. Entre las investigaciones que utilizan la biotecnología para producir resultados sobresalen los estudios de la industria camaronera⁴², el control biológico de insectos-plaga de cultivos como el algodón, el café, plátano, banano, yuca y papa, así como aquellos de biotecnología ambiental.

Uno de los campos a los cuales COLCIENCIAS le ha dedicado mayor atención, desde finales de los años setenta, es el del aprovechamiento de los recursos ícticos. Esto explica el porqué, durante el período analizado, esta tema haya recibido una particular atención, no solamente por el potencial que representan todos los cuerpos de agua en el territorio nacional, sino por las grandes extensiones de aguas marinas que posee. Dentro de los proyectos apoyados se encuentran investigaciones orientadas a estudiar y comprender el comportamiento biológico-pesquero de especies marinas y dulceacuícolas, de importancia comercial para el consumo humano o con fines ornamentales. De los trabajos impulsados en esta temática sobresalen, entre otros, los estudios adelantados por el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura -INPA, el INVEMAR, la Universidad de los Llanos.

42 *Sistema Nacional de Innovación: Nuevo Escenario de la Competitividad*, COLCIENCIAS, Santafé de Bogotá, septiembre de 1998.

LAS PLANTAS, RECURSO PROMISORIO

En Colombia son varios los grupos de investigación que trabajan con las plantas.

Sobresalen entre ellos los que identifican y analizan los diferentes componentes de las frutas y las flores, con cuyos aceites esenciales obtienen diferentes aromas. Los resultados de estas investigaciones han aportado nuevo conocimiento al estudio químico de ciertos productos naturales, que además se perfilan como posibles fuentes de producción industrial.

El Grupo del Laboratorio de Fitoquímica y Cromatografía del departamento de química de la Universidad Industrial de Santander, UIS, trabaja principalmente con plantas aromáticas como manzanilla, romero, albahaca, y con cítricos. Desde el punto de vista químico, conoce perfectamente la Cananga odorata, con cuya esencia, bastante costosa por cierto, se produce la mayoría de los perfumes finos.



El Grupo de Química y Tecnología del Aroma de Frutas, del departamento de química de la Universidad Nacional de Colombia, ha logrado "robarle" el aroma a frutas como la papayuela, la mora, el tomate de árbol, la granadilla, el lulo y el mamey, con miras a producir aromatizantes y saborizantes sintéticos para la industria alimenticia.



También en la Universidad Nacional de Colombia, el Grupo de Investigación en Productos Naturales del departamento de farmacia realiza un proyecto de cooperación internacional para la búsqueda de compuestos bioactivos en

plantas medicinales. Llevan a cabo estudios químicos, toxicológicos y clínicos de más de un centenar de plantas para comprobar la eficacia y la seguridad de los compuestos identificados como posibles fuentes medicinales.

Finalmente, las hojas y los tallos de una planta colombiana contienen una sustancia denominada *witbahardina*, la cual resultó ser un excelente inmunomodulador a nivel del ser humano. En forma de medicamento, esta sustancia podrá utilizarse en el tratamiento de enfermedades como la artritis reumatoide, el lupus, el asma o en intervenciones quirúrgicas para trasplantes de órganos.

Este es el resultado de un trabajo de investigación del Grupo de Química Orgánica de Productos Naturales de la Universidad de Antioquia, en colaboración con el Grupo de Inmunología Celular e Inmunogenética de esta misma universidad y con el Instituto de Productos Naturales Orgánicos de la Universidad de La Laguna, en Tenerife, España. La contribución que esta investigación hace a la medicina hizo posible que los grupos mencionados obtuvieran una patente en los Estados Unidos para la producción de medicamentos a partir de dicha sustancia.



4.1.5 CALIDAD AMBIENTAL

La calidad ambiental hace referencia a la medición, seguimiento, evaluación y mantenimiento de las características, estado y evolución de los parámetros más representativos del ambiente en relación con sus condiciones para la supervivencia de las especies vivas. Dados los crecientes niveles de contaminación, degradación y sobrepoblación que experimentan algunos de los ecosistemas presentes en el país, COLCIENCIAS le brinda particular atención al apoyo de proyectos cuyo objeto sea comprender las dinámicas de los procesos relacionados con el comportamiento del ambiente.

El control de la contaminación abarca todos los fenómenos y procesos unitarios químicos, biológicos y físicos asociados con la remoción o asimilación por el medio ambiente de las distintas sustancias o elementos considerados nocivos para el mismo, así como la combinación de los diferentes procesos y estrategias para controlar y disminuir la contaminación ambiental.

El tema de la tecnología ambiental abarca claramente las necesidades de investigación y desarrollo tecnológico en cuanto al control de la contaminación (tanto del aire y del agua, como de residuos sólidos) como en cuanto a "producción limpia", que significa todo el "ciclo de vida" de los productos. El concepto de "ciclo de vida" permite una reflexión minuciosa desde los insumos para la producción, hasta la disposición final de los productos o de sus empaques o envases. Examina los efectos y riesgos asociados con los diferentes materiales e igualmente permite el examen de los procesos de transformación en cada una de sus etapas. Todo esto en función de los riesgos y efectos no sólo para el ambiente externo, por las emisiones, vertimientos y generación de residuos, sino también hacia adentro, al cuestionar los aspectos de seguridad industrial y salud ocupacional como resultado de los adelantos en el entendimiento de los fenómenos de la relación salud-ambiente.

Este tema incluye tanto la dimensión tecnológica en sus aspectos de sistemas de control de la contaminación una vez ésta ha sido generada, como las nuevas tecnologías de procesos industriales que eliminan o minimizan las emisiones, vertimientos y generación de residuos sólidos, y por tanto se constituyen en medidas preventivas. Cobra importancia entonces la discusión sobre insumos y productos, en lo referente a las oportunidades que brinda la ciencia de los nuevos materiales y las ciencias básicas respecto a alternativas menos perjudiciales para los ecosistemas y para la sociedad.

Colombia sabe que los mercados internacionales exigen cada vez más que tanto la industria como la agroindustria tengan la producción limpia como meta. Al mejorar los patrones de producción de los productos de exportación, el país ganará en competitividad sin que se impongan las llamadas "barreras verdes" que lo podría marginar de los mercados.

En el período analizado resaltan los trabajos que investigadores colombianos realizan en temas como el entendimiento de los fenómenos fisicoquímicos y sobretudo biotecnológicos de los procesos anaerobios y aeróbios de tratamiento de las aguas en condiciones particulares, contaminación del aire y tratamiento y disposición segura de los desechos sólidos peligrosos e industriales. Así mismo, la medición y el seguimiento de la calidad ambiental a través de indicadores y parámetros ambientales son elementos importantes de la gestión ambiental para el desarrollo sostenible. En este campo se destacan las investigaciones orientadas a identificar especies vivas que sirvan de indicadores de calidad ambiental, para complementar los estudios que se realizan desde la perspectiva de la físico-química, tratando con ello de resaltar la importancia de contar con indicadores integrales, los seres vivos, que han mostrado ser altamente sensibles a cambios ambientales no perceptibles por otros métodos. Los sistemas de medición y seguimiento de la calidad ambiental, para tomar medidas preventivas y de descontaminación se consideran estratégicos ante la contaminación creciente. Con el desarrollo de estos sistemas será posible diseñar más y mejores métodos y procesos de control de la contaminación.

La degradación de ecosistemas hídricos es una de las mayores causas de mortalidad y morbilidad especialmente entre la población infantil. El incremento de patologías y muertes por diarrea, enfermedades gastrointestinales, cólera, malaria y dengue hemorrágico es directamente proporcional a la falta de suministro de agua potable, a las pésimas condiciones de saneamiento ambiental en un buen porcentaje de municipios, a la inadecuada disposición de las basuras y residuos tóxicos y a la falta de servicios de salud y campañas de prevención y vacunación⁴³.

Resulta paradójico porque la naturaleza dotó a Colombia con abundante recurso hídrico. Sin embargo el inadecuado manejo de las

43 *La Reforma Ambiental en Colombia*, de Manuel Rodríguez Becerra. Tercer Mundo Editores - Fundación FES. Bogotá, febrero de 1998

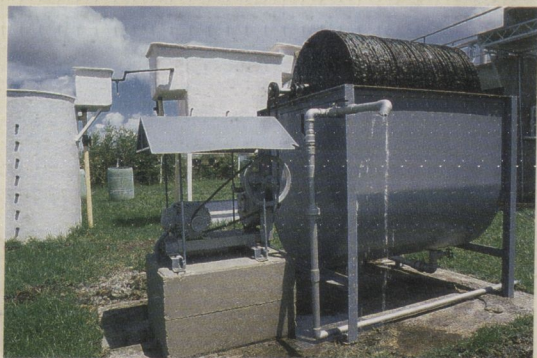
cuenas hidrográficas y la contaminación son las principales causas de la baja calidad del agua. De acuerdo con datos de Rodríguez Becerra, aproximadamente el 14 por ciento del territorio nacional sufre de escasez del recurso y el 23 por ciento de la población tiene dificultades para acceder al suministro de agua para uso doméstico⁴⁴.

En vista de esta situación, y para responder eficientemente al problema de contaminación del agua, sobresalen los proyectos que tienen como objetivo su tratamiento adecuado, entre ellos los que lidera el Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico, CINARA, de la Universidad del Valle.

CALIDAD DEL AGUA, CALIDAD DE VIDA

El Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico, CINARA, de la Universidad del Valle, integra actividades científicas y tecnológicas con actividades de transferencia de conocimiento que contribuyen a mejorar la capacidad de gestión y la eficiencia en la prestación sostenible de los servicios de agua potable y saneamiento, y a enriquecer dinámicas de cambio social.

El Instituto cuenta con dos estaciones de investigación y transferencia, una de agua potable ubicada en los predios de la planta de tratamiento de agua de Acuacali, donde el énfasis de la investigación reside en la Filtración en Múltiples Etapas, sin y con uso de coagulantes, y otra en aguas residuales ubicada en la planta de tratamiento de aguas residuales de Ginebra, Valle (ver foto), de Acuavalle, con énfasis en investigación de siste-



mas de tratamientos de aguas residuales domésticas con métodos naturales. Además cuenta con más de veinte proyectos de demostración a escala real en diferentes regiones del país que apoyan los programas de transferencia, divulgación y docencia.

Todos los proyectos de desarrollo del instituto están focalizados

hacia la zona rural, el pequeño y mediano municipio, y la zona urbanomarginal de las grandes ciudades; involucran variables tales como la participación comunitaria, género, alternativas para la prestación de servicios, vigilancia y control participativo, tarifas y modelos para selección de tecnología, entre otros.

En tratamiento de aguas, y respondiendo a una política decidida de apoyo a las investigaciones que den su aporte en este sentido, también COLCIENCIAS ha cofinanciado proyectos que tienen que ver con la utilización de procesos aeróbios y anaerobios para descontaminar el recurso de la materia orgánica vertida a los ríos a través de las aguas servidas de las ciudades y poblaciones intermedias, uno de los problemas graves que afecta nuestras aguas.

Una de las aplicaciones importantes de la biotecnología, cuyo estudio ha cofinanciado COLCIENCIAS con fuerte impacto en la calidad ambiental, se refiere al desarrollo y aprovechamiento de procesos biológicos en sistemas de manejo y disposición de residuos líquidos y sólidos orgánicos para la protección del medio ambiente.

Con relación a la contaminación del aire, del agua y del suelo, originada por actividades de producción de industrias agroindustriales, el Instituto ha apoyado diversos proyectos orientados a mitigar los efectos nocivos en la expulsión de residuos industriales.⁴⁵

4.1.6 HÁBITAT Y ASENTAMIENTOS HUMANOS

En el espacio urbano, o hábitat, se entrelazan profundamente las dimensiones económica, política, social y ambiental. En este sentido, la relación de la sociedad consigo misma sería el ámbito de las ciencias políticas y sociales, pero necesariamente existe una profunda relación entre el estudio de los asentamientos humanos y sus ecosistemas.

El tema de población, abordado desde la óptica ambiental, se refiere a la relación de sostenibilidad que se genera entre una forma determinada de asentamiento y el uso de los recursos naturales y del ecosistema que la soporta. Se trata de un área amplia que involucra temas comunes a la dinámica poblacional de la humanidad, y que incluyen las tendencias mundiales en los patrones de asentamiento, como la dimensión de hábitat urbano, patrón mayoritario de asentamiento humano, donde los problemas del transporte urbano, el es-

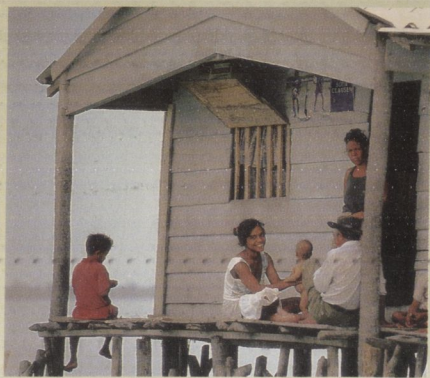
45 Sobresalen entre ellos algunos casos como el de la Universidad Pontificia Bolivariana y doce empresas metalmecánicas de Medellín, el de la Universidad Nacional conjuntamente con la Empresa de Energía de Bogotá, y el de la Corporación Biotec, con las empresas Sucromiles y Levapán, cuya información se encuentra detallada en el libro *Sistema Nacional de Innovación: Nuevo Escenario de la Competitividad*, de esta colección.

SISTEMAS URBANO-ALDEANOS DEL PACÍFICO

Investigadores de la facultad de artes integradas de la Universidad del Valle adelantaron un proyecto referido a la arquitectura y el urbanismo en el sistema de aldeas y pequeños centros de la región del pacífico colombiano, con el propósito de explicar los espacios urbanos como productos sociales y culturales y contribuir al mejoramiento de las condiciones de

vida y de hábitat de sus pobladores.

Como resultado de la investigación el grupo diseñó actualmente materiales didácticos de apoyo en procesos de capacitación de líderes y funcionarios del municipio en tecnología constructiva apropiada a las condiciones regionales y aplicable en el mejoramiento de los equipos comunitarios, el espacio público y la vivienda.



espacio público y el ordenamiento territorial ambiental, entre otros, son preocupación constante de investigación.

La superpoblación es un fenómeno evidente que preocupa por el crecimiento exorbitante experimentado en este siglo, y porque se convierte en una de las principales causas del deterioro ambiental. Colombia, como país en vía de desarrollo, contribuye anualmente al aumento de las cifras poblacionales con una cuota significativa. Si a esto se suma que la modernización e industrialización conlleva la concentración en ciudades intermedias y grandes, las medidas necesarias para lograr una relación sostenible entre población y ambiente se hacen inminentes.

El problema de la relación entre la población y el medio ambiente se agudiza cuando se utilizan tecnologías que no han sido diseñadas para las condiciones de nuestro medio, o que, siendo foráneas, no atraviesan una etapa de ajuste y adecuación en nuestro territorio.

Las investigaciones tienden a estudiar la calidad de la oferta de soluciones de vivienda nueva para sectores de bajos ingresos en ciudades como Santafé de Bogotá, problemas de transporte de pasajeros y las tendencias de ocupación territorial, la arquitectura sostenible, la planeación y gestión urbana y la elaboración de perfiles ambientales urbanos.

VIVIENDA POPULAR EN COLOMBIA

El Centro de Estudios Ambientales, CEAM, realizó un amplio estudio de la evolución de las políticas estatales urbanas, urbanísticas y arquitectónicas en el campo de la vivienda de interés social en Colombia, con énfasis en el período que se inicia en 1958.

El trabajo se considera como la recuperación de la memoria institucional de las diferentes entidades que a lo largo de estos 40 años han manejado los planes de vivienda de interés social.

Del análisis realizado se destaca el aporte de la investigación en los siguientes aspectos:

- Contempla el proceso de formación del área urbana de cada ciudad, para los diferentes períodos, en el que el componente de las urbanizaciones estatales es uno de los factores determinantes del sentido y dirección de la ciudad.

- Desde el punto de vista morfológico, logra una clasificación de las urbanizaciones bajo el aspecto formal.

- En el aspecto tipológico de la arquitectura manejada por los entes oficiales, el trabajo realiza una interesante clasificación de los modelos utilizados.



4.1.7 POLÍTICA AMBIENTAL Y MODELOS DE DESARROLLO

La necesidad de conocer las fuerzas que rigen la naturaleza, la biodiversidad y los ecosistemas que la acogen, de usar racionalmente los recursos naturales, de hacer frente a la contaminación y buscar la calidad ambiental, y de generar soluciones a los problemas de superpoblamiento urbano, llevan a concluir que es imperativo diseñar medidas y políticas ambientales que contrarresten el daño causado y generen alternativas novedosas de convivencia.

Las diferentes relaciones que se dan entre sociedad y naturaleza generan modelos de desarrollo variados y complejos. El llamado "desarrollo sostenible", entendido como el medio por el cual se puede lograr un progreso social y económico, sin comprometer la integridad del ambiente⁴⁶, ha demostrado ser la meta por conseguir, pues no parece existir alternativa diferente a la de relacionarse respetuosa-

46 *Una sola tierra, un solo futuro*, de Cheryl Simon Silver con Ruth S. DeFries. Tercer Mundo Editores, Ediciones Uniandes. 1993, pág.25

mente con el entorno, para garantizar la supervivencia de generaciones futuras⁴⁷. "En últimas", dice el ex-ministro Rodríguez, "estamos embarcados en la compleja tarea de alcanzar el bienestar humano y, al mismo tiempo conservar la base natural que debe sustentarlo. En otras palabras, se trata de establecer, en un país en desarrollo, una convergencia entre el desarrollo económico, la equidad y la conservación del medio ambiente, en el contexto de un mundo cada vez más globalizado que, a su vez, se encuentra enfrentado a unas amenazas ambientales planetarias, uno de los signos de esa globalización"⁴⁸.

Por su tradición como entidad del estado creada para financiar la investigación científica y tecnológica en el país, COLCIENCIAS apoyó diversos estudios sobre política ambiental durante los primeros años de la década de los años noventa, cuando se gestó lo que es hoy el Sistema Nacional Ambiental. Con la creación del Ministerio del Medio Ambiente y de sus cinco institutos, COLCIENCIAS continuó apoyando la generación de políticas, por medio de su participación en los niveles de decisión de las instancias pertinentes.

De todas maneras el tema de la gestión de una política ambiental no es ajeno a COLCIENCIAS. El Instituto se ha impuesto cuatro objetivos básicos de política ambiental, que están enmarcados estratégicamente y horizontalmente en muchos de sus campos de acción. Ellos son: Promover una nueva cultura de desarrollo; mejorar la calidad de la vida; realizar una gestión ambiental sostenible e impulsar la producción limpia. Resulta evidente, entonces, el papel que debe jugar la ciencia y la tecnología en la construcción de una base de conocimiento que soporte el desarrollo de las políticas planteadas.

Con este mismo fin, COLCIENCIAS promueve una consciencia alrededor de la importancia que tiene profundizar en algunos temas de estudio, entre las que se destacan la ética y la filosofía ambiental, como parte de la cultura de la sostenibilidad que se quiere construir. Se trata de reconocer la trascendencia de contar con acercamientos inter y multidisciplinarios, que refuercen el respeto a nuestra heteroge-

47 En el Artículo 3 de la Ley 99 del 22 de diciembre de 1993, por medio de la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se entiende por desarrollo sostenible "el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades".

48 La Reforma Ambiental en Colombia, de Manuel Rodríguez Becerra. Tercer Mundo Editores y Fundación FES. Santafé de Bogotá, febrero de 1998. Pág 325.

neidad ambiental y cultural, y que consideren a la tarea de orientar el manejo de nuestro entorno, desde una perspectiva económica y social, como elemento que exige el compromiso y participación de todos los colombianos.

Las investigaciones que conduzcan a una más apropiada negociación por parte del país ante los foros y asambleas internacionales se considerarán estratégicas y de alta prioridad. En este ámbito se destaca la evolución de convenios, acuerdos y tratados multilaterales relacionados con biodiversidad, capa de ozono, efecto invernadero, bosques, propiedad genética, manejo de la Amazonia, transporte de desechos peligrosos, entre otros. Es necesario, como se mencionó anteriormente, redoblar esfuerzos que generen procesos de pensamiento para resolver temas íntimamente relacionados con el campo de la biodiversidad, como la legislación ambiental, el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la propiedad intelectual y el acceso a los recursos genéticos.

Los temas de las investigaciones apoyadas por COLCIENCIAS desde 1991 tienen que ver con el tema normativo de reordenamiento territorial ambiental en ciertas zonas del país, establecimiento de planes de conservación y manejo de recursos y formulación de políticas ambientales en el marco internacional.

5. NUEVAS TECNOLOGÍAS

El progreso alcanzado por la comunidad científica colombiana en las áreas analizadas en los dos capítulos anteriores, unido a la vertiginosa carrera de la ciencia y la tecnología en el ámbito mundial, implica profundos cambios en nuestro entorno y, consecuentemente, un reto para los investigadores.

Una de las características que tiene el desarrollo de la ciencia y la tecnología hoy en día, es la emergencia de un conjunto de tecnologías genéricas, que tienen múltiples aplicaciones en los más diversos campos de la ciencia y la técnica. La biología molecular, la ingeniería genética, la electrónica, la informática, la química fina, constituyen elementos esenciales en muchos de los avances que hoy nos sorprenden a todos. No se trata simplemente de desarrollos autónomos en campos específicos de la ciencia o la tecnología, sino de una profunda imbricación entre saberes provenientes de múltiples y, en ocasiones, heterogéneas disciplinas. La automatización soportada en desarrollos electrónicos y de informática; las telecomunicaciones transformadas por la aparición de elementos como la fibra óptica y los satélites, a su vez producto del desarrollo en los campos de los nuevos materiales, pero a su vez, impensable sin aplicaciones informáticas o de automatización.

Estas tecnologías tienen la particularidad de contener un alto componente de conocimiento básico. Su manejo, por no decir su dominio y comprensión profunda, requiere conocimientos en matemáticas, química, física, biología, y en las ciencias que surgieron de la intersección de estas: la bioquímica, la físicoquímica, la biofísica. Lo particular es que, a su vez, estas nuevas tecnologías se han convertido en motores de nuevos desarrollos en los campos fundamentales de la ciencia y la tecnología. Para comprenderlo, es suficiente con pensar en la situación que tendría la ciencia de hoy, de no haber aparecido la cibernética y la computación, que le dieron origen a las máquinas de cómputo que hoy conocemos y usamos a diario.

Uno de los ámbitos en que Colombia ha logrado más significativos avances es el de la biotecnología, campo en el que tiene lugar una creciente utilización de técnicas propias de la ingeniería genética y la biología molecular. Las plantas transgénicas, los biopesticidas, las nuevas vacunas y drogas, y otras aplicaciones en el campo de la salud humana, el procesamiento de alimentos y el manejo de la biodiversidad, son hoy temas que no pueden excluir el desarrollo de investigaciones en biotecnología, con lo cual se están generando nuevas oportunidades de producción, transformación y manejo de los recursos renovables y no renovables de que dispone la humanidad para su desarrollo.

CORPOGÉN

El grupo de investigación se constituyó en 1996 con el propósito de aplicar tecnologías moleculares de punta enfocadas a la obtención de sistemas de diagnóstico, y a la prestación de servicios empleando estas tecnologías.

En salud animal trabaja en sistemas de diagnóstico para la tuberculosis bovina; en salud vegetal profundiza el conocimiento y busca alternativas de diagnóstico rápido y eficiente para la detección del hongo *Fusarium oxysporum dianthi*, que ataca el clavel causándole marchitamiento; en el aspecto humano trabaja en la identificación de genes expresados en fases tempranas de M tuberculosis.

Los investigadores de Corpogén han logrado aplicaciones moleculares para la solución de problemas de los sectores agrícola y ganadero, han apoyado a instituciones universitarias en el montaje de laboratorios de biología molecular y han transferido tecnología para la síntesis de oligonucleótidos.



PLANTAS TRANSGÉNICAS

Corpoica, la Federación Nacional de Cafeteros, la Corporación para Investigaciones Biológicas, CIB, y la Pontificia Universidad Javeriana, entre otras instituciones del país, adelantan actualmente investigaciones en el campo de la biotecnología, conducentes a producir plantas resistentes a plagas y a condiciones ambientales adversas, así como capaces de producir productos alimenticios de mejor calidad y mayor duración.

Trabajan principalmente en diversas especies de banano y plátano para hacerlas resistentes a la sigatoka negra; en café, para combatir la broca; en curuba, maracuyá y otras frutas colombianas para hacerlas más duraderas y posibilitar su exportación.

Se trata de una línea de investigación muy promisoría a nivel mundial y con aplicaciones no solamente en plantas.



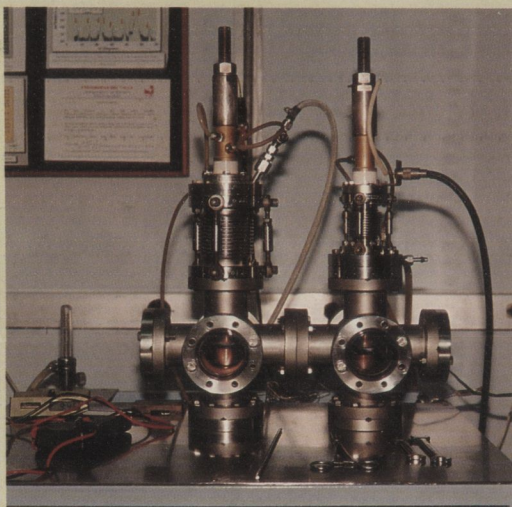
Mención especial merece la ciencia de los materiales. Un campo multidisciplinario, donde confluyen aportes de la física del estado sólido, la química, la metalurgia, la cerámica, las matemáticas, la ciencia de las superficies, la informática y la metrología. Se trata de una de las áreas de mayor desarrollo en el inicio del nuevo milenio, con aplicaciones en muy diversos sectores de la producción y con claras implicaciones para la competitividad del país, en tanto puede aportar soluciones claves a problemas relacionados con el medio ambiente, la energía, el transporte y la medicina. Dichos desarrollos están relacionados con materiales de alto rendimiento y con propiedades especiales como los cerámicos, las películas delgadas, las nuevas estructuras de los metales, los polímeros industriales, los sistemas compuestos y los superconductores, materiales que permiten hoy optimizar procesos y elaborar productos que eran inimaginables en el pasado.

PELÍCULAS DELGADAS CON APLICACIONES INDUSTRIALES Y MÉDICAS

La producción de películas delgadas superconductoras con posibles aplicaciones en microelectrónica y en sensores electromagnéticos ha sido el campo específico de trabajo del Grupo de películas delgadas de la Universidad del Valle desde hace varios lustros.

Conocidas con el nombre de *squids*, tienen la propiedad de medir los campos magnéticos de diferentes estructuras, incluso orgánicas, como por ejemplo el cerebro, razón por la cual pueden ser utilizadas en algunos campos de la medicina.

El grupo caleño, responsable del estudio, se ha destacado por diseñar nuevos equipos de producción de películas delgadas, así como novedosos métodos de medida, lo que le ha proporcionado gran reconocimiento internacional y le ha permitido la publicación de numerosos artículos en revistas especializadas internacionales.



La era de los superconductores representa una nueva era tecnológica, similar a la desarrollada a partir de los materiales semiconductores.

Los grupos que en el país se dedican a la ciencia de los nuevos materiales nacieron de aquellos que, trabajando en ciencias básicas, encontraron posibilidades para introducir algún valor agregado a esos materiales, para que pudieran ser utilizados en la elaboración de nuevos productos y en el rediseño de procesos, con profundas implicaciones sobre el futuro de diversos campos de la industria. Los nuevos materiales permiten, además, usos más racionales de la energía, menos demanda de recursos naturales renovables y no renovables, y la aplicación más viable de tecnologías limpias en los diferentes procesos.

METALURGIA FÍSICA Y TEORÍA DE TRANSICIONES DE FASE

Las transiciones de fase son los cambios que se producen en la materia cuando hay modificaciones en su estado y por tanto adquiere nuevas propiedades.

El Grupo de Metalurgia Física y Teoría de Transiciones de Fase de la Universidad del Valle en Cali, trabaja en la aplicación de esta teoría en los sistemas metálicos, caracterizados por ser buenos conductores de la electricidad. Estudian principalmente una aleación metálica que podría presentar propiedades similares a los aceros inoxidable convencionales, utilizados ampliamente en la industria, con la ventaja de ser más liviana y más barata.



A la par de los campos mencionados, el de la energía se erige como uno de los temas que congregará la atención de científicos y tecnólogos en todo el mundo. Es conocido que el tema energético ha estado en la agenda de investigaciones de los países más desarrollados, desde hace ya un buen número de lustros. Hoy, sin embargo, este tema ha tomado nueva vigencia dada la clara tendencia a buscar fuentes de energía que, teniendo altos niveles de rendimiento, se caractericen por ocasionar el mínimo posible de efectos medioambientales. Esto lleva a que de manera acelerada y diversa se exploren diversas opciones para encontrar nuevas y promisorias fuentes de energía que reemplacen las tradicionales: petróleo, carbón y nuclear, abiertamente cuestionadas por sus efectos nocivos sobre el medio.

Este hecho explica las razones por las cuales la integración de tecnologías limpias en los sectores productivos colombianos se hace cada día más imperativa: para asegurar un desarrollo sostenible que viabilice la producción en el mediano y largo plazo, conservando la base ambiental y de recursos naturales que se utilizan, y para responder a las exigencias del mercado internacional.

CELDA SOLARES



En los últimos años, el Grupo de Celdas Solares del departamento de física de la Universidad Nacional de Colombia ha venido investigando en aspectos relacionados con la tecnología de nuevos materiales semiconductores usados en la fabricación de celdas solares basadas en películas delgadas.

Los investigadores han logrado diseñar y construir el equipo que constituye la infraestructura básica para el desarrollo de las celdas solares, evaluar la influencia de los parámetros y condiciones de deposición sobre las propiedades ópticas, eléctricas y estructurales de los materiales usados para fabricarlas y definir las

condiciones óptimas de preparación de dichos materiales.

Logaron además fabricar celdas solares con estructuras ZnO/CdS/CIS, con una eficiencia de 3.5 por ciento, lo que contribuiría a sentar las bases de una industria nacional productora de esta alternativa energética.

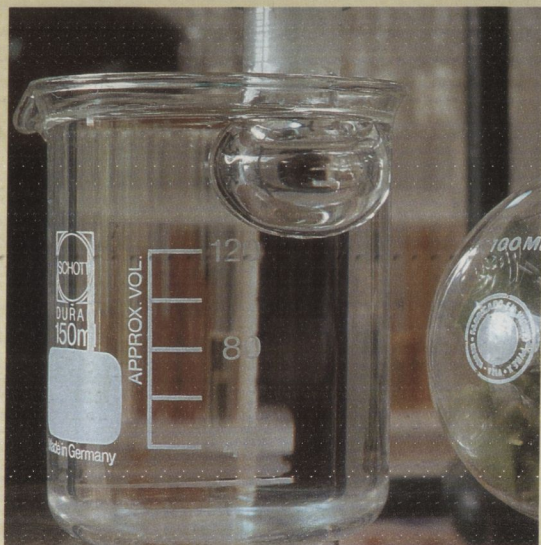
El dominio de las nuevas tecnologías plantea una reflexión prospectiva sobre el desarrollo de capacidades del sector productivo en una amplia gama de áreas, entre las cuales cabe mencionar su gestión estratégica, los mecanismos de anticipación de nuevas trayectorias tecnológicas, el monitoreo de los cambios en las fronteras del conocimiento y la negociación de inversión extranjera en el campo de las nuevas tecnologías.

CATALISIS

Uno de los principales procesos químicos, con aplicaciones en la más diversa gama de actividades humanas, es la catálisis. En Colombia existe un selecto conjunto de grupos y centros de investigación que dedican parte de sus esfuerzos investigativos al estudio de diversos procesos catalíticos, especialmente orientados a sus aplicaciones industriales.

Entre estos grupos se encuentra el de la Universidad Industrial de Santander, que por más de quince años ha venido trabajando en diversos campos de la investigación en catálisis con aplicaciones en la industria de hidrocarburos y metalmeccánica. En el último tiempo este grupo se encuentra trabajando en una de las líneas de mayor perspectiva en los estudios sobre catálisis. Se trata de los trabajos orientados a lograr la síntesis de catalizadores biomiméticos (enzimas artificiales).

Un sistema enzimático se puede visualizar como un sitio catalíticamente activo que puede realizar operaciones químicas sencillas, cuya reactividad y selectividad pueden ser modificadas por efectos estéricos impuestos por la estructura proteínica que rodea el sitio activo. El propósito



que busca el grupo es encontrar estructuras inorgánicas, capaces de reemplazar la porción proteínica de las enzimas naturales utilizadas en diversos procesos industriales.

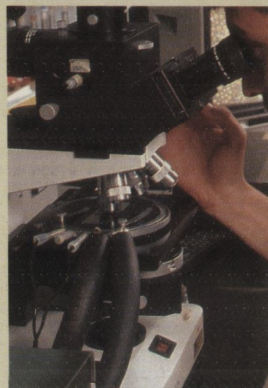
El Grupo de la UIS cuenta con sólidas relaciones de cooperación

con importantes centros en el campo de la investigación sobre catálisis como la Unidad CATA de la Universidad Católica de Lovaina, el Center for Catalytic Science and Technology University of Delaware (USA) y el Departamento de Física de la Universidad Nacional de Colombia.

LABORATORIO DE OPTOELECTRÓNICA

Los investigadores del Laboratorio de Optoelectrónica de la Universidad del Quindío se han especializado en determinar las propiedades electrónicas y ópticas de soluciones sólidas ópticamente activas, que puedan ser aplicables a dispositivos optoelectrónicos.

Como aporte a los estudios en este campo, desarrollan actualmente la caracterización y fabricación de materiales semiconductores altamente controlados y de calidad internacional con aplicaciones industriales en el campo de la optoelectrónica.



6. CONOCIMIENTO DEL SER HUMANO Y LA SOCIEDAD

A finales del siglo, las ciencias orientadas a la comprensión de los procesos que definen y caracterizan los comportamientos sociales e individuales de una comunidad (desde una concepción bio-psico-social), y de los fenómenos a que esta comunidad se ve enfrentada, tanto de carácter exógeno como endógeno, se han visto interpeladas por urgentes demandas provenientes de diversos sectores de la sociedad. La complejidad que acompaña los procesos de inserción de las sociedades, en un mundo globalizado y transido por profundos cambios, tanto estructurales como coyunturales, hace necesario desarrollar una capacidad y estructura institucional que le permita comprender la génesis y etiología de los cambios, y adaptarse de manera dinámica a las nuevas condiciones creadas. Como afirma Darío Fajardo "el conocimiento de que disponga cada sociedad sobre sus especificidades dentro del marco de las teorías sociales, constituye una referencia primordial para incidir en las transformaciones deseadas de la propia sociedad"⁴⁹.

Colombia no está al margen de estas tendencias, pero enfrenta desafíos adicionales dado su nivel de desarrollo socioeconómico. Como es extensamente reconocido, en nuestra sociedad coexisten formas tradicionales de producción con modalidades modernas capitalistas; relaciones patrimoniales y de parentesco premodernas con formas institucionales y patrones de comportamiento modernos. En el país se observan rápidos, y en ocasiones confusos procesos de urbanización, avances importantes en los medios de comunicación, altos índices educativos y amplias expectativas de movilidad social —factores que insinúan progreso y modernización—, al tiempo que subsisten altos índices de desempleo y subempleo, insuficiente cobertura de los servicios públicos, atraso tecnológico y una incipiente participación democrática de la comunidad en las decisiones gubernamentales. En el país conviven, igualmente, enfermedades de origen car-

49 Fajardo, Darío. "Propuestas para un Programa de Trabajo en Ciencias Sociales" en los Retos de la Diversidad. COLCIENCIAS, 1993. Tomado de Plan Estratégico - Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas. Documento Interno. COLCIENCIAS, 1997.

diovascular, características de sociedades desarrolladas, enfermedades infecciosas, producto de las condiciones de pobreza en que sobreviven importantes sectores de la población, y altos índices de mortalidad por factores de violencia. Este cuadro refuerza, con singular vehemencia, la trascendencia de acercarse al estudio y comprensión de su realidad social colombiana, desde una perspectiva multi e interdisciplinar, que provea instrumentos y enfoques de interpretación capaces de asir de manera integral la complejidad de nuestra realidad.

Con el ánimo de encontrar una manera de acercarse al tema del análisis del papel que la ciencia y la tecnología han jugado para interpretar y comprender una sociedad como la colombiana, en los procesos de construcción de un proyecto nacional, hemos planteado el reto de observar lo realizado desde la perspectiva del ser social, como sujeto, en sus dimensiones individual, organizacional y social. De qué manera lo impulsado y apoyado por y desde COLCIENCIAS contribuye a un mejor entendimiento del comportamiento de los individuos como entes bio-fisiológicos y psico-sociales; qué tanto hemos avanzado en el estudio de las instituciones, organizaciones y comunidades que conforman nuestra sociedad desde perspectivas antro-po-históricas y organo-funcionales; cuál es el nivel de racionalización y análisis sobre las dinámicas socioeconómicas, políticas y demográficas que caracterizan a la sociedad colombiana. Creemos que una revisión de lo logrado desde estas perspectivas, puede convertirse en un interesante aporte para ayudar en la comprensión de los procesos relacionados con las formas como los investigadores colombianos colaboran, con sus trabajos, en la generación de un proyecto de nación.

6.1 EL CONOCIMIENTO DEL SER INDIVIDUAL

El ser humano definido como ser único, como ser individual, hace parte de las reflexiones que desde los orígenes del pensamiento filosófico han acompañado su propio desarrollo. Como seres sociales, pensantes y actuantes, ha existido desde los albores de la filosofía la preocupación del cómo se relaciona ese sujeto individual o social con su entorno, cómo percibe la realidad, cómo se relaciona con ella, cuáles son los imaginarios y constructos conceptuales que desarrolla en su mente para comprender la realidad, él mismo como parte de ella, para asumirla y transformarla, en correspondencia con sus necesidades e intereses. Resulta entonces válido preguntarse cómo los investigadores colombianos asumen el reto de conocer mejor al ser humano, como individuos biológicos y como individuos sociales.

6.1.1 LA INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA

Si se quisiera buscar el ámbito de investigación en el cual el país tuviera una mayor tradición investigativa, con seguridad se tendría que tener muy en cuenta la investigación biomédica, que ha estado ligada al desarrollo mismo de las profesiones afines a ella, principalmente la medicina. El ejercicio médico en Colombia estuvo en sus comienzos profundamente influido por la escuela francesa, que tuvo que compartir su incidencia con el pensamiento en este campo proveniente de los Estados Unidos, a partir de finales de la primera mitad de este siglo⁵⁰. Las Misiones Médicas Norteamericanas en Colombia (*Misión Humphrey (1948)* y *Misión Lapham (1953)*) y Programas de Cooperación, como los recibidos de la Universidad de Tulane, no sólo reafirmaron la necesidad de reestructurar y fortalecer la enseñanza de la medicina y otras carreras afines, sino que al insistir en la importancia del ciclo de fundamentación básica y de un intenso trabajo en los laboratorios, sin duda incidieron en la aparición y desarrollo de grupos de investigación que paulatinamente se fueron insertando en las principales corrientes del conocimiento en este campo.

En el campo bio-médico, la investigación en Colombia, incluyendo el período objeto del presente análisis, ha estado concentrada en un conjunto de ámbitos de preocupación, entre los cuales se podrían distinguir los siguientes: a) Estudios básicos sobre fisiología humana y sobre diversas patologías, con diversos índices de prevalencia en la población colombiana. b) Estudios sobre epidemiología social; c) Investigaciones orientadas a mejorar los sistemas y metodologías de diagnóstico de diferentes enfermedades.

a. Estudios básicos

En este ámbito se congregan el mayor número de Centros y Grupos de Investigación con altos niveles de excelencia en el país. Si bien los temas de preocupación de estos grupos resultan bastante diversos, un análisis de las investigaciones apoyadas por COLCIENCIAS muestra que existe un conjunto de líneas, en las cuales se concentran los mayores esfuerzos.

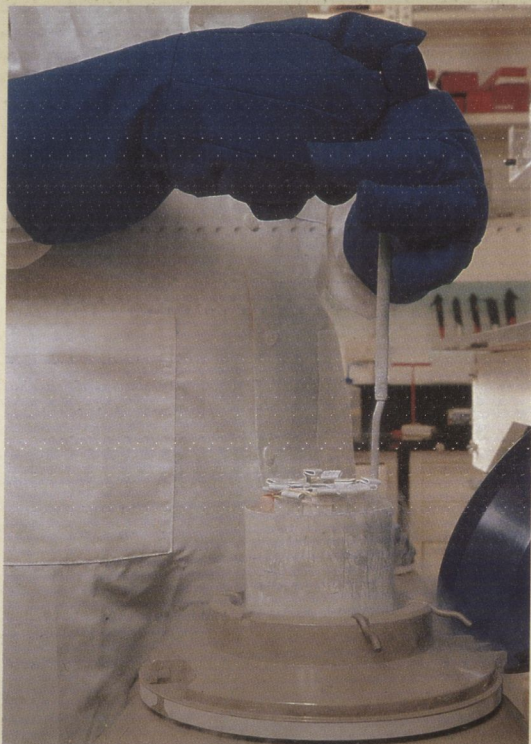
50 El tema de la historia de la medicina es extensamente desarrollado en *Historia Social de la Ciencia en Colombia, tomos VII y VIII*. Autores Emilio Quevedo, Néstor Miranda y Mario Hernández. COLCIENCIAS, Tercer Mundo, Santa Fe de Bogotá, 1993

Desde la perspectiva de los proyectos financiados por COLCIENCIAS, el tema de las enfermedades tropicales, tales como la malaria, la leishmaniasis y la enfermedad de chagas, concentra buena parte del interés y los esfuerzos financieros en el período analizado. Entre los grupos de investigación más representativos que trabajan en este campo y que han recibido el apoyo de COLCIENCIAS, se encuentran: el Instituto de Inmunología de la Universidad Nacional, el CIDEIM, la Universidad de Antioquia, el Instituto Nacional de Salud, la Universidad del Valle. Se trata de instituciones con una larga tradición investigativa que cuentan con un amplio reconocimiento internacional y a las cuales, paulatinamente, se han ido sumando otras instituciones, con lo cual se configura una verdadera red de investigación en enfermedades tropicales. Esto permite afirmar, sin ninguna duda, que alrededor de este tema el país ha logrado construir la semilla de una verdadera escuela de pensamiento⁵¹ biomédico, con incidencia e implicaciones científicas, investigativas y de formación, que superan los resultados obtenidos en las investigaciones que se adelantan. En los centros mencionados se ha formado un importante número de investigadores que no sólo ha alcanzado altos niveles de formación, sino que ha llevado a que de estos centros surjan nuevos grupos autónomos, que hoy luchan por conquistar espacios institucionales y visibilidad internacional, en diversos campos de la investigación biomédica.

Otros temas sobre los cuales se ha ido construyendo una creciente capacidad de investigación son la inmunología y la genética. En el primer caso, el radio de acción es tan diverso como fascinante. Importantes centros de investigación del país, utilizando las más sofisticadas técnicas de investigación, desarrollan trabajos en inmunología orientados al manejo de los trasplantes de órganos humanos, lo que ha colocado al país a la vanguardia en América Latina en este importante tipo de intervenciones quirúrgicas, con profundas implicaciones sociales y humanas. No obstante la trascendencia de estos efectos, tal vez lo más importante es el enorme cúmulo de conocimientos generados sobre fisiología e histocompatibilidad humana, que son, en esencia, de la clara competitividad científica de que gozan los grupos dedicados a la investigación en este campo.

51 - Uno de los hechos más significativos es la dinámica que han mostrado estos centros y grupos en la presentación de candidatos, de excelente perfil académico e investigativo, a las convocatorias promovidas por COLCIENCIAS dentro del Programa de Formación de Recursos Humanos (ver sección 2.2.).

CORPORACIÓN CENTRO INTERNACIONAL DE ENTRENAMIENTO E INVESTIGACIONES MÉDICAS, CIDEIM



El Cideim se originó en 1962 como una alternativa en la búsqueda de soluciones a los retos planteados por las enfermedades infecciosas transmitidas por insectos hematofagos, de gran impacto en Colombia y en gran parte de América Latina.

Si bien se ha especializado en el estudio de la leishmaniasis, por el cual es reconocido nacional e internacionalmente, uno de sus logros es el haber desarrollado un modelo para realizar investigación interdisciplinaria que puede ser aplicado, y de hecho

se está haciendo, en otras enfermedades como la tuberculosis y la malaria.

Se trata de un modelo integral, gracias al cual los investigadores estudian todos los aspectos relacionados con la enfermedad, desde lo submicroscópico, como los genes del microbio, hasta las comunidades infectadas. En leishmaniasis, por ejemplo, realizan trabajos con el parásito, el insecto transmisor, los hospederos, la prevención de la enfermedad, los métodos de diagnóstico a través de la biología molecular, el tratamiento y la educación de la comunidad.

Entre sus logros se destaca el conocimiento aportado sobre la historia natural de la infección y enfermedad causada por *Leishmania* del complejo *brasilensis*, así como la identificación de especies de Leishmania en Colombia. Además, el descubrimiento de una especie vectora nueva de la leishmaniasis visceral, una de las formas de presentación más agresivas de la enfermedad; las técnicas innovadoras de diagnóstico, que incluyen el PCR, y el "detector del guaral", material didáctico diseñado por la comunidad en conjunto con los investigadores del Cideim, basado en una regla de predicción clínica. Este instrumento es de fácil aplicación por parte de las propias comunidades afectadas para el diagnóstico de la enfermedad.

INSTITUTO DE INMUNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE



El Instituto de Inmunología de la Universidad del Valle tuvo su origen en 1985 en la sección de inmunología de la facultad de salud, con el propósito de liderar un grupo multidisciplinario para el estudio epidemiológico de la malaria en la costa pacífica colombiana. Tiene dos objetivos fundamentales: conocer los mecanismos de defensa del individuo y desarrollar vacunas sintéticas para prevenir la enfermedad.

Para hacer sus investigaciones y experimentaciones cuenta con el criadero de monos lechuza (*Ao-*

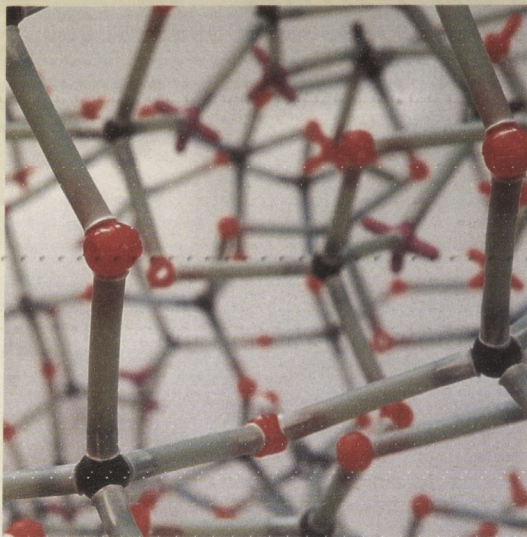


tus lemurinus), y con insectarios, gracias a los cuales ha logrado el desarrollo completo del ciclo del parásito *Plasmodium vivax* en condiciones de laboratorio, lo que le ha facilitado la investigación en vacunas.

Trabaja además en prevención e investigación epidemiológica de campo, centrandó sus investigaciones en los mosquitos y los parásitos.

Este Instituto contribuyó a la creación del programa de doctorado en 1992.

INSTITUTO DE INMUNOLOGIA - HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS



El Instituto de Inmunología constituye uno de los principales y más avanzados centros de investigación con que cuenta el país. Desde hace cerca de veinte años, bajo las orientaciones del médico y científico Manuel Elkin Patarroyo, se inició una titánica labor no sólo por encontrar una solución a una de las enfermedades con mayor prevalencia e incidencia en los países tropicales, la malaria, sino por demostrar que aún en países como Colombia, es posible desarrollar actividad científico-tecnológica dentro de los estándares universales de la ciencia.

La rigurosa y persistente labor del doctor Patarroyo le ha granjeado el apoyo y respaldo de múltiples organizaciones nacionales y extranjeras para el desarrollo de sus investigaciones sobre el diseño, fabricación y aplicación de una vacuna sintética para prevenir la malaria. El resultado de estas investigaciones es la obtención de la vacuna denominada Spf66, que hoy es utilizada en campañas antimaláricas en América y África, con resultados que resultan alentadores para continuar con los esfuerzos iniciados hace ya más de cuatro lustros.

Más allá del importante significado que representa para la humanidad el desarrollo de una vacuna sintética para el control de una enfermedad como la malaria, sin duda, la actividad desplegada por Manuel Elkin Patarroyo y los investigadores que lo han acompañado durante sus años de trabajo, tiene dos efectos de singular trascendencia para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en Colombia. En primer lugar están las enseñanzas derivadas de la creación de una verdadera escuela de pensamiento científico como lo es, innegablemente, el Instituto de Inmunología. En ese centro no sólo se hace ciencia, se construye capacidad científica para el país y el mundo. De su seno han salido ya numerosos investigadores que después de conocer el ABC de la investigación de las manos del doctor Patarroyo, hoy dirigen sus propios grupos y centros de investigación. En segundo lugar, la visibilidad nacional e internacional de los trabajos que se desarrollan en el Instituto han contribuido de manera sorprendente a la construcción de una nueva cultura en el país alrededor del quehacer científico. Hoy en Colombia, no son pocos los niños que delinean su futuro oteando en el horizonte una labor en los ámbitos en que hoy trabaja el doctor Patarroyo y su grupo. Con esto se está construyendo la base para una nueva nación que pueda mirar con optimismo su futuro.

ALERGOLOGÍA EXPERIMENTAL E INMUNOGENÉTICA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

El Grupo se originó del trabajo de inmunogenética e inmunodeficiencias desarrollado, a principios de los años 80, en el Laboratorio de Inmunología del Departamento de Microbiología y Parasitología de la Universidad de Cartagena. Fue el laboratorio que detectó y describió el primer caso de SIDA en Colombia.

El Grupo genera conocimiento nuevo basado en la observación y la experimentación en ciencias biológicas, especialmente en inmunología. Trabaja para el mejor entendimiento de los aspectos etiológicos y patogénicos del asma alérgica, con el fin de elaborar políticas de control, manejo y prevención. En este campo ha obtenido resultados en áreas como la inmunogenética de poblaciones y su asociación con enfermedades, la prevalencia, distribución y caracterización molecular de alérgenos, la etiología del asma alérgica en sus componentes genético y ambiental, la epidemiología de las enfermedades respiratorias alérgicas, incluyendo las tendencias de mortalidad por asma, la producción de alérgenos recombinantes, la producción y caracterización de anticuerpos HLA, la distribución de alérgenos de ácaros en el ambiente tropical y su variación según las condiciones climáticas.

Este grupo es un centro de referencia internacional obligada sobre bibliotecas de alérgenos del ácaro *B. tropicalis*, de especial importancia para el estudio de enfermedades respiratorias de ori-



gen alérgico. Otro hecho notable es la diversa y amplia red de relaciones internacionales de que dispone el Grupo, lo cual le ha permitido no sólo construir una

clara política de desarrollo y fortalecimiento institucional, sino abrirse un espacio en el competitivo campo de la investigación inmunológica mundial.

LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIONES

Se formó en 1984 a partir del laboratorio de Inmunología de la Universidad de Antioquia y actualmente es una dependencia del Centro de Investigaciones Médicas de la facultad de medicina de esta universidad. Sus investigadores llevan a cabo estudios en inmunología, inmunología celular, inmunogenética y biología molecular.

Su aporte a las investigaciones de trasplantes de órganos y tejidos se realiza en cuatro aspectos básicos: factores inmunológicos que influyen en la sobrevida de los injertos, los mecanismos de rechazo a los mismos y las formas de identificación del HLA, así como de anticuerpos citotóxicos. Esta experiencia se basa en la formación de sus investigadores, el desarrollo de una infraestructura sofisticada para inmunología de trasplantes y la prestación de servicios al grupo responsable de los trasplantes de órganos que realiza la universidad mencionada, que lleva más de 1700 cirugías de trasplante renal y 140 del corazón.

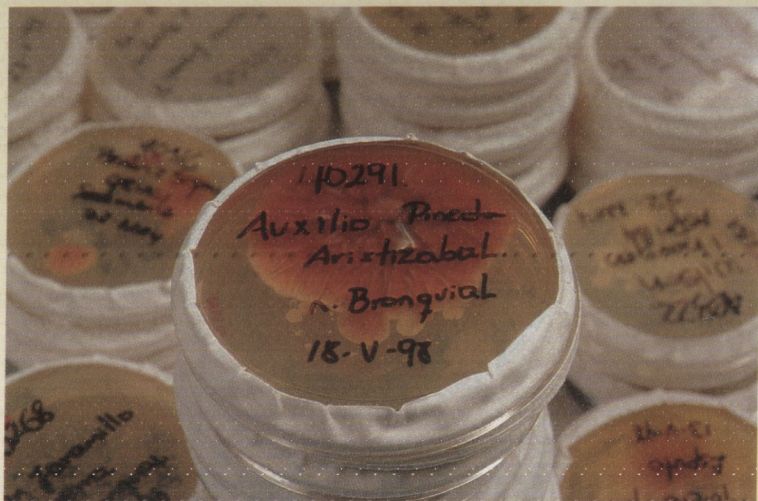
En el área de la tuberculosis sobresale el estudio de los perfiles de respuesta inmune en pacientes con la enfermedad, comparados con los de sujetos sanos pero infectados, lo cual les ha permitido identificar el papel que desempeñan las moléculas de la micobacteria en la respuesta inmune a la enfermedad.



A su vez buscando dilucidar la etiología y comportamiento de diferentes organismos causantes de enfermedades, y cómo responde el sistema inmunológico humano frente a su presencia, se ha desarrollado una capacidad, con reconocimiento internacional, en campos como la micología, la virología y la bacteriología. El caso de la paracoccidioidomicosis, producida por el hongo *Paracoccidioides brasiliensis*, es no sólo relevante desde una perspectiva científica, avalada por cerca de trescientas publicaciones internacionales, producto del trabajo de investigadores de la CIB, sino que se ha convertido en un semillero de vocaciones investigativas, alrededor del cual, esta corporación, en conjunto con otros centros y grupos, ha ido ampliando su ámbito de preocupaciones y de acción. Los grupos de investigación promueven y desarrollan proyectos sobre diversas patologías, entre otras sobre tuberculosis, úlcera péptica, paludismo, tripanosomiasis, enfermedad granulomatosa crónica, síndrome de hiperinmunoglobulinemia, y sobre otro importante grupo de enfermedades de diverso origen (bacteriano, viral, parasitario, oncológico), sobre las cuales se hacen permanentes estudios para entender mejor su comportamiento y manifestaciones en las particularidades de nuestro país. Igualmente, crecen el número de investigaciones orientadas al diagnóstico y control de enfermedades de índole viral como la enfermedad respiratoria sincitial, con importantes niveles de morbilidad en el país, particularmente en la población infantil.

En el ámbito de la investigación genética, el país cuenta con una extensa y prolífica trayectoria. A los conocidos centros, como el Instituto de Genética Humana de la Universidad Javeriana, el Instituto de Investigaciones Genéticas de la Universidad Nacional, el Instituto de Genética de la Universidad de los Andes, se han ido sumando grupos en diferentes universidades y centros de investigación, que trabajan aplicando complejas tecnologías de ingeniería genética y biología molecular, para ampliar el conocimiento sobre las características de los vectores portadores de enfermedades, la predisposición de sectores específicos de la población colombiana frente a diferentes patologías y, últimamente, a estudios tendientes a comprender el origen, manifestación y tratamiento de extrañas, pero no por ello menos importantes, enfermedades de origen genético.

CORPORACIÓN PARA INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS, CIB



La CIB se creó en 1978 como un grupo de investigación principalmente dedicado al estudio de las enfermedades infecciosas producidas por hongos, bacterias, parásitos y virus que más afectan al pueblo colombiano, con miras a desarrollar mejores métodos de diagnóstico y tratamiento. Hoy en día ha ampliado sus líneas de acción e incluye investigaciones y desarrollo tecnológico en biotecnología, para producir biopesticidas y plantas transgénicas resistentes a enfermedades e insectos. Contribuye al desarrollo de la comunidad a través de la investigación, la formación de investigadores y la prestación de servicios en las

áreas de microbiología y parasitología médica y ambiental.

Sobresalen los estudios sobre el hongo *Paracoccidioides brasiliensis*, liderados por Ángela Restrepo, sobre el cual ha publicado varias decenas de artículos en revistas internacionales indizadas y en publicaciones nacionales.



La CIB participa en el Programa de Control Integrado de la Malaria desde 1993, cuyos resultados hablan por sí solos: control total de la mortalidad por malaria en 15 mil personas de las 36 comunidades que cobija el programa en la costa pacífica choacana; control total de malaria cerebral; reducción de las hospitalizaciones por malaria y disminución de la incidencia de la enfermedad en un 50 por ciento.

La CIB cuenta con una patente del gen de la toxina 98Kd de *Bacillus thuringiensis medellin*. Ha desarrollado un fondo editorial con 36 textos médicos de pregrado que se venden en 17 países de América Latina.

b. Epidemiología Social

Buena parte de los esfuerzos de investigación que aplican los grupos que trabajan en el campo biomédico se orientan hoy a la comprensión de los procesos epidemiológicos clínicos y sociales, relacionados con la etiología, diagnóstico, tratamiento y control de múltiples enfermedades estrechamente asociadas al entorno en que ellas se desarrollan. En este caso se da una activa y creativa simbiosis entre los trabajos de investigación básica con los procesos de salud pública, orientados a las preparación de diversos sectores de la población colombiana, para que ellos puedan controlar la aparición y manifestación de patologías como el paludismo y la leishmaniasis.

En no pocas ocasiones, en este tipo de investigaciones, tiene lugar la conjunción de esfuerzos investigativos, educativos y solidarios, orientados a crear condiciones para reducir los efectos que enfermedades como las mencionadas tienen sobre importantes sectores de la población colombiana. En este caso, como en el anterior, el país presenta ventajas comparativas para fortalecer sus capacidades de investigación en enfermedades tropicales.

GRUPO DE EPIDEMIOLOGÍA CLÍNICA DE LA UNIVERSIDAD JAVERIANA

La Unidad de Epidemiología Clínica se inició en 1986 y se convirtió en un centro de entrenamiento para maestría en epidemiología clínica en 1994. Su objetivo es promover, producir y difundir los resultados de investigación clínica y/o epidemiológica de elevados estándares éticos, científicamente sólida y de relevancia local, nacional e internacional.

Las principales líneas de investigación del Grupo son: enfermedades respiratorias, salud mental, enfermedad diarreica aguda y farmacoepidemiología.

El grupo tiene una conformación multi e interdisciplinar que le permite abordar los trabajos desde diferentes dimensiones y perspectivas. En los últimos años ha logrado importantes avances en el campo de la investigación sobre enfermedades respiratorias, cuyos resultados han sido publicados en revistas internacionales y nacionales. En el último tiempo el grupo ha incursionado en el campo de la investigación en salud pública y sobre la evaluación de las políticas públicas para el control del alcoholismo y de otras manifestaciones de disfunciones sociales. En

estos campos se han logrado adelantar investigaciones de manera sistemática y en muy diversos sectores de la población colombiana, lo que ha permitido definir e implementar políticas orientadas a la atención y prevención de este tipo de enfermedades. Entre ellos está la comprobación del efecto del humo de leña en la infección respiratoria obstructiva por la cual recibieron un premio nacional.



GRUPO DE ENFERMEDADES TROPICALES DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA



El Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales, PECET, de la Universidad de Antioquia, recibió un impulso significativo con la creación de la Corporación de Patologías Tropicales conformada por siete grupos de investigación, al frente de los cuales se encuentra el director del PECET. Este Programa ha desarrollado importantes trabajos de investigación en el campo de la Leishmaniasis, en los cuales se incluyen estudios que van desde trabajos sobre la eficiencia de las vacunas para el control de la enfermedad, hasta tra-

bajos sobre la búsqueda de productos naturales con actividad antileishmania.

El PECET adelanta una intensiva política de cooperación investigativa con grupos de la Universidad de Londres y la London School Hygiene Tropical Medicine (Gran Bretaña), Universidad de Heidelberg (Alemania), Instituto Severo Ochoa de Madrid y el Instituto Nacional de Salud de la Argentina.

Durante los últimos años el PECET se ha fortalecido gracias al eficiente aprovechamiento que le ha dado a Programas de COLCIENCIAS como el de Retorno de Investigadores colombianos residentes en el exterior y el de Movilidad de Investigadores extranjeros hacia el país. Los resultados de las investigaciones desarrolladas han quedado consignadas, en los últimos tres años, en publicaciones internacionales y nacionales, y en la formación de un selecto grupo de investigadores en los niveles de Maestría y Doctorado.

GRUPO DE ALZHEIMER DE LA UNIAANTIOQUIA

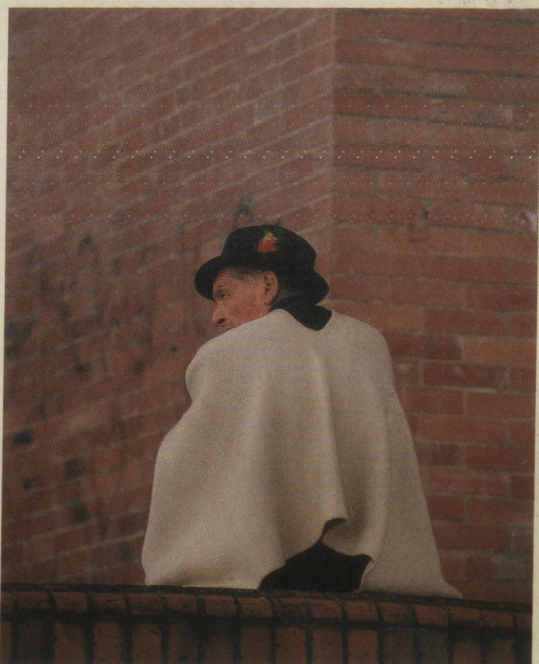
La enfermedad de Alzheimer constituye una de las demencias de mayor incidencia en el mundo y representa hoy un problema de salud pública, el cual se agrava cada día con el aumento de la esperanza de vida de la población. El origen es aún desconocido, lo que la ha convertido en objeto de interés por parte de centros y grupos en diferentes países del orbe.

Los trabajos realizados en la Universidad de Antioquia han permitido mostrar que en ese departamento paisa se encuentra la familia más grande del mundo con la forma familiar y precoz de esta patología. A través de estudios del ADN, en sujetos afectados por la enfermedad se detectó una mutación que comparten todos los afectados. A pesar de que esta mutación ya ha sido encontrada en enfermos de otros países, es la primera vez que se encuentra en Antioquia, siendo muy significativo el que en algunos de estos casos se ha confirmado que se trata de individuos relacionados.

De otra parte los estudios realizados han permitido la caracterización neuropatológica y clínica de la enfermedad. En el primer caso, se ha encontrado que en los pacientes que la sufren, se presentan excesivos depósitos de proteína Beta amiloide (AB42) en el cerebro y, particularmente, en el cerebelo. En el segundo, se estableció que esta modalidad de la enfermedad (inicio precoz) se manifiesta, en promedio, en personas de 46

años, y que su duración es de ocho años, sin que se haya logrado definir ninguna particularidad en cuanto al género de los pacientes. Los trastornos de la memoria se dieron en todos los casos estudiados como primer síntoma, le siguen la afasia progresiva, la presencia de crisis convulsivas, mioclonias, parkinsonismo y, de manera muy notable y recurrente, la alta frecuencia de cefalea en las personas afectadas.

El Grupo de la Universidad de Antioquia ha recibido reconocimiento nacional e internacional, entre los cuales se encuentra haber recibido el Premio Alejandro Angel Escobar en 1997. Actualmente este grupo continúa desarrollando y profundizando sus trabajos de investigación en estrecha relación con centros y grupos de otros países como Australia, Japón y España.



c. Investigación sobre técnicas de diagnóstico

Si bien se podría incluir este tema como un subgrupo de las anteriores, se ha considerado oportuno hacer explícitos los esfuerzos que entidades como la CIB, el CIF, el Instituto de Inmunología de la Universidad Nacional, el Instituto de Inmunología de la Universidad del Valle, el Instituto Nacional de Salud, Histolab hacen, con la utilización de complejas técnicas de laboratorio, para producir nuevas técnicas de diagnóstico, que permitan un manejo más adecuado y oportuno de cuadros clínicos como la tuberculosis, la enfermedad respiratoria sincitial, el VIH, las enfermedades de origen genético, entre otras.

La importancia de resaltar este hecho, no tiene que ver sólo con las implicaciones científicas que le son intrínsecas, sino que, en este caso, se presenta una interesante relación entre la capacidad de generar conocimiento básico y las posibilidades de convertir ese conocimiento en aplicaciones concretas, con significativo impacto sobre el manejo de las diversas patologías que aquejan a la población del país y, en general, de la humanidad.

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD

El Instituto Nacional de Salud se creó en 1917. Hoy cuenta con más de 15 grupos de investigación consolidados y con reconocimiento internacional. Entre ellos se destacan los tres que han sido beneficiados con el Programa de Apoyo al Fortalecimiento de Grupos y Centros de Investigación de COLCIENCIAS.

Desde 1980 el Laboratorio de Bioquímica cambió su orientación clínica para convertirse en un grupo de investigación, con la misión de ampliar el conocimiento sobre los mecanismos de invasión que involucran al parásito responsable de la malaria y a los glóbulos rojos humanos. Desarrolla actualmente tres líneas de investigación para conocer a fondo la biología del parásito y su relación con la célula humana que lo hospeda.

El grupo de investigadores ha encontrado, por ejemplo, que



Cryptococcus neoformans

las células del parásito tienen la habilidad de utilizar el calcio para modificar la célula del ser humano e invadirla. Estudia prioritariamente una proteína llamada calmodulina, responsable de manejar el calcio dentro de la célula, por haber comprobado que desempeña un papel definitivo durante el proceso de infección. Investiga, por tanto, los mecanismos de invasión, para diseñar efectivas herramientas de control de la malaria.

El grupo de microbiología ha podido determinar el hábitat del hongo *Cryptococcus neoformans* variedad gatii, serotipo C, en Cúcuta, Norte de Santander, asociado con almendros. También se encuentra determinando el origen clonal de los aislamientos de *Vibrio cholerae* O1, recuperados durante la reciente epidemia.

El grupo de entomología ha centrado sus estudios en conocer el papel como vector y las relaciones genéticas de dos especies de *Lutzomyia* en dos focos endémicos transmisores de leishmaniasis de la zona cafetera colombiana. Estos estudios han permitido establecer parcialmente el papel que estas dos especies cumplen como vectores, evaluar las técnicas que permitan separar adecuadamente las especies y determinar las interrelaciones genéticas entre las dos.

Hembras de *Lutzomyia longipalpis* alimentándose en pata de Hamster.

Hembra de *Anopheles albimanus*



6.1.2 LA INVESTIGACIÓN PSICO-SOCIAL

Diversos grupos de investigación del país, entre los cuales se encuentran los de las Universidades Pedagógica Nacional, del Valle, Nacional sede Bogotá, Distrital, del Norte, de los Andes, han impulsado investigaciones tendientes a dilucidar las dinámicas de diversos procesos relacionados con la forma como el ser humano se relaciona con su entorno. En este sentido, en esencia, se podría decir que los esfuerzos de los investigadores colombianos, que han recibido apoyo de COLCIENCIAS, se han orientado hacia dos temas de particular trascendencia. De un lado están las investigaciones cuyo propósito es la comprensión de los fenómenos que tienen que ver con la manera como el ser humano aprehende la realidad circundante, con la forma como construye puentes interpretativos, empíricos o conceptuales, sobre su propia realidad. A su vez, se dedican esfuerzos para avanzar en la comprensión y manejo de los procesos relacionados con la aprehensión de los modelos científicos de interpretación de la realidad. Lo que se une a los estudios orientados a mejorar la enseñanza, y en particular la de la ciencia y la tecnología en las aulas escolares.

Desde otra perspectiva, se resalta lo que Savater llamaría los *Contenidos de la enseñanza*, es decir "el aprendizaje a través de la comunicación con los semejantes y de la transmisión deliberada de pautas, técnicas, valores y recuerdos" como procesos indispensables para llegar a adquirir la plena estatura humana. En este campo se han incrementado los estudios encaminados a construir una base ética que soporte el desarrollo de la sociedad colombiana, dentro de criterios de respeto por la diversidad y por los antecedentes históricos y culturales de nuestra sociedad, fomento al desarrollo de lo individual y lo colectivo, solidaridad con los restantes miembros de la sociedad. En resumen, particular atención se le ha dado a promover investigaciones que tengan como objeto de estudio los procesos que conducen a la construcción y afianzamiento que le permitan ir delineando su propia y particular identidad.

LA EXPEDICIÓN HUMANA DEL INSTITUTO DE GENÉTICA DE LA UNIVERSIDAD JAVERIANA



El Instituto de Genética Humana se institucionalizó en la Universidad Javeriana en 1992, teniendo como base la Unidad de Genética Molecular, adscrita al departamento de Patología del Hospital San Ignacio.

En la actualidad el Instituto impulsa tres programas principales: Estudio y manejo del aborto recurrente, Estudios genéticos en las enfermedades visuales y auditivas, y la Expedición Humana.

La Expedición Humana es la propuesta con que la Pontificia Universidad Javeriana busca responder a las necesidades de las comunidades indígenas, negras y aisladas de Colombia. A través de sistemáticos procesos de in-

vestigación, en campo y en laboratorio, se pretende describir la multiétnicidad de esas comunidades, para hacer una caracterización interdisciplinaria de sus particularidades, carencias, posibles patologías y formas idóneas de atención.

En los últimos diez años la Expedición Humana ha recorrido la geografía colombiana asistiendo a 35 de estas comunidades, lo que ha hecho posible un acercamiento objetivo a la comprensión de sus características y necesidades, en especial las asociadas a patologías presentes en ellas.

Los esfuerzos no se han concentrado solamente en los indivi-

duos que tienen una enfermedad; desde el punto de vista genético son igualmente importantes los individuos sanos, ya que pueden dar luces sobre lo que fueron los procesos de poblamiento de América, lo que ha sido la historia de ajustes de los grupos humanos a su entorno, las relaciones entre ellos, y de ellos con los otros grupos de individuos de distintos orígenes que se asentaron en el territorio colombiano y, finalmente, porque en últimas esto permite documentar desde un punto de vista biológico la clara diversidad cultural y lingüística que observamos alrededor. La biología permite entonces, gracias a las nuevas tecnologías, tratar de hacer viva la historia del país, para entenderla y hacerla propia. Ahora bien, para poder hacer todo esto se requiere estudiar la estructura genética de cada uno de estos grupos, desde muy distintos ángulos. Desde el nivel más sencillo al más complejo.

La Expedición Humana es también una experiencia vital que le ha dado un nuevo sentido a la universidad y sus integrantes. Además de datos y muestras, los expedicionarios retornan de sus viajes con una nueva visión de la Colombia que lentamente se nos descubre. Así pues, la Expedición Humana abre nuevas maneras de sentir el entorno, de participar en él, de tocar al tiempo de ser tocados.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS EN PSICOLOGÍA, COGNICIÓN Y CULTURA

El Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Psicología, Cognición y Cultura de la Universidad del Valle se creó en 1993. Su objetivo es generar conocimiento psicológico básico que sea nsumo para la educación y contribuya a comprender el desarrollo humano en el contexto colombiano. Las líneas más desarrolladas del centro son: cognición y representación; familia y cultura; calidad ambiental y aspectos psicocociales; y construcción del conocimiento matemático.

Dos líneas de investigación se destacan por la novedad tanto conceptual como a nivel de las implementaciones que presentan. La primera de ellas tiene como objeto de estudio el humor y el chise gráfico, como un espacio para acceder a los sistemas de representación del niño desde los dos años hasta los cuatro. La otra estudia la historia familiar y la geneabgia del niño. Ambas líneas han nutrido un proyecto de intervención sobre los efectos del maltrato infantil, estudiados a partir de juegos que trabajan lo lúdico para explorar las relaciones fami-



liares como generadoras de normas de comportamiento. Otra línea de especial relevancia es la de construcción del conocimiento matemático que logra aportar evidencias sobre los procedimientos y las estrategias que permiten conocer mejor las dificultades fundamentales que enfrenta el niño en esta área.

Entre sus logros se destaca el Programa del Niño y la Escuela no sólo por su originalidad sino por el impacto producido en el

Valle del Cauca y en otros departamentos. Este Programa que hoy se conoce como el niño lector y escritor, el niño matemático, el niño científico, y el niño psicológico, capacita a los maestros en innovadoras formas pedagógicas, promoviendo un seguimiento de los alumnos desde su infancia hasta la adolescencia. Igualmente el programa contempla la preparación y desarrollo de material especializado para la enseñanza, con énfasis en las matemáticas.

6.2 EL CONOCIMIENTO DE LAS INSTITUCIONES, ORGANIZACIONES Y COMUNIDADES

En la tradición de la investigación en ciencias sociales y humanas que se ha desarrollado en el país, lugar preeminente ocupan los trabajos orientados a comprender los procesos de gestación, funcionamiento y desarrollo de las principales instituciones o maneras como se organiza la sociedad: la familia, la educación, los modos de producción, los entes territoriales, la salud. En estos campos juegan un importan-

te papel disciplinas como la historia, la antropología, la arqueología, la etnolingüística, las ciencias económicas y políticas. Es aquí donde se juega la construcción de un imaginario nacional que confluya en la definición de una identidad, la cual congregue las múltiples interpretaciones realizadas sobre la colombianidad dentro de nuestra sociedad. Esto explica el porqué se ha decidido acercarse a los esfuerzos que COLCIENCIAS ha impulsado en este campo desde visiones como la antropológico-histórica y la orgánico-funcional.

6.2.1 LA INVESTIGACIÓN ANTROPOLÓGICA E HISTÓRICA (IDENTIDAD CULTURAL)

En Colombia, la tradición en investigaciones antropológicas e históricas no sólo cuenta con una larga tradición nacional, sino con un amplio reconocimiento internacional. El legado de investigadores prestigiosos como Reichel-Dolmatoff, Paul Rivet, Juan Friede, Virginia Gutiérrez de Pineda, Milciades Chávez, en otros, han influido no sólo en la construcción de una institucionalidad para la investigación antropológica nacional, sino que hacen hoy parte del acervo universal sobre el desarrollo de las comunidades humanas. No es de sorprender entonces, que en los años motivo del análisis que se presenta, éste sea uno de los ámbitos de preocupación de los investigadores colombianos, que han encontrado apoyo y respaldo financiero en COLCIENCIAS. Encontramos aquí trabajos orientados a continuar con las exploraciones arqueológicas sobre las cuales se construye la recuperación de nuestras raíces culturales y estudios que contribuyen al enriquecimiento de la base para la interpretación histórica de nuestra sociedad, reconociendo su carácter multiétnico y multicultural. Igualmente se ubican aquí las investigaciones que pretenden comprender los orígenes y manifestaciones de las múltiples expresiones culturales que caracterizan nuestras comunidades regionales y locales.

Particular relevancia tienen en este campo los trabajos orientados a la recuperación de las bases lingüísticas y comunicativas de los originarios pobladores de nuestro territorio. En este caso no sólo son notables los avances científicos alcanzados, sino, de igual manera, el análisis de los procesos que han permitido la conformación de una multidisciplinaria y polifacética comunidad de investigadores que han encontrado en el propósito de preservar la lengua de nuestros aborígenes el proyecto de vida, al cual consagran sus esfuerzos. Los resultados son de conocimiento público y de innegable impacto. Gracias a los esfuerzos del CCELA, en la Universidad de los Andes, siete comunidades indígenas de nuestro país pueden hoy leer la Constitución

INSTITUTO COLOMBIANO DE ANTROPOLOGÍA, ICAN



El ICAN constituye uno de los centros de investigación con mayor tradición en investigación social en el país. El Instituto fue creado en 1953 y reestructurado por el Decreto Ley 586 de 1991. Actualmente hace parte de los Institutos de investigación adscritos al nuevo Ministerio de la Cultura. Consagra sus esfuerzos a la investigación de procesos culturales del conjunto de la sociedad colombiana y al estudio y preservación del patrimonio arqueológico y etnográfico colombiano.

El ICAN adelanta investigaciones en diferentes líneas, entre ellas son: Identidad cultural y recomposición étnica, antropología política y estudios sociojurídicos. Dentro de la primera línea se encuentran las numerosas investigaciones para recuperar la tradición cultural del país. Estos estudios han permitido conocer la historia y los procesos sociales que caracterizan las poblaciones indígenas, su configuración étnica y distribución geográfica, e incluyen fundamentales trabajos de arqueología,

orientados a la recuperación de la historia de la Nación. En el campo de la antropología política los esfuerzos se han concentrado en el estudio de los fenómenos asociados a los conflictos interétnicos, violencia política, y causas y efectos de los desplazamientos forzados. Las investigaciones han enriquecido el acervo de que dispone el país para la comprensión y manejo de los conflictos en que vive y da luces para la definición de políticas públicas en estos campos.

En el campo de la antropología sociojurídica, los estudios han permitido conocer los estatutos jurídicos que rigen la configuración y dinámicas sociales de diferentes grupos indígenas del país. Legislación, tradición jurisprudencial, resolución de conflictos por vía jurídica, bases culturales de la juridicidad indígena, son aspectos abordados por los investigadores del Instituto en sus estudios. Los resultados obtenidos han permitido una mejor comprensión del comportamiento jurídico de diferentes etnias presentes en el país y constituyen una importante base para el desarrollo de políticas de reconocimiento y respeto por la multiculturalidad presente en Colombia.

Constitución Política de Colombia, es decir conocer sus derechos y deberes como ciudadanos de la nación, en su propia lengua. No obstante la importancia de este hecho que, para muchos, puede tener tan sólo una trascendencia política, está la capacidad en investigación lingüística, una de las más dinámicas corrientes del conocimiento universal.

CENTRO COLOMBIANO DE ESTUDIOS DE LENGUAS ABORÍGENES, CCELA



dades y el resto del país, promoviendo con esto procesos de reconocimiento del valor y significado de la convivencia de las múltiples culturas y etnias que caracterizan a Colombia.

Uno de los interesantes logros ha sido la socialización y divulgación de la Constitución Política de Colombia (1991) en siete lenguas aborígenes, lo cual ha permitido a quienes pertenecen a esas comunidades conocer sus derechos y deberes como ciudadanos colombianos.



El CCELA surge como resultado de dos factores: el social y el académico. Por un lado, en la década de los sesenta se desarrollan y fortalecen los movimientos indígenas en Colombia y en el mundo, por lo cual se presentan reivindicaciones culturales relacionadas con el derecho a la conservación de la cultura: la lucha por preservar la lengua se constituyó en un factor de primer orden. Simultáneamente, el desarrollo de la academia antropológica se orienta cada vez más hacia estudios que tengan un impacto práctico en las comunidades que estudian. Su objetivo es estudiar científicamente las numerosas y diversas lenguas habladas en Colombia con el fin de generar conocimiento académico que se constituya como insu-

mo básico para los programas de etnoeducación.

El CCELA ha desarrollado trabajos de investigación que permitieron configurar el mapa lingüístico nacional representado en más de sesenta lenguas pertenecientes a doce familias lingüísticas. Los estudios reflejan, entre otros factores, que más de medio millón de colombianos se comunican a diario en lenguas de origen no europeo.

Los trabajos realizados por el CCELA no sólo han conducido a un mejor conocimiento de la identidad y comportamiento cultural de nuestras comunidades aborígenes, sino que ha mejorado las condiciones y niveles de interacción entre estas comuni-

6.2.2 LA INVESTIGACIÓN SOBRE INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES (ORGANIZACIÓN SOCIAL)

Otros de los ámbitos de preocupación que los investigadores colombianos han puesto a consideración de COLCIENCIAS y que han recibido apoyo de esta institución, son los estudios sobre las instituciones y organizaciones a través de las cuales se organiza el devenir y funcionamiento de cualquier sociedad: la educación, la salud, la justicia, los entes territoriales, la familia. Estas investigaciones se orientan fundamentalmente a recuperar las bases históricas, orgánicas y funcionales de su conformación, desarrollo y comportamiento.

Uno de los temas, alrededor del cual existe una activa inquietud intelectual es el de la familia, sus características regionales, psicológicas y sociológicas. En este tema el país ha ido construyendo una masa crítica, que con su actividad permanente provee de luces conceptuales y empíricas las políticas que buscan el fortalecimiento de esta importante institución en la sociedad colombiana. Dentro de estas investigaciones, aumentan los estudios sobre el trascendental papel que, de manera creciente, viene jugando la mujer en la construcción de una nueva realidad social en el país y sobre la influencia social del cambio en los roles de género. Igualmente son objeto de interés los trabajos sobre las relaciones de pareja, sobre los conflictos que surgen y sobre las expresiones violentas que, en ocasiones, ellas toman.

Entre los más promisorios campos de investigación, que han sido decididamente impulsados por COLCIENCIAS en los últimos años, está el de las investigaciones sociojurídicas. Estos trabajos exploran no sólo los aspectos políticos y sociales que se derivan del desarrollo y aplicación de la legislación vigente en el país, sino que se adentran en la búsqueda e interpretación de la jurisprudencia natural aplicada por diversas comunidades indígenas, por ejemplo la Wayúú, asentadas en el territorio colombiano. Con esto no sólo se enriquece la aproximación histórica a la institución de la justicia en nuestro país, sino que se crean nuevas bases para interpretar los imaginarios que se han construido para ordenar las relaciones entre los miembros de nuestra sociedad.

Otra de las instituciones que está siendo objeto de atención por parte de la comunidad de investigadores sociales del país es la educación. Se incluyen aquí importantes trabajos tendientes a generar ambientes más propicios para la formación de los infantes en las escuelas del país, a impulsar el desarrollo de innovaciones educativas,

con las cuales se busca propiciar el diseño de PEIs acordes con las particularidades y necesidades de los grupos de educandos que se atienden en los establecimientos educativos en los niveles de primaria y secundaria. Hoy el país cuenta con una importante comunidad de investigadores, quienes actúan como masa crítica de soporte y referencia, para el diseño de los programas, planes y currículos que se diseñan para llevar a cabo la formación de las nuevas generaciones en las aulas colombianas. Esto ha permitido contar con una comprensión más integral y dinámica de los procesos relacionados con la enseñanza y con la manera como interactúan sus principales actores: los educandos, los maestros y las familias de los primeros.

Por último, conviene resaltar el creciente interés que ha surgido alrededor de los temas relacionados con las dinámicas y relaciones que se dan en las comunidades científicas del país, y entre sus miembros y la sociedad. La formación de investigadores, los mecanismos y características de los procesos de apropiación social del conocimiento, la generación de instrumentos e instancias para el seguimiento a la actividad científico-tecnológica del país, la manera como los investigadores interactúan con sus pares internacionales, las relaciones entre las comunidades de investigadores y la sociedad en la formulación de políticas de desarrollo, son hoy objeto de atención y preocupación por parte de un creciente número de investigadores, quienes además han contado, en ocasiones, con importantes apoyos de instituciones internacionales para el desarrollo de estos trabajos.

6.3 ESTRUCTURA ECONÓMICA, RELACIONES DE PODER Y DINÁMICA SOCIAL

De las múltiples perspectivas que pueden existir para "observar los fenómenos sociales" se han seleccionado tres. La primera se refiere a las investigaciones que tienen como objeto las relaciones económicas que se establecen en una sociedad, en este caso la colombiana, bien sea entre sus miembros, sectores, estratos sociales y regiones, o entre la sociedad colombiana en su conjunto y otras sociedades o países. En segundo lugar se hará mención a los estudios y trabajos realizados sobre los procesos políticos que tienen lugar en la sociedad colombiana, incluyendo aquí investigaciones que van desde los estudios sobre el ejercicio de la política partidista, hasta los trabajos en diseño, formulación y seguimiento de políticas públicas, en educación, salud, justicia y organización del Estado. Por último, se brindará atención a uno de los temas de más álgida resonancia nacional e internacional, en las postrimerías del presente milenio: los procesos

CALCULADORAS GRÁFICAS Y PRECÁLCULO, UNA EMPRESA DOCENTE, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

La utilización de las calculadoras gráficas en la enseñanza y aprendizaje del precálculo puede mirarse, no sólo desde el punto de vista de sus efectos en aspectos particulares del currículo, sino también desde la perspectiva de la complejidad y la dinámica del sistema curricular en que se introduce, de tal manera que sea posible explorar la forma como sus elementos se relacionan y evolucionan en el tiempo. Con base en esta perspectiva, se estudiaron los efectos de la introducción de las calculadoras gráficas en un curso de precálculo de nivel universitario. Utilizando un esquema cuasi-experimental en el que se recogió información de un grupo de estudiantes que siguió el currículo tradicional y de otros grupos que utilizaron la calculadora, se estudiaron múltiples aspectos curriculares de la innovación. La utilización de la tecnología influyó en las visiones que la institución encargada del diseño curricular, el docente y los alumnos tenían acerca de las matemáticas, de su



enseñanza y de su aprendizaje. Este efecto en las visiones, junto con otros factores (como, por ejemplo, el cambio en la percepción de la autoridad por parte del estudiante) influyeron en el comportamiento de cada uno de los actores: la institución reformuló el diseño curricular y el tipo de actividades que propuso para ser realizadas como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje y el docente y los

alumnos cambiaron su comportamiento y actitudes dentro del salón de clase. Estos cambios en los comportamientos y los resultados de los mismos (i.e., nuevas actividades) influyeron en la forma como el docente y los estudiantes interactuaron dentro del proceso de construcción del conocimiento matemático y los cambios en esta interacción tuvieron consecuencias en el rendimiento y las actitudes de los estudiantes.

demográficos y de migración poblacional. Con esto se espera contribuir a presentar una visión global sobre los temas que en el país son objeto de interés por parte de las ciencias sociales y humanas, tomando como ejemplo los trabajos que son apoyados por COLCIENCIAS. Al respecto es perentorio recalcar que en los últimos años ha tenido lugar un vuelco total en la forma como esta Institución apoya el desarrollo de investigaciones en estos campos.

Durante el segundo lustro de la década de los ochenta y el primero de la década de los noventa, COLCIENCIAS tuvo severas limitaciones financieras para brindar apoyo a los grupos y centros que desarrollan

investigación social en el país. Esta situación, para beneficio de estos grupos y centros, y del país en primer lugar, ha logrado ser revertida. Hoy el Programa de Ciencias Sociales y Humanas ocupa el primer lugar en la institución en el número de proyectos tramitados y aprobados, y en algunos años ha ocupado el segundo lugar en el monto de recursos asignados.

Entre los grupos con una mayor dinámica, analizada ésta por la presentación y aprobación de proyectos en COLCIENCIAS, se encuentran Fedesarrollo, y el IEPRI de la Universidad Nacional, las Universidades de Antioquia, Valle, Andes y Javeriana.

6.3.1 INVESTIGACIÓN SOCIOECONÓMICAS

En este campo la comunidad de investigadores en ciencias económicas en Colombia, cuenta con una larga y productiva trayectoria. En el período analizado COLCIENCIAS impulsó y apoyó una serie de trabajos sobre macroeconomía y teoría económica, que sin duda representan una contribución al acervo intelectual que el país ha venido acumulando en esta materia por largos años. En la agenda de investigaciones se incluyeron, entre otros, proyectos sobre historia económica del país, procesos de acumulación de capitales, políticas macroeconómicas, distribución de ingreso, flujos y mercados de capitales, integración económica.

Entre los temas a los cuales se les brindó una particular atención están los estudios sectoriales. Se apoyaron investigaciones sobre los procesos de industrialización en el país, cambio técnico y competitividad en la industria colombiana, productividad en el sector agropecuario, rendimientos en la actividad financiera. Los resultados de estos trabajos están siendo ampliamente utilizados para comprender el comportamiento de la economía nacional frente a procesos como la apertura y la globalización de los mercados, y representan un aporte importante en la tarea de diseñar políticas que propendan por un desarrollo económico que no sólo congregue la voluntad de la sociedad en general, sino que se oriente hacia una distribución más equitativa de los ingresos y de la riqueza nacional.

Por último, resaltamos los trabajos que se han adelantado sobre el empleo en Colombia. Se apoyaron investigaciones, entre otros temas, sobre el mercado laboral y la distribución del ingreso en Colombia, organización del trabajo para la competitividad, relación entre niveles de educación y empleo. La urgencia de estas investigaciones

FUNDACIÓN PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y EL DESARROLLO, FEDESARROLLO

Fedesarrollo nació en 1970 en un contexto donde se destacaba la carencia de información económica confiable, la falta de estudios técnicos, la debilidad de la investigación, todo lo cual dificultaba tomar decisiones de política económica, formular políticas de desarrollo coherentes y evaluar decisiones de inversión. Esta Institución ha jugado un papel importante como interlocutor entre el gobierno, los sectores académico y privado. Su objetivo es aportar a la formulación, al análisis y al debate de la política económica del país y construir escenarios para el desenvolvimiento de la economía colombiana. Desde esta perspectiva la investigación macroeconómica, principalmente de corto plazo, ha sido el eje central de la institución, aunque no el único. Los temas que han tenido mayor continuidad son: Inversión, ahorro y los mercados de capitales; integración económica; economía mundial y apertura; desarrollo económico, social, urbano y regional; generación de empleo y el desempleo; y desarrollo industrial y sectorial.



Fedesarrollo entrena formal e informalmente nuevas generaciones de macroeconomistas. Publica la revista trimestral *Coyuntura Económica*, la encuesta de opinión empresarial, *Debates de Coyuntura Económica*; y *Coyuntura Social*. En los últimos años ha publicado 12 libros y ha editado 19, además de una gran cantidad de artículos publicados en

revistas nacionales e internacionales. Esta producción escrita hace que a aunque no es un centro universitario, se le considere como una escuela de posgrado no formal, que ha preparado una generación de economistas en la disciplina del análisis de políticas económicas y ha sido un punto de encuentro entre economistas del país y economistas de reconocido prestigio del extranjero.

queda en evidencia cuando se constata la crítica situación que atraviesa el país en materia de empleo, como producto de la desaceleración de la economía y de la crisis fiscal. Es pertinente pensar en la trascendencia que tiene darle continuidad a estos esfuerzos en el futuro inmediato, profundizando y diversificando el espectro de los estudios que se realicen, con el propósito de contribuir a la comprensión de los fenómenos relacionados con el manejo de esta variable, que resulta determinante para la salud de la economía colombiana.

CENTROS REGIONALES DE INVESTIGACIÓN SOCIAL

En los últimos quince años ha surgido un importante conjunto de centros de investigación social en diferentes ciudades del país. Entre ellos se encuentran la Corporación para el Desarrollo de la Investigación y la Docencia Económica de la Universidad de Antioquia, CIDE, el Centro Regional de Estudios Cafeteros y Empresariales) de Manizales, CRECE, y el Centro de Investigación y Documentación Socioeconómica, CIDSE, de la Universidad del Valle. Estos centros, que con frecuencia han estado asociados al desarrollo de grupos de investigación surgidos en universidades, se han consolidado como instituciones de investigación con un amplio reconocimiento nacional e internacional, cada uno de ellos con algún énfasis particular. En el caso del CIDE, la principal preocupación se ha concentrado en los temas relacionados con el empleo, la economía del trabajo, la descentralización y la pobreza. Las investigaciones desarrolladas por el equipo del CIDE han contribuido a fundamentar el análisis sobre los efectos de



la nueva normatividad sobre seguridad social, las dinámicas del trabajo en los sectores formal e informal de la economía y la evaluación de la aplicación de políticas públicas en sectores como la educación y la salud.

En el caso del CRECE, este centro nace con el propósito de comprender mejor las dinámicas sociales y económicas asociadas al cultivo del café. Paulatinamente, y como efecto de lo complejo y diverso

que resulta la investigación sobre una economía de tantas implicaciones como la cafetera, el Centro inició el desarrollo de estudios en campos como macroeconomía, dinámicas productivas regionales, descentralización y regionalización del desarrollo. Los resultados de las investigaciones adelantadas han permitido plantear alternativas de desarrollo competitivo y sostenible para las zonas con una profunda y amplia presencia del cultivo del café.

El CIDSE de la Universidad del Valle es uno de los centros con mayor tradición en investigación sociológica en el país. Dentro de sus ámbitos de preocupación y trabajo se encuentra los procesos demográficos y de migración, dinámica del conflicto urbano y regional, violencia urbana, y cambio técnico y cultura empresarial. El principal resultado de las múltiples y diversas investigaciones desarrolladas por el Centro está la construcción de una mirada integral sobre los procesos que caracterizan las dinámicas del desarrollo regional.

6.3.2 LA INVESTIGACIÓN SOBRE RELACIONES POLÍTICAS

El estudio de los movimientos sociales, las organizaciones políticas, los procesos de gobernabilidad, y construcción y funcionamiento del Estado, han continuado haciendo parte de la agenda de trabajo de los investigadores sociales que recibieron apoyo de COLCIENCIAS en el período analizado. La atención se centró en este caso sobre temas tales como el desarrollo de una cultura democrática, la dinámica del bipartidismo en la política colombiana y su implicación sobre los movimientos de oposición, los procesos electorales en Colombia, el conflicto armado, el narcotráfico, las implicaciones de la corrupción administrativa sobre la gobernabilidad en el Estado colombiano.

INSTITUTO DE ESTUDIOS POLÍTICOS Y RELACIONES INTERNACIONALES, IEPRI



El Instituto de Estudios Políticos y Relaciones Internacionales de la Universidad Nacional, IEPRI, fue creado en julio de 1986 con el propósito de contribuir al desarrollo de la conciencia pública en torno a la paz, al desarrollo de la democracia política y el afianzamiento de los lazos internacionales. Se trata de un equipo multidisciplinario compuesto por sociólogos, politólogos, historiadores, economistas, abogados, filósofos y expertos en educación. En medio de la diversidad de sus integrantes los une, aparte de su vocación académica e investigativa, el compromiso con los derechos humanos, la democracia y la equidad social.

La actividad investigativa del IEPRI está organizada con referen-

cia a cinco áreas de contenido variable que cubren tanto problemas nacionales como internacionales: violencia, paz, gobernabilidad, derechos humanos y narcotráfico; elecciones y procesos de democratización; cultura y política; políticas sociales; y Colombia y el contexto internacional.

El principal eje de trabajo del Instituto está consagrado a estudios sobre las expresiones del conflicto político en relación con actores, regiones y transformaciones históricas. En esta línea se han desarrollado investigaciones sobre los movimientos armados (FARC y ELN), sobre regiones especialmente conflictivas y estudios de apoyo a los procesos de negociación entre el go-

bierno y los movimientos armados. Otro tema de interés ha sido el del narcotráfico y el de las nuevas formas de apropiación del territorio y violencia asociadas a este fenómeno. El problema de la seguridad y defensa nacional encuentra también un lugar destacado en el análisis académico. Bajo este eje temático se agrupan investigaciones sobre las políticas generales de seguridad nacional, su evolución histórica y los problemas que generan su redefinición a la luz de las nuevas realidades nacionales e internacionales. Los derechos humanos, el derecho internacional humanitario y el derecho de los conflictos armados conforman también un área prioritaria en la elaboración científica, la consultoría y la divulgación del Instituto.

En el ámbito de interés del Instituto han estado igualmente los procesos de descentralización del Estado, el sistema político y la evolución del sistema de partidos. Igualmente, se realiza un seguimiento de los problemas de acoplamiento al nuevo modelo económico y estudios sobre la intención democratizadora de la Constitución de 1991. Se incluyen reflexiones sobre la representación de las minorías étnicas y su integración política, el impacto de las políticas de descentralización fiscal y las transformaciones políticas del país a partir del reordenamiento territorial incluido en la Carta Magna.

CENTRO DE INVESTIGACIONES SOBRE DINÁMICA SOCIAL, CIDS



El CIDS es el primero de una Red de Centros de Investigación que se empezó a formalizar en la Universidad Externado de Colombia a partir de 1990. El Centro ubica su trabajo en líneas de frontera, entre las ciencias sociales, la demografía, la economía, las ciencias normativas; las ciencias sociales y las ciencias médicas; y las ciencias sociales, la técnica y la administración. Los trabajos realizados por los investigadores del Centro han aportado: información sobre variables que intervienen en el proceso de transición demográfica sobre aspectos que incluyen Nupcial-

dad, Separaciones Conyugales y Aborto Inducido, trabajos que se han constituido en importantes aportes al entendimiento de estos fenómenos en el contexto de la sociedad colombiana. Los trabajos desarrollados han contribuido a la sustentación de las políticas vigentes sobre familia y divorcio, y al diseño de políticas nacionales sobre familia y sobre los derechos de la mujer en la sociedad colombiana.

Las investigaciones en torno al trabajo han llamado la atención sobre los procesos de inserción de los migrantes en las econo-

mías formal e informal y sobre las particularidades en las dinámicas de la relación trabajo familiar-microempresa.

Una de las principales preocupaciones investigativas del centro ha estado asociado al tema de la salud en líneas como el aborto en Colombia. Los estudios realizados han permitido establecer las tendencias en la morbilidad por aborto. Otro de los frentes de trabajo en este campo ha sido la evaluación de la calidad de los servicios de salud para la mujer, en áreas de extrema pobreza urbana, y en las prácticas en el tratamiento de enfermedades como el cáncer.

Por último conviene resaltar los trabajos que se han desarrollado sobre género, adolescencia, menores infractores, procesos de exclusión juvenil, tendencias delincuenciales en la juventud, reclusión carcelaria, reeducación y resocialización de los delincuentes. Todos estos trabajos no sólo representan un avance en la comprensión de los fenómenos objetos de estudio, desde una perspectiva histórica y teórica, sino que se han constituido en el soporte para el desarrollo de políticas públicas y de importantes programas de intervención social.

Las investigaciones que COLCIENCIAS ha apoyado buscan dar luces para la comprensión de una compleja realidad nacional, en la que se entremezclan, como ya lo mencionamos, premodernas y modernas formas de propiedad, de producción, de ejercicio político. El futuro del país dependerá, en buena medida, de la asertividad y sindéresis que exista para interpretar la esencia económica de las relaciones políticas y los determinantes políticos de las relaciones económicas.

En esta perspectiva, resultan pertinentes los estudios que COLCIENCIAS apoya sobre las manifestaciones violentas del ejercicio político. La historia de los movimientos insurgentes, las relaciones de poder tejidas por estos movimientos en sus zonas de influencia, la intemperancia política producto del bipartidismo y de la ausencia de vías institucionalizadas para el desarrollo de una oposición política dentro del Estado de Derecho vigente, son temas que se abordan en las investigaciones que, con la cofinanciación de COLCIENCIAS, adelantan diferentes grupos de investigación social del país.

Durante los últimos tres años (1995-1998) Colombia ejerció la Presidencia del Movimiento de los Países no Alineados, la cual acaba de ser entregada a Sudáfrica. Como parte de las actividades que se desarrollaron durante la Presidencia que ejerció Colombia, COLCIENCIAS impulsó el desarrollo de trabajos de investigación sobre temas internacionales, con énfasis en las relaciones entre nuestro país y otras naciones del NOAL. Igualmente se prestó particular atención al tema de las relaciones entre nuestro país y los Estados Unidos, buscando consolidar y ampliar la base histórica, económica, sociológica para la interpretación y comprensión de estas relaciones.

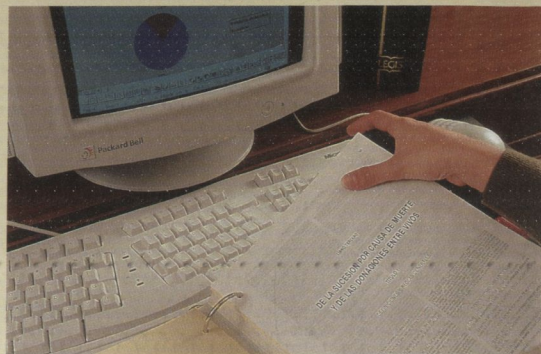
Por último conviene mencionar que en COLCIENCIAS creció el interés por apoyar proyectos orientados a soportar el desarrollo de políticas públicas (salud, educación, justicia, seguridad) desde una perspectiva de Estado. Este hecho abrió importantes espacios para el desarrollo de investigaciones sobre temas como el sistema de salud pública colombiano y la aplicación de la Ley 100; sobre el Sistema de Educación, con énfasis en el nivel Superior, y sobre la forma como se ha venido desarrollando la aplicación de la Ley General de Educación. En este último caso se le ha dado prerrogativa a temas como la calidad de la educación y la forma como se han puesto en marcha los mecanismos, planteados en la normatividad vigente, para promover un incremento en la productividad intelectual e investigativa de quienes tienen en sus manos la formación de las futuras generaciones de profesionales del país.

Las conclusiones que se derivan y derivarán de las investigaciones que se desarrollan serán importantes insumos para comprender y ajustar las políticas que rigen el devenir de la Nación, y, muy especialmente, para llegar a lograr que el país cuente no con una interminable sucesión de políticas de gobierno, sino con verdaderas Políticas de Estado, con fundamento histórico y proyección social.

CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOJURÍDICAS, CIJUS

El origen del CIJUS, en la Universidad de los Andes, se relaciona estrechamente con la evolución intelectual del derecho en Colombia. Surge de la necesidad de contar con un centro de investigaciones en un área donde había grandes vacíos: el entorno social, político e institucional del derecho, de la justicia y de la ley. Tiene dos líneas de investigación: Administración pública y sociología jurídica en derecho constitucional. Cuenta con un grupo de investigadores en diferentes disciplinas que permiten desarrollar trabajos desde múltiples perspectivas, lo que resulta fundamental para comprender los complejos procesos relacionados con la realidad sociojurídica del país.

Los trabajos desarrollados en sociología jurídica han sustentado importantes desarrollos conceptuales y teóricos asociados a los procesos de implementación de la Nueva Constitución del País,



contribuyendo a la profundización en la comprensión de los mecanismos de participación ciudadana, defensa de los derechos fundamentales de los colombianos, articulación de las diferentes ramas del poder público. Las investigaciones sobre administración pública han servido

de base para las discusiones que se desarrollan en el país sobre el funcionamiento del Estado y las relaciones entre Estado y Sociedad Civil, con cierto énfasis en la reconceptualización de lo público y de el papel que lo público juega en la construcción de sociedad.

6.3.3 LA INVESTIGACIÓN DEMOGRÁFICO-POBLACIONAL

Uno de los procesos de mayor complejidad e implicaciones de toda índole es el movimiento de poblaciones entre países, o en el interior de un determinado territorio. Esto lleva a que, en diversos países del mundo, un importante número de investigadores, grupos y centros, dediquen esfuerzos al estudio de los orígenes, causas, dinámicas y consecuencias de estos procesos. Colombia no podría ser la excepción en esta tendencia, aún más, si se consideran ciertas particularidades de nuestro país.

El fenómeno que atrae un mayor interés en el país, por sus implicaciones sociales y económicas, en el momento presente, es el de los

desplazados. Colombia se disputa hoy la deshonrosa distinción de estar entre los países con más altos índices de desplazados por la violencia. No sobra recalcar que en Colombia este fenómeno no está asociado a fenómenos de intemperancia étnica o religiosa, como es el caso de los países balcánicos, los ubicados en el antiguo Kurdistán o el Pendjab (India), sino que la etiología de este fenómeno en nuestro país es esencialmente política y económica.

La evolución del fenómeno de los desplazados en Colombia, como en otros países del mundo, lleva a que se requiera una aproximación multi e interdisciplinar que permita dar luces desde una perspectiva integral y compleja. Esto significa construir aproximaciones al entendimiento del problema desde diversas dimensiones como la histórica, la económica, la política, la ética, la asistencial, lo que, a su vez, puede explicar el creciente interés por estos temas entre diferentes grupos y centros de investigación. COLCIENCIAS ha buscado apoyar estas iniciativas, comprendiendo la trascendencia que este tema tiene en el contexto de la realidad política del país.

Otro tema de interés para los investigadores es el de la migración por causas económicas, es decir aquellas que se asocian a la búsqueda de medios para la subsistencia o para el posible mejoramiento de las condiciones de vida de sus núcleos familiares. En Colombia, la aparición de nuevas zonas de producción de fuentes de energía (hidrocarburos, gas o carbón), el surgimiento de enclaves de producción minera (oro), el desplazamiento de la frontera agrícola (ganadería, aceite, arroz) y la expansión de las zonas afectadas por los cultivos ilícitos, entre otras causas, propician procesos de migración que están siendo estudiadas por diversos grupos y centros de investigación del país. Estos trabajos, sin duda, contribuirán no sólo a mejorar la comprensión de estos fenómenos, sino a diseñar políticas, esquemas institucionales y mecanismos de acción, que permitan responder frente a las complejas implicaciones que ellos tienen tanto sobre las poblaciones que migran, como sobre las poblaciones receptoras de las migraciones.

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y EDUCACIÓN POPULAR, CINEP

El CINEP es una entidad que combina de manera indisoluble la investigación académica con la llamada investigación acción-participativa y las labores de educación y organización de los sectores populares, en aras de la construcción de una sociedad más democrática en lo político, lo social, lo cultural y lo económico. A lo largo de sus 25 años, el CINEP se ha movido en una tensión entre estos dos polos: épocas en que la promoción de acciones de educación y de desarrollo de comunidad y sociedad civil han primado, sucedidas de períodos en los cuales la investigación académica ha tenido más protagonismo.

En la actualidad, las actividades del CINEP se agrupan en tres programas o áreas generales: el fortalecimiento de la Sociedad Civil, que se centra más en lo político y los derechos humanos; el desarrollo y bienestar, concentrado en las investigaciones económicas; y el de educación y cultura, que comprende las actividades educativas del centro. Estos tres programas reciben apoyo de un cuarto programa en medios audiovisuales masivos. En todos estos campos se desarrollan procesos de investigación económica, con el propósito de iluminar, desde la teoría, las acciones empíricas que desarrolla en Centro.

En el fortalecimiento de la sociedad civil, la investigación sobre las relaciones entre Estado, Sociedad Civil y Movimientos Sociales enmarca la acción orientada a construir espacios de paz y a la



resolución pacífica de conflictos, a mejorar el acceso de los sectores populares a la justicia, a solucionar los problemas del desplazamiento forzoso, y a impulsar la participación ciudadana en el desarrollo local. Estos trabajos soportan las acciones que desarrolla la Escuela para la Formación en Derechos Humanos, Paz y Convivencia Ciudadana.

En el programa de Bienestar se conjugan proyectos de investigación sobre políticas y alternativa de desarrollo, que incluyen trabajos sobre variables macroeconómicas y la discusión teórica sobre modelos de desarrollo, las cuales, a su vez, alimentan la búsqueda de salidas microeconómicas al problema de la pobreza. En la perspectiva de la acción-participación, este programa desarrolla un importante proyecto sobre Desarrollo y Paz en el Magdalena

Medio, que propende por generar, en la práctica, un nuevo modelo de desarrollo alternativo y sustentable.

Las actividades del Programa de Educación y Cultura se ven respaldadas por investigaciones sobre integración curricular, que se desarrollan en ámbitos concretos, como el Distrito Capital. En este campo igualmente se promueven trabajos sobre identidades culturales y mundo religioso, desde una perspectiva sociocultural. El programa de Medios Masivos de Comunicación, además de soportar los procesos de socialización de los resultados en los anteriores programas, desarrolla proyectos de investigación sobre los imaginarios culturales que subyacen al acercamiento de la opinión pública en materia de violencia, paz y desarrollo alternativo.

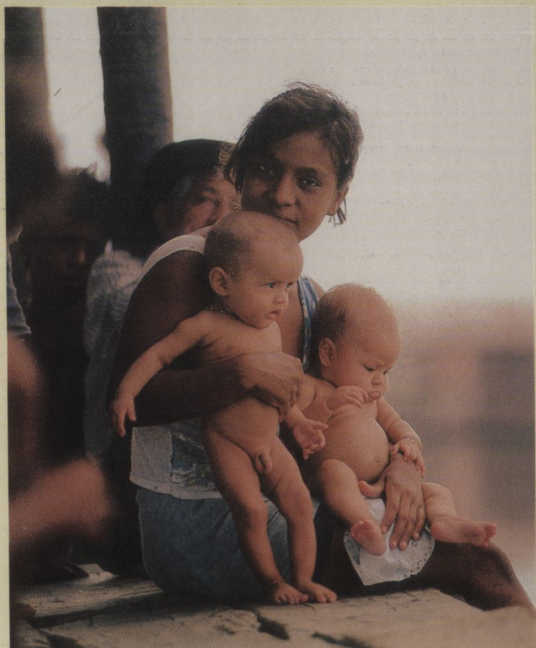
CENTRO DE ESTUDIOS SOCIALES, CES

El Centro de Estudios Sociales, CES, se creó en 1985 con la misión de impulsar la investigación en la facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de Colombia, fomentando el desarrollo de estudios interdisciplinarios y pluridisciplinarios con participación de las áreas que componen la facultad: antropología, filosofía, geografía, historia, lingüística y de otras disciplinas como la economía, la biología, la ingeniería y la medicina.

El centro actúa en un conjunto de líneas de investigación, en cada una de las cuales presenta importantes desarrollos y aportes al conocimiento de la realidad social del país. En el campo de los estudios regionales ha introducido aproximaciones interesantes para interpretar de manera integral a los procesos demográficos, conflictos sociales y políticos, desarrollo económico e impacto ambiental, que acompañan las dinámicas regionales, con énfasis en las zonas fronterizas y territorios de colonización. Otro de los campos en que el Centro ha trabajado de manera sistemática es el de la investigación sobre el trabajo y la industria; los aportes realizados han permitido soportar la implementación de políticas de empleo, desarrollo industrial y competitividad. El tema de la "violencia y a la paz" en Colombia ha sido uno de los principales temas de preocupación del Centro, sus trabajos han permitido ampliar la reflexión sobre la incidencia de factores regionales, étnicos, culturales, psicológicos en la manifestación de expresiones violen-

tas en la sociedad colombiana. En la agenda de trabajo del centro se le da especial importancia a las investigaciones sobre "Género, Mujer y Desarrollo" que incluyen estudios acerca de las transformaciones que se han dado en Colombia, en el papel que cumple la mujer en la sociedad y sobre la forma como se construyen las nuevas relaciones de género en el país. Finalmente, uno de los temas que ha congregado el interés de los investigadores del Centro ha sido el del

"análisis del discurso"; los trabajos realizados han permitido conocer mejor la realidad lingüística del país, como elemento esencial en el desarrollo de las diferentes culturas que conforman la Nación, a la par de permitir la recuperación de herencias culturales y la comprensión de los fenómenos de influencia de las transformaciones en los medios de comunicación y la educación sobre la identidad cultural, en diferentes comunidades del país.



ANEXO 1

CONVOCATORIA DE GRUPOS
Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN
AÑO 1996
GRUPOS Y CENTROS
SELECCIONADOS

NOMBRE	CIPAV - Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria
CIUDAD	Cali
ENTIDAD	CIPAV
DIRECTOR	Enrique Murgueitio Restrepo
ÁREA	Agropecuarias
TÉLEFONO	5542300
E-MAIL	cipav@calli.cetcol.net.co
NOMBRE	Grupo de Investigación en Ciencias Forestales
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad Nacional de Colombia
DIRECTOR	Flavio Humberto Moreno Hurtado
ÁREA	Agropecuarias
TÉLEFONO	2607333 Ext. 118
E-MAIL	fhmoreno@perseus.unalmed.edu.co
NOMBRE	Grupo de Investigación en Manejo Biológico de Cultivos
CIUDAD	Tunja
ENTIDAD	LUPTC
DIRECTOR	Clemencia Avila de Moreno
ÁREA	Agropecuarias
TÉLEFONO	425223
NOMBRE	Grupo de Investigaciones en Postcosecha
CIUDAD	Manizales
ENTIDAD	CENICAFE
DIRECTOR	Gonzalo Roa Mejía
ÁREA	Agropecuarias
TÉLEFONO	506550 Ext. 406
E-MAIL	ngroam@col2.telecom.com.co
NOMBRE	Centro de Investigaciones en Catalisis
CIUDAD	Bucaramanga
ENTIDAD	Universidad Industrial de Santander
DIRECTOR	Edgar Alberto Páez Mozo
ÁREA	Ciencias Básicas
TÉLEFONO	6551958
E-MAIL	sgiraldo@uis.edu.co
NOMBRE	CIB - Corporación para Investigaciones Biológicas
CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	CIB
DIRECTOR	William Rojas
ÁREA	Ciencias Básicas
TÉLEFONO	4410855
E-MAIL	cib@medellin.cetcol.net.co

NOMBRE	CIF - Centro Internacional de Física
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	CIF
DIRECTOR	Eduardo Posada
ÁREA	Ciencias Básicas
TÉLEFONO	3681517
E-MAIL	eposada@sie.innotech.net.co
NOMBRE	Grupo de Física Teórica de Altas Energías
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad Nacional de Colombia
DIRECTOR	Roberto Enrique Martínez Martínez
ÁREA	Ciencias Básicas
TÉLEFONO	3681496 Ext. 111
E-MAIL	carloqui@ciencias.ciencias.unal.edu.co
NOMBRE	Grupo de Física Teórica de la Materia Condensada
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad de los Andes
DIRECTOR	Luis Quiroga Puello
ÁREA	Ciencias Básicas
TÉLEFONO	2839514
E-MAIL	lquiroga@uniandes.edu.co
NOMBRE	Grupo de Geología Ambiental
CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Universidad EAFIT
DIRECTOR	Michel Hermelin Arbaux
ÁREA	Ciencias Básicas
TÉLEFONO	266050 Ext. 535
E-MAIL	hermelin@sigma.eafit.edu.co
NOMBRE	Grupo de Investigación Agronómica y Biotecnológica
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad Nacional de Colombia
DIRECTOR	Nelson Estrada Ramos
ÁREA	Ciencias Básicas
TÉLEFONO	2225401
E-MAIL	lbum@bacata.usc.unal.edu.co
NOMBRE	Grupo de Investigación en Carboquímica y Catalisis
CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Universidad de Antioquia
DIRECTOR	Fanor Mondragón Pérez
ÁREA	Ciencias Básicas
TÉLEFONO	2105659
E-MAIL	fmondra@catios.udea.edu.co
NOMBRE	Grupo de Investigación en Matemáticas
CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Universidad Nacional
DIRECTOR	Argemiro Echeverri Cano
ÁREA	Ciencias Básicas
TÉLEFONO	2607575 Ext. 322-320
E-MAIL	posmat@perseus.unalmed.edu.co
NOMBRE	Grupo de Investigación en Meteorología
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad Nacional de Colombia
DIRECTOR	Jesús Antonio Eslava Ramirez
ÁREA	Ciencias Básicas
TÉLEFONO	3681227
E-MAIL	jeslava@ciencias.ciencias.unal.edu.co

NOMBRE Grupo de Investigación sobre Biorreguladores de Bajo Peso Molecular

CIUDAD Bucaramanga
ENTIDAD Universidad Industrial de Santander
DIRECTOR Elena Stashenko
ÁREA Ciencias Básicas
TELÉFONO 6346141 Ext. 2471
E-MAIL elena@tucan.uis.edu.co

NOMBRE Grupo de Metalurgia, Física y Teoría de Transiciones de Fase

CIUDAD Cali
ENTIDAD Universidad del Valle
DIRECTOR Germán Pérez Alcázar
ÁREA Ciencias Básicas
TELÉFONO 3396410
E-MAIL gmrf@callima.univalle.edu.co

NOMBRE Grupo de Películas Delgadas

CIUDAD Cali
ENTIDAD Universidad del Valle
DIRECTOR Pedro Prieto
ÁREA Ciencias Básicas
TELÉFONO 3334917
E-MAIL peprieto@callima.univalle.edu.co

NOMBRE Grupo de Química Orgánica de Productos Naturales

CIUDAD Medellín
ENTIDAD Universidad de Antioquia
DIRECTOR Luis Fernando Echeverri López
ÁREA Ciencias Básicas
TELÉFONO 2105658 Ext. 5658
E-MAIL echeverri@catios.udea.edu.co

NOMBRE Grupo de Transiciones de Fase en Sistemas no Metálicos

CIUDAD Cali
ENTIDAD Universidad del Valle
DIRECTOR Rubén Antonio Vargas Zapata
ÁREA Ciencias Básicas
TELÉFONO 3394610
E-MAIL vargas@callima.univalle.edu.co

NOMBRE OSSO Observatorio Sismológico del Sur Occidente

CIUDAD Cali
ENTIDAD Universidad del Valle
DIRECTOR Hans Jürgen Meyer
ÁREA Ciencias Básicas
TELÉFONO 3339722
E-MAIL osso@osso.univalle.edu.co

NOMBRE Grupo de Investigación sobre Aprovechamiento de Productos Naturales Marinos y Frutas de Colombia

CIUDAD Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD Universidad Nacional de Colombia
DIRECTOR Carmenza Duque Beltrán
ÁREA Ciencias del Mar
TELÉFONO 3681358 - 4220022
E-MAIL cdqueeb@ciencias.unal.edu.co

NOMBRE CCELA - Centro Colombiano de Estudios de Lenguas Aborígenes

CIUDAD Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD Universidad de los Andes
DIRECTOR Jon Landaduru
ÁREA Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO 2824066 Ext. 2570
E-MAIL ccela@uniandes.edu.co

NOMBRE CEDE - Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico

CIUDAD Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD Universidad de los Andes
DIRECTOR Alvaro Montenegro
ÁREA Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO 3412240 Ext. 2400
E-MAIL jleibovi@uniandes.edu.co

NOMBRE Centro de Investigaciones en Desarrollo Humano

CIUDAD Barranquilla
ENTIDAD Fundación Universidad del Norte
DIRECTOR José Juan Amar Amar
ÁREA Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO 3598830 Ext. 292

NOMBRE Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados en Sociología, Cognición y Cultura

CIUDAD Cali
ENTIDAD Universidad del Valle
DIRECTOR Rebeca Puche Navarro
ÁREA Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO 3391185
E-MAIL cognitiv@mafalda.univalle.edu.co

NOMBRE CES - Centro de Estudios Sociales

CIUDAD Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD Universidad Nacional de Colombia
DIRECTOR Luz Gabriela Arango Gaviria
ÁREA Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO 3681321
E-MAIL ces@bacata.usc.unal.edu.co

NOMBRE CIDE

CIUDAD Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD Universidad Nacional de Colombia
DIRECTOR Consuelo Corredor Martínez
ÁREA Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO 3681543-3681357
E-MAIL cid@bacata.usc.unal.edu.co

NOMBRE CIDS

CIUDAD Santafé de Bogotá D.C.
ENTIDAD Universidad Externado de Colombia
DIRECTOR Lucero Samudio
ÁREA Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO 3418158
E-MAIL uextern2@colomsat.net.co

NOMBRE CIE - Centro de Investigaciones Económicas

CIUDAD Medellín
ENTIDAD Universidad de Antioquia
DIRECTOR Juan Enrique Hernández A.
ÁREA Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO 2335012
E-MAIL alviar@quimbaya.udea.edu.co

NOMBRE CIJUS - Centro de Investigaciones Socio-Jurídicas

CIUDAD Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD Universidad de los Andes
DIRECTOR Cristina Motta Torres
ÁREA Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO 3420712
E-MAIL cijus.uniandes.edu.co

NOMBRE CINEP - Centro de Investigación y Educación Popular

CIUDAD Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD CINEP
DIRECTOR Carlos Eduardo Vasco
ÁREA Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO 2858977
E-MAIL cinep@colnodo.apc.org

NOMBRE FEDESARROLLO - Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo

CIUDAD Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD Fedesarrollo
DIRECTOR Maurício Cárdenas
ÁREA Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO 3125300

NOMBRE	IEPRI - Instituto de Estudios Políticos y Relaciones Internacionales
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad Nacional de Colombia
DIRECTOR	Ávaro Camacho
ÁREA	Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO	3681579
E-MAIL	iepri@bacata.usc.unal.edu.co
NOMBRE	Grupo de Energía y Termodinámica
CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Universidad Pontificia Bolivariana
DIRECTOR	Farid Chejne Janna
ÁREA	Energía y Minería
TELÉFONO	94-4159191 Ext. 6240
E-MAIL	cidli@janua.upb.edu.co
NOMBRE	Grupo de Investigación en Alta Tensión
CIUDAD	Calli
ENTIDAD	Universidad del Valle
DIRECTOR	Héctor Cadavid Ramírez
ÁREA	Energía y Minería
TELÉFONO	92-3321948-3334252
E-MAIL	alta@maxwell.univalle.edu.co lpee@mafalida.univalle.edu.co
NOMBRE	Grupo de Investigación en Asfaltos
CIUDAD	Bucaramanga
ENTIDAD	Universidad Industrial de Santander
DIRECTOR	Mario Álvarez
ÁREA	Energía y Minería
TELÉFONO	976-550800
E-MAIL	malvarez@uis.edu.co
NOMBRE	Grupo de Investigaciones en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos
CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Universidad Nacional
DIRECTOR	Francisco Mauricio Toro Botero
ÁREA	Energía y Minería
TELÉFONO	94-2343317
E-MAIL	fmotor@perseus.unalmed.edu.co
NOMBRE	Grupo de Investigaciones en Materias Primas Minerales, Biometalurgia y Medio Ambiente
CIUDAD	Bucaramanga
ENTIDAD	Universidad Industrial de Santander
DIRECTOR	Julio Elias Pedraza Rosas
ÁREA	Energía y Minería
TELÉFONO	976-550802
E-MAIL	jpedraza@uis.edu.co
NOMBRE	Centro de Microelectrónica
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad de los Andes
DIRECTOR	Antonio García Rozo
ÁREA	ETI
TELÉFONO	2849911 Ext. 2835
E-MAIL	cmua@uniandes.edu.co
NOMBRE	MOX - Centro de Computación Avanzada en Ingeniería
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad de los Andes
DIRECTOR	José Tiberio Hernández Peñalosa
ÁREA	ETI
TELÉFONO	2866164
E-MAIL	mox@uniandes.edu.co
NOMBRE	Grupo de Investigación en Arrecifes Coralinos y Ecosistemas Asociados
CIUDAD	Santa Marta
ENTIDAD	INVEMAR
DIRECTOR	Juan Manuel Díaz Merlano
ÁREA	Mar
TELÉFONO	211380 Ext. 711
E-MAIL	jm Diaz@santamarta.cetcol.net.co

NOMBRE	IDEADE
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Pontificia Universidad Javeriana
DIRECTOR	Francisco González Ladrón de Guevara
ÁREA	Medio Ambiente y Hábitat
TELÉFONO	2870388 Ext. 245
E-MAIL	fgonzale@javercol.javeriana.edu.co
NOMBRE	Centro de Investigación de la Fundación Cardiovascular
CIUDAD	Bucaramanga
ENTIDAD	Fundación Cardiovascular del Oriente Colombiano
DIRECTOR	Carlos Morillo
ÁREA	Salud
TELÉFONO	6392801
E-MAIL	fucarori@col1.tecom.com.co
NOMBRE	Centro de Investigaciones Biomédicas
CIUDAD	Armenia
ENTIDAD	Universidad del Quindío
DIRECTOR	Jhon Carlos Castaño Osorio
ÁREA	Salud
TELÉFONO	464781
NOMBRE	Centro de Investigaciones en Microbiología y Parasitología Tropical
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad de los Andes
DIRECTOR	Felipe Guhl
ÁREA	Salud
TELÉFONO	2867593
E-MAIL	fguhl@uniandes.edu.co
NOMBRE	CIDEIM - Centro Internacional de Entrenamiento e Investigaciones Médicas
CIUDAD	Calli
ENTIDAD	CIDEIM
DIRECTOR	Nancy Gore Saravia
ÁREA	Salud
TELÉFONO	6682160-64
E-MAIL	cideim@calli.cetcol.net
NOMBRE	CORPOGEN
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Corporación CORPOGEN
DIRECTOR	Mario Alberto Posada
ÁREA	Salud
TELÉFONO	3685411
E-MAIL	corpogen@colomsat.net.co
NOMBRE	Grupo de Bioquímica
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Instituto Nacional de Salud - INS
DIRECTOR	Moisés Wasserman
ÁREA	Salud
TELÉFONO	2220975
NOMBRE	Grupo de Inmunología Molecular e Inmunogenética (Laboratorio Central de Investigaciones)
CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Universidad de Antioquia
DIRECTOR	Luis Fernando García Moreno
ÁREA	Salud
TELÉFONO	5106067
E-MAIL	lfgarcia@quimbaya.udea.edu.co
NOMBRE	Grupo de Investigación en Alergología Experimental e Inmunogenética
CIUDAD	Cartagena
ENTIDAD	Universidad de Cartagena
DIRECTOR	Luis Caraballo
ÁREA	Salud
TELÉFONO	6698491
E-MAIL	lcarabal@cartagena.cetcol.net.co

NOMBRE	Grupo de Investigaciones en Reproducción
CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Universidad de Antioquia
DIRECTOR	Jorge Eliécer Ossa Londoño
ÁREA	Salud
TÉLEFONO	5106062
E-MAIL	jeossa@catios.udea.edu.co
NOMBRE	Grupo de Microbiología
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Instituto Nacional de Salud - INS
DIRECTOR	Elizabeth Castellanos
ÁREA	Salud
TÉLEFONO	2220577 Ext. 445
E-MAIL	ins1@coll.telecom.com.co
NOMBRE	Instituto de Inmunología del Valle
CIUDAD	Calli
ENTIDAD	Universidad del Valle
DIRECTOR	Sócrates Herrera Valencia
ÁREA	Salud
TÉLEFONO	5581931
E-MAIL	soheva@mafalda.univalle.edu.co
NOMBRE	Instituto de Virología
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad del Bosque
DIRECTOR	Antonio Carlos Jaramillo Tobón
ÁREA	Salud
TÉLEFONO	2740577 Ext. 268
NOMBRE	Instituto Nacional de Salud
CIUDAD	INSALPA - Instituto de Salud del Pacífico
ENTIDAD	Buenaventura
DIRECTOR	Instituto Nacional de Salud - INSALPA
ÁREA	Gabriel Carrasquilla
TÉLEFONO	Salud
E-MAIL	2418101
	fesalud@call.cetcol.net.co

AÑO 1997

GRUPOS Y CENTROS SELECCIONADOS

NOMBRE	PECET - Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales
CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Universidad de Antioquia
DIRECTOR	Iván Dario Vélez Bernal
ÁREA	Salud
TÉLEFONO	5106390
E-MAIL	idvelez@catios.udea.edu.co
NOMBRE	Unidad de Epidemiología Clínica de la Facultad de Medicina
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Pontificia Universidad Javeriana
DIRECTOR	Rodolfo José Dennis Verano
ÁREA	Salud
TÉLEFONO	2450469
E-MAIL	rdennis@javercol.javeriana.edu.co
NOMBRE	Centro del Programa de Análisis Económico y Estadístico
CIUDAD	Calli
ENTIDAD	CENICAÑA
DIRECTOR	Carlos Adolfo Luna González
ÁREA	Agropecuarias
TÉLEFONO	6648025
E-MAIL	caluna@cenicana.org
NOMBRE	Grupo de Investigación del Programa de Variedades
CIUDAD	Calli
ENTIDAD	CENICAÑA
DIRECTOR	Alvaro Amaya Estévez
ÁREA	Agropecuarias
TÉLEFONO	6648025
E-MAIL	amaya@cenicana.org
NOMBRE	Grupo del Programa Estratégico Nacional en Manejo Integrado de Plagas MIP
CIUDAD	Mosquera
ENTIDAD	CORPOICA
DIRECTOR	Aristóbulo López Avila
ÁREA	Agropecuarias
TÉLEFONO	2861619 - 2813399
E-MAIL	corpolic2@caldas.colciencias.gov.co
NOMBRE	Unidad de Biotecnología Vegetal
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Pontificia Universidad Javeriana
DIRECTOR	María Susana Carrizosa Pardo
ÁREA	Agropecuarias
TÉLEFONO	2883788
E-MAIL	scarriz@javercol.javeriana.edu.co
NOMBRE	Centro de Investigación del Observatorio Astronómico Nacional
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad Nacional de Colombia
DIRECTOR	Jorge Arias de Greiff
ÁREA	Ciencias Básicas
TÉLEFONO	3165222
E-MAIL	observat@ciencias.unal.edu.co
NOMBRE	Centro de Investigaciones Ambientales - CIA
CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Universidad de Antioquia
DIRECTOR	Juan Delgado Lastra
ÁREA	Ciencias Básicas
TÉLEFONO	2105510-2105509
E-MAIL	cia@nutibara.udea.edu.co

NOMBRE	Grupo de Fenomenología de Partículas Elementales
CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Universidad de Antioquia
DIRECTOR	William Antonio Ponce Gutiérrez
ÁREA	Ciencias Básicas
TELÉFONO	2105630-2105632
E-MAIL	wponce@pegasus.udea.edu.co
NOMBRE	Grupo de Física Teórica del Estado Sólido
CIUDAD	Calli
ENTIDAD	Universidad del Valle
DIRECTOR	Nelson Porras Montenegro
ÁREA	Ciencias Básicas
TELÉFONO	3394461
E-MAIL	nelmonte@galois.univalle.edu.co
NOMBRE	Grupo de Investigación de Compuestos Heterocíclicos
CIUDAD	Calli
ENTIDAD	Universidad del Valle
DIRECTOR	Braulio Argiro Insuasty Obando
ÁREA	Ciencias Básicas
TELÉFONO	3393248
E-MAIL	braulio@quimica.univalle.edu.co
NOMBRE	Grupo de Optoelectrónica
CIUDAD	Armenia
ENTIDAD	Universidad del Quindío
DIRECTOR	Hernando Ariza Calderón
ÁREA	Ciencias Básicas
TELÉFONO	461333
E-MAIL	labopt@cocora.uniquindio.edu.co
NOMBRE	Grupo de Química Teórica y Termodinámica Clásica
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad Nacional de Colombia
DIRECTOR	Luz Hernando Blanco Castañeda
ÁREA	Ciencias Básicas
TELÉFONO	3681218
E-MAIL	cmromero@ciencias.ciencias.unal.edu.co
NOMBRE	Grupo del Laboratorio de Genética Molecular
CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Universidad de Antioquia
DIRECTOR	Andrés Ruiz Linares
ÁREA	Ciencias Básicas
TELÉFONO	5106095
E-MAIL	aruiz@catlos.udea.edu.co
NOMBRE	Centro de Estudios Ganaderos y Agrícolas - CEGA
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	CEGA
DIRECTOR	Camilo Aldana Vargas
ÁREA	Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO	6370453
E-MAIL	cega@colomsat.net.co
NOMBRE	Centro de Investigación y Documentación Socioeconómica - CIDSE
CIUDAD	Calli
ENTIDAD	Universidad del Valle
DIRECTOR	Carlos Humberto Ortiz Quevedo
ÁREA	Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO	3308960 - 3392399
E-MAIL	cidse@chasqui.univalle.edu.co
NOMBRE	Centro Regional de Estudios Cafeteros y Empresariales - CRECE
CIUDAD	Manizales
ENTIDAD	CRECE
DIRECTOR	Francisco César Vallejo Mejía
ÁREA	Ciencias Sociales y Humanas
TELÉFONO	841023
E-MAIL	crece@andl.org.co

NOMBRE	Corporación para el Desarrollo de la Investigación y la Docencia Económica
CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Corporación para el Desarrollo de la Investigación y la Docencia Económica
DIRECTOR	Hugo Alberto López Castaño
ÁREA	Ciencias Sociales y Humanas
E-MAIL	4119390 cide@epm.net.co
NOMBRE	Centro de Simulación y Control de Procesos Químicos
CIUDAD	Bucaramanga
ENTIDAD	Universidad Industrial de Santander
DIRECTOR	Carmelo Fuentes Lozano
ÁREA	DTIC
TELÉFONO	6346141
E-MAIL	dirimv@uis.edu.co
NOMBRE	Grupo de Investigación Una Empresa Docente
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad de los Andes
DIRECTOR	Margarita Botero de Meza
ÁREA	Educación
TELÉFONO	2849911
E-MAIL	mbotero@zeus.unianDES.edu.co
NOMBRE	Grupo de Adquisición y Análisis de Señales - PAAS
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad Nacional de Colombia
DIRECTOR	Horacio Torres Sánchez
ÁREA	Energía y Minería
TELÉFONO	3681450 - 3681375
E-MAIL	htorres@bacata.usc.unal.edu.co
NOMBRE	Grupo de Investigación en Corrosión
CIUDAD	Bucaramanga
ENTIDAD	Universidad Industrial de Santander
DIRECTOR	Custodio Vásquez Quintero
ÁREA	Energía y Minería
TELÉFONO	6352554-632047
E-MAIL	icorros@uis.edu.co
NOMBRE	Centro de Innovación y Desarrollo Línea de Investigación en Ingeniería del Software-CIDLIS
CIUDAD	Bucaramanga
ENTIDAD	Universidad Industrial de Santander
DIRECTOR	Ricardo Llamosa Villalba
ÁREA	ETI
TELÉFONO	6349088-6349042
E-MAIL	rilamosa@uis.edu.co
NOMBRE	Grupo de I+D en Ingeniería de Sistemas Telemáticos
CIUDAD	Popayán
ENTIDAD	Universidad del Cauca
DIRECTOR	Alvaro Rendón Gallón
ÁREA	ETI
TELÉFONO	233031
E-MAIL	arendon@ucauca.edu.co
NOMBRE	Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales
CIUDAD	Bucaramanga
ENTIDAD	Universidad Industrial de Santander
DIRECTOR	Luis René Salazar Santos
ÁREA	ETI
TELÉFONO	6346141
E-MAIL	yrtorres@uis.edu.co
NOMBRE	Grupo del Laboratorio de Investigaciones y Desarrollo Sobre Informática en Educación
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
ENTIDAD	Universidad de los Andes
DIRECTOR	Alvaro Hernán Galvis Panqueva
ÁREA	ETI
TELÉFONO	2866185
E-MAIL	agalvis@unandes.edu.co

NOMBRE	Control de Contaminación del Pacífico	NOMBRE	Grupo de Manejo Integrado de Plagas
CIUDAD	Tumaco	Disciplina Entomología	
ENTIDAD	Armada Nacional de Colombia	CIUDAD	Manizales
DIRECTOR	Edgar Enrico Cabrera Luna	ENTIDAD	CENICAFE
ÁREA	Maf	DIRECTOR	Alex Enrique Bustillo Pardey
TÉLEFONO	2714118-272637	ÁREA	Medio Ambiente y Hábitat
E-MAIL	10551.2145@compuserve.com	TÉLEFONO	506550
NOMBRE	Grupo en Ecología de Estuarios y Arrecifes Coralinos del Pacífico Colombiano	E-MAIL	cenicafe@cafedecolombia.com
CIUDAD	Cali	NOMBRE	Grupo del Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental
ENTIDAD	Universidad del Valle	CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
DIRECTOR	Jaime Cantera	ENTIDAD	Universidad de los Andes
ÁREA	Maf	DIRECTOR	Eugenio Giraldo Gómez
TÉLEFONO	3212171	ÁREA	Medio Ambiente y Hábitat
E-MAIL	jcantera@biologia.univalle.edu.co	TÉLEFONO	2603122
NOMBRE	Centro Autónomo Fundación Natura	E-MAIL	egjraldo@uniandes.edu.co
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.	NOMBRE	Instituto de Estudios Rurales
ENTIDAD	Fundación Natura	CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
DIRECTOR	Elsa Matilde Escobar Angel	ENTIDAD	Pontificia Universidad Javeriana
ÁREA	Medio Ambiente y Hábitat	DIRECTOR	Miguel Ricardo Dávila Ladrón de Guevara
TÉLEFONO	3400129	ÁREA	Medio Ambiente y Hábitat
E-MAIL	snatura@colnodo.apc.org	TÉLEFONO	2883619
NOMBRE	Centro de Catálisis Heterogénea	E-MAIL	rdavila@javercol.javeriana.edu.co
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.	NOMBRE	Grupo de Entomología
ENTIDAD	Universidad Nacional de Colombia	CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
DIRECTOR	Luis Alfredo Oviedo Aguiar	ENTIDAD	INS - Instituto Nacional de Salud
ÁREA	Medio Ambiente y Hábitat	DIRECTOR	María Cristina Ferro de Carrasquilla
TÉLEFONO	3165000 Ext. 14473	ÁREA	Salud
E-MAIL	ctrull@ciencias.ciencias.unal.edu.co	TÉLEFONO	2220577
NOMBRE	Centro de Estudios en Investigaciones Ambientales	NOMBRE	Grupo de Patogénesis de las Inmunodeficiencias Primarias
CIUDAD	Bucaramanga	CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Industria Industrial de Santander	ENTIDAD	Universidad de Antioquia
DIRECTOR	Leonardo Acevedo Duarte	DIRECTOR	Diana María García de Olarte
ÁREA	Medio Ambiente y Hábitat	ÁREA	Salud
TÉLEFONO	6346141-6344766	TÉLEFONO	-5106057
E-MAIL	dirimv@uis.edu.co	E-MAIL	dgarcia@catios.udea.edu.co
NOMBRE	Centro de Investigación y Desarrollo en Agua Potable y Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico CINARA	NOMBRE	Grupo del Programa de Ofidismo en Antioquia y Chocó
CIUDAD	Cali	CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Universidad del Valle	ENTIDAD	Universidad de Antioquia
DIRECTOR	Gerardo Galvis Castaño	DIRECTOR	Rafael Otero Patiño
ÁREA	Medio Ambiente y Hábitat	ÁREA	Salud
TÉLEFONO	3212290-3392345	TÉLEFONO	5106380
E-MAIL	cinara@einara.univalle.edu.co	E-MAIL	serpent@catios.udea.edu.co
NOMBRE	Centro de Investigaciones en Tecnología de la Construcción - CITCE	NOMBRE	Instituto Colombiano de Medicina Tropical
CIUDAD	Cali	CIUDAD	Medellín
ENTIDAD	Universidad del Valle	ENTIDAD	Instituto Colombiano de Medicina Tropical
DIRECTOR	Gilma Mosquera Torres	DIRECTOR	Antonio Roldán Betancur
ÁREA	Medio Ambiente y Hábitat	ÁREA	Marcos Restrepo Isaza
TÉLEFONO	3212383	ÁREA	Salud
E-MAIL	faicitce@fai.univalle.edu.co	TÉLEFONO	2625456-262549
NOMBRE	Centro Instituto de Ciencias Naturales	E-MAIL	icmt@janua.upb.edu.co
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.	NOMBRE	Instituto de Genética Humana
ENTIDAD	Universidad Nacional	CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.
DIRECTOR	Miguel Gonzalo Andrade Correa	ENTIDAD	Pontificia Universidad Javeriana
ÁREA	Medio Ambiente y Hábitat	DIRECTOR	Jaime Eduardo Bernal Villegas
TÉLEFONO	3165305 Ext. 11503	ÁREA	Salud
E-MAIL	dicn@ciencias.ciencias.unal.edu.co	TÉLEFONO	2879416 Ext. 18-19
NOMBRE	Grupo de Ecología Vegetal	E-MAIL	humana@javercol.javeriana.edu.co
CIUDAD	Santafé de Bogotá, D.C.	NOMBRE	Grupo Línea I+D en Informática Educativa
ENTIDAD	Universidad de los Andes	CIUDAD	Medellín
DIRECTOR	Jaime Caveller Castro	ENTIDAD	Universidad EAFIT
ÁREA	Medio Ambiente y Hábitat	DIRECTOR	Claudia María Zea Restrepo
TÉLEFONO	2824066	ÁREA	Sistemas de Información
E-MAIL	ecolvege@uniandes.edu.co	TÉLEFONO	2660500
		E-MAIL	eafit@edu.co

ANEXO 2

PUBLICACIONES
COLCIENCIAS
(1995-1998)

- Uribe T, Carlos. *Continuidad y cambio entre los Kággaba de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia*. Universidad de los Andes y COLCIENCIAS. (En edición)
- Gutiérrez, Virginia y Pineda, Roberto. *Miscegenación y cultura en la Colombia Colonial (1700-1810)*. Universidad de los Andes y COLCIENCIAS. (En edición)
- Bernal V. Jaime y Tamayo, Martha Lucia. *Alteraciones visuales y auditivas de origen genético*. Pontificia Universidad Javeriana y COLCIENCIAS. (En edición)
- Pérez, Jorge y Benavidez, Ana Cristina. *Manual de Estilo*. Universidad de Antioquia y COLCIENCIAS (En edición)
- Rosas, P., Fernando y Federici, C., Carlo. *Neuromentalización*. COLCIENCIAS. (En edición)
- Romero, Flor Alba. *Ciudadanía política en el Siglo XIX*. Iepri, COLCIENCIAS. (En edición)
- Chaparro Osorio, Fernando. *Conocimiento, innovación y construcción de sociedad: una agenda para la Colombia del Siglo XXI*. Tercer Mundo Editores y COLCIENCIAS. 1998
- Sistema Nacional de Innovación: Nuevo Escenario de la Competitividad*. COLCIENCIAS. 1998
- Tokatlian, Juan Gabriel (Comp.) *Colombia y Estados Unidos. Problemas y perspectivas*. Tercer Mundo Editores, Iepri y COLCIENCIAS. 1998
- Vallejo, Claudia (Comp.) *Colombia y la economía mundial. Instituciones y desempeño fiscal corrupción, crimen y justicia. Una perspectiva económica, pobreza y desigualdad en América Latina*. Fedesarrollo y COLCIENCIAS. 1998
- Garay, Luis Jorge. (Ed.) *La industria de América Latina ante la globalización económica*. Departamento de Planeación Nacional y COLCIENCIAS. 1998
- Poveda, R. Gabriel. *Historia de los vapores fluviales en Colombia*. COLCIENCIAS. 1998.
- Hodson de Jaramillo, Elizabeth y Aramendis, Rafael H. *Biotecnología en Colombia. Grupos de Investigación*. Programa Nacional de Biotecnología. COLCIENCIAS. 1998
- Charum, Jorge y Meyer, Jean Baptiste. *Hacer ciencia en un mundo globalizado. La diáspora científica colombiana en perspectiva*. Tercer Mundo Editores, Universidad Nacional y COLCIENCIAS. 1998
- Fals, B., Orlando. *People's participation. Challenges ahead*. Tercer Mundo Editores, Iepri y COLCIENCIAS. 1998

- Bonilla, C., Elssy. *Formación de investigadores. Estudios y propuestas de futuro*. Tercer Mundo Editores y COLCIENCIAS. 1998
- Zambrano, P., Fabio. (Ed.) *Colombia, país de regiones* Vol. 1, 2, 3 y 4. Cinep y COLCIENCIAS. 1998
- Ocampo, José Antonio. *Colombia y economía mundial* (reimp.) Fedesarrollo y COLCIENCIAS. 1998
- Zaninovic, Vladimir. *HTLV y Neurología*. Fundación Mar-Cali. 1998.
- Lozano, Pilar. *Manuel Uribe Angel, amó la medicina y a su patria*. COLCIENCIAS. 1998
- Díaz Piedrahita, Santiago. *José Jerónimo Triana, el caballero de las flores*. COLCIENCIAS. 1998
- Espinosa, Germán. *Federico Lleras Acosta, la guerra contra lo invisible*. COLCIENCIAS. 1998
- España, Gonzalo. *Pierre Bouguer, el maestro del sabio*. COLCIENCIAS. 1998
- Rodríguez, Antonio O. *Paul Rivet, estudioso del hombre americano*. COLCIENCIAS. 1998
- Romero, Sandro. *Julio Garavito, de Colombia a la luna*. COLCIENCIAS. 1998
- Román, Celso. *Ezequiel Uricoechea, el niño que quería saberlo todo*. COLCIENCIAS. 1998
- España, Gonzalo. *Boussingault, el padre de la agricultura moderna*. COLCIENCIAS. 1998
- Vasco, Irene. *Alejandro López, a la medida de lo imposible*. COLCIENCIAS. 1998
- Reyes, Yolanda. *Manuel Ancizar, una peregrinación por los caminos de la memoria*. COLCIENCIAS. 1998
- Espinosa, Germán. *Lino de Pombo, el sabio de las siete esferas*. COLCIENCIAS. 1998
- España, Gonzalo. *José Celestino Mutis, el sabio de la vacuna*. COLCIENCIAS. 1998
- Lozano, Pilar. *Francisco Javier Cisneros, el que comunicó con rieles las comarcas*. COLCIENCIAS. 1997
- Caballero, Beatriz. *Codazzi, el siete leguas*. COLCIENCIAS. 1997
- Román, Celso. *Claude Véricel, el amigo de los animales*. COLCIENCIAS. 1997
- Lozano, Pilar. *José María Villa, el violinista de los puentes colgantes*. COLCIENCIAS. 1997
- Colmenares, Germán. *Obra completa de Germán Colmenares*. Vol. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 Tercer Mundo Editores, Universidad del Valle, Banco de la República y COLCIENCIAS. 1997, 1998 y Vol 10 y 11
- Chaparro, B., Fabio et al. *Manual sobre propiedad intelectual de productos derivados de la actividad académica en universidades y centros de investigación*. Universidad Nacional de Colombia y COLCIENCIAS. 1997
- Parra Sandoval, Rodrigo et al. *Innovación escolar y cambio social. Proyecto Génesis*. Tono I y Tomo II. Fundación Fes y COLCIENCIAS. 1997

- Mora, Santiago y Flórez, Franz. *Nuevas Memorias sobre la antigüedades neogranadinas*. Editora Guadalupe Ltda. 1997
- Sáenz O, Javier, Saldarriaga, Oscar y Ospina, Armando. *Mirar la infancia: pedagogía, moral y modernidad en Colombia, 1903-1946* Vol. 1 y Vol. 2. Editorial Universidad de Antioquia/Clío, Ediciones Uniandes, Ediciones Foro Nacional por Colombia y COLCIENCIAS. 1997
- Jaramillo S., Hernán y Albornoz, Mario. (Comp.) *El universo de la Medición. La perspectiva de la ciencia y la tecnología*. Cytel - Ricyt, Tercer Mundo Editores y COLCIENCIAS. 1997
- Cárdenas S., Mauricio. *Empleo y distribución del ingreso en América Latina ¿Hemos avanzado?* Tercer Mundo Editores, Fedesarrollo y COLCIENCIAS. 1997
- Gómez B., Hernando y Jaramillo S., Hernán (Comp.) *37 modos de hacer ciencia en América Latina*. Tercer Mundo Editores y COLCIENCIAS. 1997
- Landaburu, Jon. (Comp.) *Documentos sobre lenguas aborígenes de Colombia del archivo de Paul Rivet*. Universidad de los Andes y COLCIENCIAS. Vol. I. 1997; Vol II. 1998 y Vol III (En edición)
- Velásquez, Fabio. *Ciudad y participación*. Universidad del Valle y COLCIENCIAS. 1997
- Gómez, Augusto., Barona, Guido y Dominguez, Carlos A. *Viaje Comisión Corográfica por el territorio del Casanare* (Proyecto) 1997
- España, Gonzalo. *Humboldt, el muchacho de la cruz del sur*. COLCIENCIAS. 1996
- Dávila L. de Guevara, Carlos. *Empresa e historia en América Latina. Un balance historiográfico*. Tercer Mundo Editores y COLCIENCIAS. 1996
- Sánchez, Gonzalo. *Guerra y política en la sociedad colombiana*. Universidad de los Andes y COLCIENCIAS. 1996
- Polanco, Xavier., Vinck Dominique et al. *Hacia la construcción de un observatorio ciencia y tecnología*. COLCIENCIAS. 1996
- Lértora, Celina A. *Fuentes para el estudio de las ciencias en Colombia*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 1996
- Puyana, Alicia y Dargay Joyce. *La competitividad del petróleo colombiano*. Creset S.A. 1996
- Iregui, Castro, Carlos. *Fisiopatología celular y molecular respiratoria*. Universidad Nacional de Colombia -COLCIENCIAS. 1996
- Correa R., François. *Por el camino de la anaconda remedio*. Tercer Mundo Editores, 1996
- Ayala D., César A. *Resistencia y oposición al establecimiento del frente nacional*. Universidad Nacional de Colombia. 1996
- Parra S., Rodrigo. *Escuela y modernidad en Colombia*. Tomo 1, 2, 3 y 4. Tercer Mundo Editores. Fundación Fes, Fundación Restrepo Barco, Idep y COLCIENCIAS. 1996
- Giirón V., Mercedes. *Melitopolinología*. Universidad del Quindío-COLCIENCIAS. 1996

- Parada R, Carmen. *Caracterización bioestratigráfica del Caribe Colombiano*. Universidad Nacional de Colombia. 1996
- _____, R., Carmen. *Distribución batimétrica y sistemática de foraminíferos y sedimentos*. Universidad Nacional de Colombia. 1996
- _____, R., Carmen. *Lagunas Costeras de Barrú, foraminíferos y sedimentos*. Universidad Nacional de Colombia. 1996
- Instituto Geográfico "Agustín Codazzi"-IGAC-. (Ed.) *Aspectos ambientales para el orden territorial del municipio de Mitú, dpto del Vaupés*. Tomo I, II y III. Editorial Linotipia Bolívar y Cía. S. en C. 1996
- Aldana V., Eduardo, Chaparro O., Luis Fernando et al., *Colombia: al filo de la oportunidad*. Presidencia de la República, Tercer Mundo Editores, COLCIENCIAS. 1996
- Cortés R., Francisco y Monsalve S., Alfonso (Ed) *Liberalismo y Comunitarismo. Derechos humanos y democracia*. Ediciones Alfons el Magnánim, España y COLCIENCIAS. 1996
- Zaninovic, Vladimir. (Comp.) *HTLV Truths and Questions* Fundación Mar y COLCIENCIAS. 1996
- Müller de Ceballos, Ingrid. *Los orígenes de la universidad investigativa*. Universidad Pedagógica -Centro de Investigaciones-, Ciuip y COLCIENCIAS. 1996
- Romero, Arturo. *Historia de la medicina colombiana siglo XIX*. COLCIENCIAS. 1996
- Niño, Jairo Aníbal. *El inventor de lunas*. COLCIENCIAS. 1995
- Soto, A., Diana., Puig-Samper, Ángel Miguel y Arboleda, Luis Carlos (Ed.) *La Ilustración en América Colonial* Doce Calle, Csic y COLCIENCIAS. 1995
- Fog C, Lisbeth. *25 años creando futuro*. A.C.A.C. y COLCIENCIAS. 1995
- Gómez B., Hernando. *Economía y opinión. 25 años Fedesarrollo*. Tercer Mundo Editores - COLCIENCIAS. 1995
- Gutiérrez S., Francisco. *Curso y discurso del movimiento plebeyo 1849/1854*. El Áncora Editores - Instituto de Estudios Políticos y Relaciones Instituto de Estudios Políticos y Relaciones -Iepri- Universidad Nacional de Colombia. COLCIENCIAS. 1995

L

a investigación científica y tecnológica nacional ha generado resultados perceptibles y de trascendencia, incluso más allá de nuestras fronteras.

El conocimiento que ella ha generado unido a los programas para fortalecer la comunidad científica implementados por COLCIENCIAS a través de sus 30 años de historia, y con más decisión a partir de la Ley 29 de 1990, demuestran que nuestro país puede encontrar en la ciencia y la tecnología una base cultural sobre la cual construir esa Colombia que todos anhelamos.



ISBN: 958-9037-79-8

CENTRO DE DOCUMENTACION



COLCIENCIAS