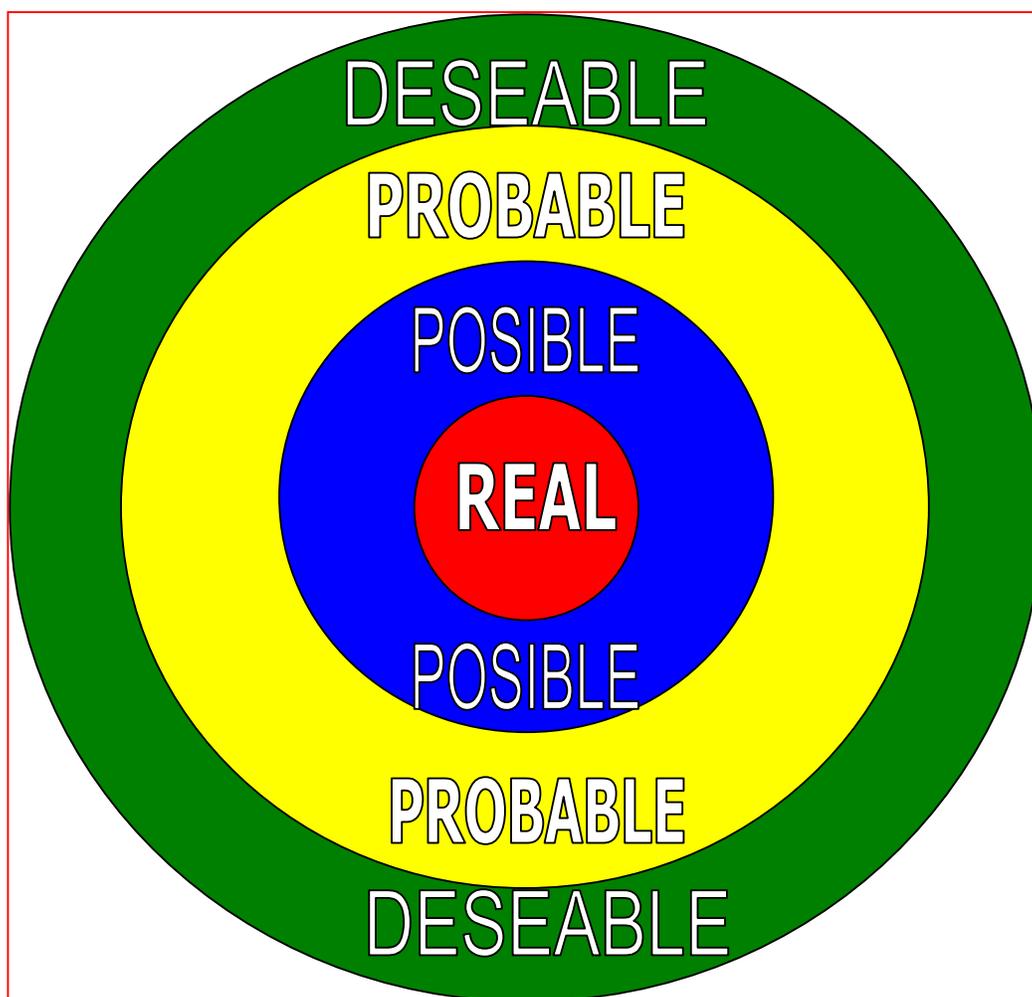


# COLCIENCIAS

GRUPO DE PENSAMIENTO ESTRATÉGICO

VISIÓN COLOMBIA 2019  
VISIÓN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN, CT+I



Marzo 15 de 2005

## **CONTENIDO**

- I. PRESENTACIÓN**
- II. LOS NUEVOS RETOS PARA COLOMBIA EN LOS CAMPOS DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN**
- III. CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO**
- IV. LOGROS Y LIMITANTES DEL PAÍS EN CTI**
- V. DESAFÍOS PARA COLOMBIA**
- VI. LA ESTRATEGIA NACIONAL DE DESARROLLO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO E INNOVATIVO**
- VII. OBJETIVOS ESTRATEGIAS Y POLÍTICAS CTI CORTO, MEDIANO, LARGO PLAZO 2005 – 2020**

## II. PRESENTACIÓN

La decisión política del Gobierno actual de formular una Visión de País para el 2019, constituye sin lugar a dudas una iniciativa que trasciende la práctica cortoplacista de las políticas públicas, hacia una prospectiva nacional de futuro que ha de consolidarse en el presente y de manera escalable temporalizada en el mediano y largo plazo.

Los cambios esperados en una Visión 2019, implican transformaciones estructurales desde la perspectiva de la sociedad que se construye y la sociedad que requiere cambios. El eje de dichas transformaciones está asociado de manera singular al papel que el Conocimiento ha de desempeñar para la competitividad y el bienestar nacional.

La búsqueda de una Colombia cuya sociedad y economía estén basadas en el conocimiento implica cambios fundamentales en la comprensión, la práctica y la apropiación de la Ciencia y la Tecnología, acción decisiva como factor básico para el desarrollo económico y social y para las relaciones comerciales del país con el mundo.

Desde esa perspectiva COLCIENCIAS, con el fin de contribuir a la formulación de la Visión 2019 de país desde la perspectiva de la CT+I, ha elaborado esta propuesta, cuyas planteamientos han de ser insumo fundamental tanto para la Visión que se comenta como para la Agenda Interna y el Plan Estratégico Nacional de CT+I 2020, actualmente en formulación.

Los planteamientos centrales de esta propuesta, parten del reconocimiento del papel de la Ciencia y la Tecnología para el desarrollo nacional, y de la necesidad de intervenir en importantes ejes de la vida nacional desde la perspectiva de la CT+I, como son: La resolución de problemas nacionales, productos y resultados; la Educación profunda, la innovación para la competitividad; la incorporación de tecnologías para la comunicación y la información; la apropiación social, la ética social de la responsabilidad ciudadana. Todo ello enmarcado en la búsqueda de una cultura nacional de la CT+I en el país y sus regiones.

Aborda el reconocimiento de las potencialidades nacionales para promover un proceso de desarrollo científico nacional sostenible, y los retos que impone al país la Globalización y la competitividad hacia una sociedad del conocimiento; además de incorporar conceptos que han de ser lugar común para la sociedad, el gobierno, la academia y las empresas respecto a la necesidad de unicidad en la percepción y comprensión de la CT+I. De igual manera establece un marco referencial asociado a la Cultura científica y tecnológica nacional, el papel de las regiones en el desarrollo de la CT+I y de la apropiación social de la misma.

Por otro lado, el documento da cuenta de los avances actuales que tiene el país en materia de capacidades científicas y tecnológicas, pero también de sus grandes limitaciones y escasa competitividad al compararse con otros países. Al respecto tiene en cuenta tanto los indicadores tradicionales de medición de la CT+I, como de aquellos asociados a la sociedad del conocimiento, recientemente incorporados en los análisis de competitividad de los países desde la perspectiva del conocimiento. Estos últimos evidencian la brechas que el país ostenta en su referencia internacional, los cuales resaltan los grandes desafíos que tiene Colombia para su desarrollo a partir de la CT+I.

A partir de esta interpretación se establecen el conjunto de Objetivos y Estrategias que han de permitir al país adentrarse a una sociedad del conocimiento y generar los cambios frente a su competitividad y los efectos en la calidad de vida nacional; y, además el geoposicionamiento de Colombia de manera destacable en el concierto mundial en particular en América Latina.

## II. LOS NUEVOS RETOS PARA COLOMBIA EN LOS CAMPOS DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN

- **Estrategia central de Ciencia, Tecnología e Innovación**

El Gobierno Nacional, en representación del Estado, reconoce que la estrategia más eficaz –junto a las del mercado, de la inversión, de la economía, del cambio tecnológico, de la sociedad y de las reformas de la estructura del Estado- la constituye actualmente y cada vez más hacia el futuro, la ciencia, tecnología e innovación, productoras de conocimiento experto y expresión de la capacidad de formación y acción del capital humano y social, por constituir las tres, la sinergia de fuerzas más intensivas del capital, del trabajo y del mercado de los países contemporáneos.

El desarrollo de la economía, la integración e la interacción de la sociedad y la realización del concepto moderno del Estado, así como el ejercicio de su rol de Estado Social de Derecho, implican y exigen, en la Visión COLOMBIA 2019, la creación de una cultura científica y tecnológica de la innovación del producto, del proceso y de las organizaciones económicas, políticas y sociales al servicio y bienestar de todos los conciudadanos, de lo contrario, esfuerzos parciales, fraccionarios y desincronizados nunca producirán una dinámica de rumbo esperado.

En la época actual, la CTI es el atributo que mejor da cuenta de las sociedades competitivas, de las economías de mercado y las de interacciones globalizadas. En consecuencia, protagoniza y se haya expuesta, al mismo tiempo, a la construcción de un nuevo alfabeto de integración de la ciencia, la tecnología y la innovación para orientar la política pública de los Estados/Nación, en sus intervenciones y negociaciones en escenarios locales, regionales, nacionales e internacionales por medio de los proyectos planetarios de futuro que tienen que emprender sus conciudadanos. No es posible ya para ningún país desarrollarse y sobrevivir con los meros recursos alinderados por sus propias fronteras territoriales. Es el sino de una civilización en ciernes en el Siglo XXI.

En conclusión, la generación y expansión de una política de cultura científica, tecnológica e innovadora implica la intervención del Gobierno y del Estado y de los integrantes de la totalidad de instituciones y medios de comunicación, sobre un espectro de áreas que se describen su amplitud e integralidad:

- **Ciencia, Tecnología e Innovación para una Ética Social de la Responsabilidad Ciudadana.** Posiblemente el mayor bien social de la ciencia, la tecnología y la innovación en la Colombia inmediata y futura sea formar ciudadanos eficientes y responsables ante la sociedad y ante el Estado.
- **Ciencia, Tecnología e Innovación y Sociedad.** La CTI debe constituir la mayor capacidad nacional para comprender y proponer gamas de soluciones a las potencialidades y necesidades de la sociedad colombiana en su agenda de futuro.
- **Naturaleza y Papel de Ciencia, Tecnología e Innovación.** La CTI como cultura universal del conocimiento es una tarea práctica, urgente y eficiente al servicio de los objetivos nacionales y de los valores y aspiraciones de la sociedad colombiana en la producción de conocimiento útil a la empresa de la economía productiva y competitiva y, de igual modo, a la construcción de la sociedad y de la cultura de la nacionalidad.
- **Productos y Resultados de la CTI en Colombia.** La CTI tiene que transformarse en una empresa comunicativa de sus propósitos, procesos, contenidos, resultados, fallos y hallazgos para la totalidad de la población colombiana estratificada y clasificada por regiones, culturas, instituciones, para llegar a ser, a partir de una generación, en la cultura dominante de la nacionalidad.
- **Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.** La CTI posee la llave para transformar cualitativa y cuantitativamente todo el espectro de la educación nacional, desde el primero de ellos, el Nivel Pre-Escolar hasta el último y de Post-Grado, Post-Doctoral y Permanente, centrando toda visión, método, trabajo y recursos a sus procesos para producir la comprensión, elaboración, evaluación y aplicación del conocimiento. Así de simple, pero realmente esta decisión puede ser portadora de una Revolución Educativa real e irreversible que ha emprendido el actual Gobierno.
- **Ciencia, Tecnología e Innovación para la Producción de Bienes & Servicios.** La CTI definitivamente es la superación de la existencia y cantidad de las materias primas y del simple trabajo como origen de la riqueza de las naciones al lado del capital, dentro de los esquemas históricos de la economía de las naciones y se ha convertido en la mejor estrategia de desarrollo económico y social mediante la solución de necesidades humanas básicas y sociales.

- **Ciencia, Tecnología e Innovación Ambiental.** La CTI debe constituir una capacidad nacional/internacional para el manejo de las características, condiciones, potencialidades, balances, responsabilidades, amenazas, vacíos y oportunidades derivados del conocimiento, métodos y enfoques de gestión y conservación de los ambientes colombianos, considerados los más bio-diversos, complejos y promisorios de la tierra.
- **Ciencia, Tecnología, Innovación y Uso Ciudadano.** La CTI debe ocuparse de la formación de una nueva mentalidad y toma de conciencia del ciudadano común a través del empleo pleno de mensajes, medios y procesos interactivos, breves, informativos y pedagógicos sobre la incorporación de la I&D al desarrollo del producto y del servicio diario de la vida, al estudio, trabajo y a la recreación
- **Ciencia, Tecnología e Innovación para la Toma de Decisiones.** La CTI debe diseñar y poner en marcha un sistema ONLINE accesible de asesoramiento, expedito, preciso y conciso sobre impactos y consecuencias de las decisiones que toman legisladores, directores, gerentes, instituciones, organizaciones, cuyos objetos de decisión implican e involucran conocimientos científicos y tecnológicos.
- **Ciencia, Tecnología e Innovación como Creatividad y Entretenimiento Social.** La CTI tendrá que conformar Alianzas con empresas de medios y en especial, con la prensa nacional, para publicar separatas en forma amena, instructiva y formativa con respecto de temas derivados de la I&D nacional y de los estados de la CTI internacional.
- **Ciencia, Tecnología e Innovación en la WEB.** La CTI deberá propiciar una real revolución mediática a través de la creación de ambientes –Chattings, Mailings, Clubes, WEB para generar procesos implícitos, espontáneos y eficaces de educación y ocupación con base en la comunicación relativa a temas, objetos, contenidos, aplicaciones y sobre todo, de promoción de la adquisición de idiomas como ‘Pass Word’, ‘conditio sine qua non’ para que sea posible la apropiación internacional de la CTI como el escenario más promisorio de la próxima revolución cultural mundial, la que ya está en marcha.
- **Derechos de la Propiedad Intelectual.** La CTI tendrá que otorgarle a la propiedad intelectual del conocimiento una prioridad urgente que permita el diseño, la producción, la comercialización, aplicación, evaluación, comunicación y uso en forma de bienes físicos y servicios técnicos y profesionales, por constituir un nuevo tipo patrimonio nacional, tan importante o aun mayor que el mismo físico, regido por principio: Conocimiento NO REGISTRADO no vale.
- **Ciencia, Tecnología e Innovación: Fundamento y Objetivo de la Cultura Colombiana.** La CTI reclama que todo esfuerzo y propósito institucional y nacional, privado y público, debe incorporar los principios, métodos, fines y procesos del conocimiento de la nueva cultura que se deberá formar nacionalmente, pero al mismo tiempo, se tendrá que ocupar de que sus objetivos se integren a las culturas regionales y que, recíprocamente, las características de las culturas regionales se integren a la cultura científica nacional.

La VISIÓN COLOMBIA 2019, con sus tres (3) competentes esenciales de economía competitiva mundializada, sociedad equitativa, integrada, Estado Social de Derecho de la Nación Colombiana y de los Derechos Universales del Ciudadano, se propone consolidar la democracia como la atmósfera pública de la igualdad de oportunidades y se operacionaliza a través de los instrumentos conceptuales formulados en el presente documento.

- **Colombia en el Tiempo/espacio del mundo contemporáneo**

¿Qué tipo de Sociedad se está conformando en Colombia? Colombia protagoniza actualmente excepcionales procesos regionales, nacionales e internacionales en la América Latina y del Caribe que pueden servir de vehículos para los propósitos anteriores que le permite a COLOMBIA tomar opciones de futuro.

Colombia posee y dispone de un vasto potencial nacional y cultural que integra factores fundamentales capaces de conformar una dinámica sinergia social producto de la sincronía histórica política, económica, social, educativa, ambiental y cultural e internacional, que hoy se expresa inédita en individuos, instituciones, regiones y que propician el advenimiento de una economía y sociedad del conocimiento hacia el 2019, siempre y cuando el Gobierno Nacional lidere la toma de decisiones en el 2005 que prevean y anticipen la COLOMBIA del Año 2019.

- La estructura demográfica presenta un potencial grande población joven para la CTI
- El valor de la educación y del saber es uno de los mas generalizados y reconocidos
- La fuerza laboral se estratifica por potencialidades y capacidades de desempeño
- La infraestructura de servicios TICS es próxima a la existente al los países del G7
- La red urbana nacional constituye una cobertura nacional notable y equilibrada
- La creatividad de los colombianos es altamente recursiva frente a sus carencias
- La adaptabilidad, versatilidad y aspiraciones de logros de los colombianos es alta
- La recurrencia de los conflictos sociales ha propiciado una conciencia de cooperación
- Los cambios sociales han conformado un nuevo ethos psico-social de los colombianos
- La universalización de los colombianos es evidente en las últimas generaciones
- La emigración ha seleccionado y perfeccionado aptitudes y habilidades nacionales
- La sociedad colombiana hace un tránsito de valores de origen a valores de eficacia
- La desinstitucionalización creciente e inevitable privilegia la adopción de la novedad
- La necesidad de captación de ingresos internos y externos motoriza la economía
- El desempleo, la pobreza, la inseguridad fortalece la adición de patrones de riesgo
- Los colombianos están sometidos y comprometidos con aprendizajes foráneos
- El juicio/recomendación del experto es un criterio para la adopción y uso del producto/servicio

Por eso, la presente visión de país, consiste ante todo, en la decisión de explorar y basar las decisiones de gobierno en la reducción de la incertidumbre a través de Política CTI de Corto, Mediano y Largo Plazo, promoviendo imágenes objetivo que integren el juego de los actores colombianos y de aquellos extranjeros que influyen, inexorablemente, en su futuro.

#### • Versión del Desarrollo CT+I Siglo XXI

Realmente, la ciencia, la tecnología y la innovación son fuerzas sociales de producción de conocimiento valido, las que se mueven por secuencias de revoluciones científicas y tecnológicas que provocan discontinuidades de la tradición científica de ver, tratar y entender el mundo, más allá del simple conocimiento del sentido común y de la invención de instrumentos prácticos de manipulación técnica.

El núcleo del 'estado del arte' de ésta revolución de la CTI lo constituyen tres tecnologías que operan como las tres columnas de las tendencias del conocimiento hacia el futuro de las próximas décadas: 1. Biotecnología; 2. Nanotecnología; 3. Nuevos Materiales; cruzadas éstas tres por una cuarta potenciadora, sintetizadora y vehículo de las anteriores: 4. Tecnologías de la Información y de la Comunicación.

En síntesis, estas cuatro (4) tecnologías están propiciando la creación y transformación de una sociedad futura con estructuras ya vigentes en las sociedades modernas, incluidas sociedades que se hayan en el umbral como la colombiana, la que como todas las restantes sociedades del mundo, está expuesta a un impacto silencioso e invisible de un lado, ruidoso y visible del otro.

Esta revolución en la que le corresponde actuar al gobierno nacional, al empresariado, a los educadores y educandos, a los comunicadores y sobre todo, a los mismo científicos y tecnólogos, y por lo tanto, a COLCIENCIAS, se centra en la revolución de los seres vivos, incluyendo la expansión dramática de la longevidad humana, la clonación y la modificación misma de la evolución de su propia especie y la de las especies de la tierra, en general.

Los materiales inteligentes, la agilidad de las manufacturas, los semi-conductores nano-fabricados, los microsistemas integrados, los nuevos computadores a nano-escalas, la manufactura molecular, el auto-ensamblaje, la aceleración del cambio, el establecimiento de la inter y supra-disciplinaridad, la competencia por el nuevo desarrollo tecnológico, la continuidad de la globalización y el desarrollo de tecnología paralelas destructoras de esta revolución compleja e incierta en consecuencias para el hombre y las actuales sociedades presentes, caracterizan las tendencias y resultados previstos hacia donde se esta moviendo la CTI.

Hoy la contextualización social de la ciencia es una característica esencial y origen del llamado Modo 2 de hacer ciencia que se ha comenzado a producir en todos los países líderes del mundo, en virtud de que políticos y ciudadanos tienden a intervenir más en los objetivos y resultados sociales de la ciencia y la nueva ciencia se centra y concentra en la transdisciplinaridad, antes que en la disciplinaridad, tan típicas de los Siglos XX y XXI.

La Ciencia 'Mode 1' vs. 'Mode 2' constituyen dos grandes estilos organizacionales y gerenciales con sus respectivas constelaciones de intereses que generan en la actualidad procesos de transito hacia soluciones integradas. Existe un tratamiento unánime entre quienes observan y analizan sus procesos en las sociedades contexto, básicamente, en los nodos de la ciencia contemporánea e inmediatamente futura: Europa, USA, Japón y Rusia.

Importante es establecer que la nueva concepción de la ciencia 'Mode2' se funda en la transdisciplinariedad como su estructura cognitiva central para la diversificación organizativa de la producción científica. Transdisciplinariedad se la define por el entorno, contexto, del objeto mismo de aplicabilidad, de donde surgen estructuras teóricas diferenciadas, métodos de investigación y prácticas que son imposibles de ubicar en los mapas corrientes de la ciencia (Gibbons et al., 1998) tradicional.

Finalmente, la ciencia 'Mode2' reclama una nueva visión social de la ciencia, una visión Siglo XXI, caracterizada por una mayor responsabilidad social, una mayor flexibilidad y unos mayores estándares de calidad, en virtud de que la 'sensibilidad por las consecuencias' de la investigación está expuesta a su aplicabilidad social. La implementación de los resultados de la ciencia tendrá que contar, necesariamente, con el interés de los usuarios o destinatarios finales, lo cual implica la necesidad de tener que tener en cuenta sus valores y expectativas.

Nunca como ahora el ejercicio profesional de la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica ha estado tan desafiado. Siempre lo estuvo, pero como vocación individual o grupal aislada y como propósito individual de realización intelectual, y ante la presión de demanda de armamentos derivada de los grandes conflictos bélicos. Ahora la situación ha cambiando radicalmente y este desafío se ha tornado decisivo para todas las naciones y sus pueblos, no solo para la guerra sino como factor básico de las relaciones comerciales internacionales y para la aceleración del desarrollo económico y social.

Cuatro aspectos principales definen este reto: (i) La carrera competitiva impuesta por la globalización de la economía; (ii) La *sociedad del conocimiento* y la respectiva cultura del conocimiento que le sirve de sustrato; (iii) La irrupción de una *nueva ciencia*; y (iv) La nueva conciencia sobre el rol protagónico de la ciencia y tecnología en la aceleración del desarrollo del Tercer Mundo.

- **El reto de la globalización y la competitividad**

Colombia ha aceptado explícitamente el reto de la globalización y la competitividad y ahora se dispone a suscribir los correspondientes tratados de libre comercio (TLC). Paralelamente, desde 1990 el país ha venido adelantando un sostenido proceso de "desregulación" de su comercio internacional que modifica y flexibiliza la normatividad proteccionista de la producción nacional, crea condiciones favorables y de estímulo al capital extranjero para operar en el país y fomenta las exportaciones nacionales como factor dinamizador del desarrollo nacional. Además, ha venido realizando esfuerzos destinados a motivar y preparar a las instituciones y programas pertinentes, así como a los empresarios productores y comerciales, los académicos, los profesionales y los trabajadores, para el enfrentamiento de dicho desafío competitivo internacional.

La nueva competitividad debe darse y está dándose ya **sobre la base del dominio del conocimiento científico básico y las tecnologías más avanzadas**, aplicados ambos factores prácticamente a toda la producción de bienes y servicios. Esta nueva estrategia en el comercio internacional ha desencadenado y acelerado un intenso proceso de generación de nuevos conocimientos y nuevas tecnologías, así como su aplicación en un frenético sistema de *innovación tecnológica* competitiva en gran parte de los procesos de producción y en los respectivos productos de la economía mundial.

Estas características de la globalización de la economía y los mercados está degradando los precios y la importancia estratégica de los productos primarios y desplazado las *ventajas comparativas* de las manufacturas que insumen mano de obra barata a favor de las llamadas *ventajas competitivas*. Estas decisiones y el reto que ellas llevan aparejado implican tres esfuerzos nacionales insoslayables:

1. Una reorientación sustancial del "modelo" nacional de desarrollo económico y las tradicionales políticas y estrategias económicas del país, que permitan superar la dependencia de los recursos naturales sin valor agregado, extraídos y transformados con tecnologías de bajo rendimiento y vendidos a bajos precios, así como de la mano de obra barata. Todo ello sustentado en una reestructuración del sistema institucional relacionado con la educación, la capacitación profesional, la producción, los procedimientos administrativos, las regulaciones jurídicas pertinentes y su estabilidad, la participación en el mercado internacional, y demás actividades afines y complementarias.
2. Una transformación profunda del sistema productivo nacional y sus sectores conexos y de apoyo en sus enfoques y prácticas, en busca de la eficiencia, la productividad y la capacidad competitiva de las cuales carece. Estos cambios se relacionan, al menos, con cuatro factores principales: (i) La eficiente

producción y transformación de los recursos naturales en bienes intermedios para su incorporación con elevada productividad con fines de exportación y de producción de bienes finales; (ii) La industrialización avanzada, de altas productividad y calidad y fundamentada en el conocimiento científico y cada vez más avanzadas tecnologías; (iii) El aprovechamiento de *ventajas competitivas* en la producción y la comercialización; y (iv) Una reestructuración y potenciación del sistema institucional nacional para ampliar su capacidad operativa en la prestación de los servicios de apoyo a la economía y al desarrollo social.

3. Una modificación sustancial del cuadro general de valores, actitudes, motivaciones, destrezas, expectativas y conductas del empresariado, los académicos, los trabajadores y del sector público, que los capaciten para entender y enfrentar los retos de la competitividad globalizada y de alta tecnología; así como para participar activamente y con beneficio en la *sociedad del conocimiento*.

En el centro de todo este esfuerzo de transformación y capacitación para la competitividad globalizada está el desafío de la incorporación de la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica, que pasa indispensablemente por la revolución educativa y la modificación actitudinal del empresariado. Estos tres factores, y la nueva *sociedad del conocimiento* que le sirven de marco de referencia y escenario, constituyen el motor y la base fundamental de la globalización de la economía y su dinámica de competitividad.

- **La “sociedad del conocimiento”**

La *sociedad del conocimiento* se presenta en el escenario internacional como el nuevo modelo de organización y funcionamiento de la sociedad, basado en intensos flujos de información y comunicación, y en la exaltación del conocimiento científico y tecnológico como eje de la actividad social y cultural y como factor básico de la producción y el enfrentamiento de los problemas del desarrollo nacional. Asimismo, como factor regulador de las relaciones sociales de producción y la acumulación a través de la competitividad en los mercados.

Por esta vía, la información y el conocimiento científico y tecnológico y la competitividad se constituyen en factores determinantes de los valores, las actitudes, las motivaciones, las aspiraciones, las destrezas, y las expectativas de la sociedad y de cada uno de sus miembros. La educación debe apuntar fundamentalmente hacia la adquisición y el enriquecimiento de la mayor cantidad de conocimientos de alta calidad y carácter innovativo; y estos adquiridos y su aplicación deben dirigirse preferentemente hacia la producción de bienes y servicios de alta competitividad en los mercados internos y externos.

Consiguientemente, en esta sociedad los trabajadores manuales y profesionales de baja calificación tecnológica y carentes de conocimientos y destrezas para acceder a los sistemas digitalizados de información y producción tienen pocas oportunidades y terminan marginados, porque no existen espacios adecuados para ellos. El mismo fenómeno ocurre en el plano de las naciones: sólo encuentran oportunidades aquellas que logren el dominio del conocimiento científico y tecnológico. Y es en este contexto social y económico interno y externo en el cual se configura el reto científico y tecnológico para los países subdesarrollados, como Colombia.

- **La nueva ciencia**

La humanidad está entrando en una nueva fase de la Revolución Industrial basada en la emergencia de una nueva ciencia. Una ciencia que ya no se limita a auscultar e interpretar los misterios básicos de la naturaleza y del universo próximo y su funcionamiento, particularmente en sus aspectos físicos, químicos y matemáticos y en versiones más o menos abstractas. Sino que, con nuevos paradigmas, se está aventurando en el conocimiento de las estructuras básicas de la vida —incluida la humana— y en los nuevos materiales, las *nanociencias* y las *nanotecnologías*, así como la aplicación de estos y otros conocimientos a la producción.

Simultáneamente, la teoría cuántica, la Teoría de la Relatividad y la Teoría del Caos han originado un nuevo paradigma científico que amplía y modifica las tres revoluciones anteriores de la ciencia y que tiene profundas implicaciones sociales. Y la disponibilidad de la Teoría de la Complejidad y la progresiva resurrección de la Teoría Sistémica están ofreciendo herramientas invaluable para la reinterpretación de los fenómenos complejos y multidimensionales y comprender mejor el funcionamiento tanto de la sociedad como de los sistemas físicos, biológicos y sociales de alta complejidad.

Con estos nuevos paradigmas y las actividades científicas involucradas en ellos, los seres humanos están iniciando un nuevo gran salto que entraña las posibilidades de modificaciones genéticas y biológicas profundas de su propio ser y de toda la vida sobre la tierra. Todo ello acompañado de nuevos procesos

eficientes e inteligentes de producción; y, además, amplificado, difundido y comunicado mediante las avanzadas ciencias y tecnologías de la informática, la información y la comunicación (TIC).

- **El rol protagónico de la ciencia y la tecnología en la aceleración del desarrollo**

Puesto que el desarrollo científico y tecnológico cumple una función clave en el desarrollo del talento humano y en el desencadenamiento de la capacidad creadora de la población y, al mismo tiempo, aporta los conocimientos y las destrezas necesarias para la elevación de la productividad y la competitividad, y para la incorporación eficiente de los recursos naturales, económicos, institucionales y humanos, la ciencia, la tecnología y su derivada innovación tecnológica se constituyen en uno de los factores protagónicos en la aceleración del desarrollo nacional y regional.

Este desempeño se torna crítico en el escenario de la economía globalizada y la competitividad, no sólo para que la producción nacional pueda acceder y competir favorablemente en los mercados internacionales sino, también —y muy especialmente— para defenderla en los propios mercados internos de la penetración masiva de bienes y servicios producidos con avanzada tecnología y altas tasas de valor agregado y productividad y un despliegue innovativo de gran atracción.

### III. CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Para identificar qué ciencia, qué tecnología y qué innovación tecnológica es la que deben y pueden ser incorporadas y desarrolladas en el país y llevarse a sus diferentes regiones resulta obligado comenzar por la formulación de algunas precisiones epistémicas básicas, y sobre cómo se gestan dichos factores en el escenario nacional.

- **¿Qué es la ciencia?**

Entre las muchas definiciones que pueden darse a *la ciencia*, podría decirse en general que es *la búsqueda objetiva y profunda del conocimiento del universo físico, biológico y social que nos rodea y las leyes que lo rigen; no sólo con fines especulativos intelectuales y de realización de la persona humana, sino también en procura de respuesta a muchos interrogantes y soluciones a numerosos problemas que afectan e interesan a los seres humanos.*

La búsqueda insaciable del conocimiento científico y su transformación en tecnología e innovación constituye uno de los atributos de los seres humanos y de la construcción de la historia de la humanidad; y, por tanto, el desarrollo científico y tecnológico constituye uno de sus desafíos más importantes. Este conocimiento ha sido a lo largo de los siglos —y sigue siéndolo— factor decisivo en la definición del poder de las naciones. Ahora este reto se ha hecho más importante cuando los países más avanzadas del mundo proclaman haber instaurado la *sociedad del conocimiento* y el destino de los pueblos parece jugarse en función del dominio del conocimiento científico y tecnológico.

Por todas estas consideraciones, la generación, el manejo y la aplicación de este conocimiento científico no constituyen actividades autónomas fuera del control de la sociedad y requieren unas instancias reguladoras. Las actividades científicas encargadas de esta labor, como los análisis de impacto ambiental, la evaluación de tecnologías, la ponderación de los riesgos previsibles y otras, se conocen como **ciencia reguladora**.<sup>1</sup>

- **¿Qué es la tecnología?**

Aunque aun existe cierta controversia en el campo teórico al respecto, en la práctica parece haber consenso en que la tecnología es la aplicación del conocimiento científico, las ingenierías y el conocimiento derivado de la experiencia a los procesos de producción de bienes y servicios, con fines de solución a problemas específicos de la sociedad; adaptación, innovación y aplicación de conocimiento en productos conocidos o nuevos productos; elevación de la productividad en líneas específicas de producción; y, en general, promoción del desarrollo económico y social. A partir de este amplio abanico de finalidades, la tecnología puede contribuir al progreso de la humanidad en, al menos, cuatro formas principales:

- (i) El desarrollo del talento humano y la capacidad creadora, debido a su alto componente de conocimiento científico y a las destrezas profesionales que demanda;

---

<sup>1</sup> La consideración de aquellos aspectos sobre los cuales la ciencia no tiene respuestas todavía se conoce como **trasciencia** u *aspectos trascientíficos*, denominaciones propuestas por A. T. Weimberg en 1972.

- (ii) El desarrollo social, por cuanto permite proveer a la sociedad de nuevos y mejores bienes y servicios y más eficientes soluciones para el incremento del bienestar social;
- (iii) La liberación humana de los trabajos más pesados y degradantes mediante la producción de herramientas y máquinas capaces de realizarlo; y
- (iv) El mejor aprovechamiento de los recursos naturales y económicos.

En función de estas contribuciones y como característica de la civilización contemporánea, la tecnología incide de diversas maneras hoy en casi todas las actividades; y la mayor parte de los seres humanos viven y trabajan inmersos en un entorno de objetos y procedimientos tecnológicos. Cuando se habla de la relación entre la ciencia y la tecnología surge de inmediato la asociación con **la técnica**, factor éste que *“hace referencia a procedimientos, habilidades, artefactos, desarrollados sin ayuda de conocimiento científico”*. Mientras que el término *tecnología* se reserva a *“aquellos sistemas desarrollados teniendo en cuenta ese conocimiento científico”*.<sup>2</sup>

- **¿Qué es la innovación tecnológica?**

La *innovación tecnológica* es el proceso de mejoramiento continuo en los procesos de producción de bienes y servicios, destinado a introducir modificaciones técnicas positivas en el uso, el diseño, la calidad, la operación, la utilidad, la eficiencia, el rendimiento, la durabilidad, u otros aspectos de los productos. Es de dos tipos: *de procesos*, cuando introduce cambios benéficos en los procedimientos y técnicas de generación de los bienes y servicios; y *de productos*, cuando se trata de la creación de nuevos productos para los mismos usos o para nuevos. Todo esto con el fin de adaptarlos a nuevas necesidades y funciones, añadir valor, bajar sus costos, y hacerlos más eficientes, más novedosos, más atractivos, más competitivos, de más fácil manejo y más acordes con las cambiantes exigencias de la cultura y el mercado.

Puede ser benéfica para la sociedad cuando apunta al perfeccionamiento efectivo de los productos y servicios; pero puede no serlo tanto cuando simplemente trata de modificarlos con el fin de acelerar artificialmente la compulsión consumista, o para responder a las nuevas modas y tendencias injustificadas del mercado. De todas maneras esta innovación tecnológica y la compulsión al consumo que ella ha venido trayendo consigo en los últimos decenios están dominando los mercados contemporáneos y sus tendencias y, por esta vía, también los sistemas nacionales de producción; y, por ende el desarrollo económico de los países y las tendencias culturales del consumo. .<sup>3</sup>

- **Ciencia, tecnología, innovación y la sociedad**

Por sus propias naturalezas, la *ciencia*, la *tecnología* y la *innovación tecnológica* constituyen factores interdependientes y forman parte de una unidad integrada e indivisible: El conocimiento científico e innovativo. La ciencia genera conocimiento científico; la tecnología se nutre y fundamenta en el conocimiento científico y se traduce en producción primaria, industrial, artesanal y de servicios; y esta producción puede hacerse sistemáticamente innovativa con base en el conocimiento científico y tecnológico.

Estos tres factores son productos del ingenio humano individual y colectivo adquirido en forma acumulativa y experimental a lo largo de la historia de la humanidad. Su generación, su socialización, su aplicación y su constante perfeccionamiento constituyen actos humanos y procesos sociales. Y sus beneficios y sus impactos negativos se proyectan sobre la sociedad. Los científicos, los tecnólogos y los innovadores son actores de unos procesos socioculturales, políticos y económicos caracterizados por valores, actitudes, motivaciones, capacidades creativas generadas en una atmósfera social favorable derivada de una cultura social favorable a la científica y la tecnológica, un desarrollo del talento humano y del desencadenamiento de una dinámica de desarrollo científico y tecnológico. Constituyen, por tanto y fundamentalmente, un patrimonio de los seres humanos y la sociedad en su conjunto.

Consecuentemente, estas actividades científicas, tecnológicas e innovativas no constituyen un asunto de exclusiva competencia y responsabilidad de los científicos y tecnólogos, ni de los gobiernos. Ni su utilización puede ser ajena a la sociedad y sus intereses. Es más, ellas llevan aparejada una

<sup>2</sup> Según J. Sanmartín y otros: *“Estudios sobre Sociedad y Tecnología”*. Anthropos, Barcelona 1992.

<sup>3</sup> A este respecto vale la pena mencionar dos buenos ejemplos: Uno es la innovación *de procesos* representada en la modificación de los métodos de empaque de frutas adelantada por un grupo de investigadores en Risaralda, que permite salvar alrededor del 20% de los productos que se deteriora en el transporte hacia el mercado y el bodegaje, mediante más eficientes procesos de empaque y nuevos diseños de los recipientes. Otro es el caso de la innovación *de productos* representada en la nueva variedad de calidades del café que están generándose en el Departamento de Nariño, que ya está encontrando gran aceptación en los mercados internacionales.

responsabilidad compartida con toda la sociedad y sus instituciones, basada en una actuación individual y colectiva que entraña un proceso de participación conciente y deliberada.

No obstante la naturaleza humana y social y las grandes contribuciones al progreso de la sociedad, estas actividades y sus productos no son siempre legítimos y benéficos. La historia de la humanidad ha estado plagada —y sigue estándolo— de graves desviaciones y abusos de la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica, como resultado de conocimientos imperfectos, patologías síquicas, ambiciones personales, afán incontrolado de lucro, presiones políticas, y varias otras causas perversas. Por estas consideraciones resulta obvio que la aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica entrañan graves **responsabilidades éticas** e insoslayables **compromisos políticos** con la sociedad y cada uno de sus miembros. Esto obedece a que deben responder éticamente a los intereses de la sociedad y políticamente a sus necesidades.

Por otra parte, y en relación con sus aspectos operativos, el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación involucran un profundo proceso de **cambio social** y complejos **procesos societarios**, que tienen que ver con la cultura, la ética y la política. Y estas circunstancias entrañan una *relación* íntima con la sociedad.

- **La cultura científica y tecnológica**

Esta *cultura* podría definirse como *una atmósfera cultural y una actitud social propensa al desarrollo de la ciencia y la tecnología, expresada en valores y símbolos socioculturales, actitudes, motivaciones, aptitudes, expectativas, reconocimiento y valoración social de los científicos e innovadores propios y foráneos, los productores interesados en la innovación de sus propios procesos productivos; así como la correspondiente nueva y racional cosmovisión que refleje todo ese proceso de cambio social.*<sup>4</sup>

Su ámbito básico y funcional es la sociedad nacional y debe formar parte de la vida de la nación y sus regiones. Además debe ser el resultado conciente de **un propósito nacional** o también de un largo proceso histórico de acumulación de conocimientos y experiencias tecnológicos. De ahí que todo esfuerzo encaminado a generarla en el país y sus regiones y departamentos resulte de muy difícil logro si la nación en su conjunto no cuenta con esta cultura. Por eso en el último siglo los países que lograron avances importantes y decisivos en materia científica y tecnológica comenzaron por construir dicha *cultura*, como en los casos de la ex Unión Soviética, Japón, Corea, Taiwan, China y demás “tigres” del Pacífico asiático. Por su parte los países que llegaron a dicho siglo con avances acumulativos en este campo —como buena parte de los europeos y los Estados Unidos— lo lograron porque ya habían acumulado los elementos básicos de esta cultura a lo largo de siglos anteriores. Por eso, no puede ser improvisada, ni decretada, ni inducida artificialmente. Tampoco puede ser “regionalizada” en forma artificiosa. Ella debe impregnar la mente y la sensibilidad de la comunidad nacional y pasar a ser parte de su vida cotidiana; y en este desempeño debe constituirse en el terreno abonado que requieren la ciencia, la tecnología y la innovación para fructificar.

Esta *cultura* de ciencia y tecnología constituye la base más promisoría de todo desarrollo científico y tecnológico en un escenario territorial dado y su respectiva sociedad; y este desarrollo la amplia y profundiza, generándose así un círculo virtuoso que se traduce en impulsos crecientes, no sólo para el progreso científico y tecnológico, sino también para el desarrollo social, económico y político en general. En su ausencia el interés intelectual y profesional de las personas por las actividades científicas tiende a individualizarse y aislarse y, casi siempre, a proyectarse y fugarse hacia el exterior de la región y del país.

Esta cultura de ciencia y tecnología involucra otros conceptos conexos de interés, como la *alfabetización científica y tecnológica*, la *ética científica y tecnológica*, y el *compromiso político científico y tecnológico*; y atañe a todas las ciencias y tecnologías.

La **alfabetización tecnológica** —como se la conoce en varios países industrializados como los Estados Unidos y Canadá— informa a los estudiantes sobre las ventajas y desventajas de estas actividades profesionales creativas, y previene a los científicos y sus auspiciadores en cuanto a los derechos de la sociedad relacionados con los impactos sobre la salud y el medio ambiente y los derechos civiles ante los perjuicios ocasionados por las nuevas tecnologías. También prepara a la opinión pública para la participación en el debate intelectual y político sobre las relaciones entre la ciencia y la sociedad.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Véase **Rubén D. Utría**: *La Regionalización de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. Colciencias, Oficina de Regionalización. Bogotá, Octubre 2004.

<sup>5</sup> Véase, por ejemplo, a **Leonard J. Waks**: *Educación en Ciencia y Tecnología y Sociedad: Orígenes, Desarrollos Internacionales y Desafíos Actuales*. En “Ciencia, Tecnología y Sociedad”. Manuel Medina y José Sanmartín, editores. Antropos, Barcelona 1990

Por su parte la **ética científica y tecnológica** se relaciona con las implicaciones morales de ciertos avances en estas áreas, como en el caso de las armas de extinción masiva o la biotecnología relacionada con alteraciones genéticas reproductivas con base en la clonación, que atenten contra la dignidad humana o que pueden atentar contra la salud de la población; como en el caso de la producción y uso de agroquímicos y fumigantes venenosos y tóxicos. También debe ser materia de alta preocupación la improvisación de fármacos que pueden tener irreparables efectos secundarios y el empleo en los alimentos de colorantes, conservantes, expansores, humectantes, aromáticos y otros artilugios tóxicos, cancerígenos y de otros efectos secundarios imprevisibles; así como de alimentos de origen animal y vegetal de especies tratadas con hormonas, anabolizantes y procesos transgénicos y otras elementos perjudiciales para la salud. Lo mismo sucede con muchos materiales “mejorados” para la construcción, la confección y varias otras actividades con productos como el amianto, el asbesto y otros de acción cancerígena y alergénica. Y no deberían quedar fuera de esta lista preventiva las tecnologías agresivas de publicidad que vulneran la voluntad y los valores de la población por vía subliminar con el fin de imponer nuevos hábitos de consumo y conductas sociales proclives a ciertos productos no prioritarios o de dudosa conveniencia.

En cuanto al **compromiso político** de la ciencia y la tecnología, aspecto de mucho interés en los países periféricos y regiones de éstos, se trata de que dichas actividades creativas apunten con preferencia a la solución de los problemas regionales críticos y al aprovechamiento de recursos estratégicos locales. En algunos círculos de investigadores se sostiene que la ciencia y la tecnología deberían estar por encima de estas consideraciones sociales y políticas, pero en la práctica —y particularmente en los países periféricos— es necesario contextualizarlas, establecer prioridades y ponerlas al servicio de la sociedad. Esto no quiere decir que en el caso de regiones avanzadas en materia de desarrollo científico y tecnológico, y particularmente con propósitos de proveer al país con ciertos productos y servicios vitales importados a alto costo, no resulte válido excepcionalmente contar con centros de investigación y producción de alta sofisticación para tales propósitos. Lo que parece cuestionable ante las limitaciones y urgencias del país, es que todos los Departamentos —incluidos los más atrasados— quieran adelantar improvisadamente investigaciones avanzadas, como la biología molecular, la electrónica, la robótica y otras igualmente complejas.

- **El desarrollo científico y tecnológico como proceso sociocultural y societal**

En los tiempos presentes la introducción y la aclimatación de la ciencia y la tecnología en un país o una región de éste —así como de sus conceptos, sus conocimientos, sus valores, su aplicación y sus beneficios— no constituyen un fenómeno casual, ni artificial, ni improvisado, ni susceptible de ser logrado por generación espontánea. Ni se lo puede hacer depender del aporte inconexo de algunos individuos aislados, por geniales que éstos lleguen a ser. Tampoco es importable, ni transplantable, ni se lo puede imponer a la fuerza, ni se lo puede lograr en corto plazo. Tampoco es un producto final disponible *pret-a-porter* en el mercado nacional o internacional.

Al contrario, se trata de uno de los fenómenos históricos de transformación social de mayor trascendencia en la vida de una sociedad; y es además —según T. S. Khun— el resultado de una sucesión acumulativa de avances del conocimiento y la capacidad creadora humana.<sup>6</sup> Los estudiosos del tema coinciden en que el desarrollo científico y tecnológico forma parte del proceso de desarrollo de la humanidad y ha evolucionado a la par con ésta.<sup>7</sup> Aunque en la medida en que el conocimiento científico se ha hecho más amplio y profundo y las comunicaciones más fáciles y eficientes, particularmente en el Siglo XX, dicho fenómeno no ha perdido su capacidad de proceso complejo y de largo plazo.

En efecto, el desarrollo científico y tecnológico podría definirse como **el proceso autogenerado, acumulativo y sostenido de capacitación de la respectiva sociedad para incorporar, asimilar, adaptar, copiar, apropiar y aplicar conocimientos y sus correspondientes tecnologías en materia de ciencia, tecnología e innovación.**

<sup>6</sup> Véase T. S. Khun: *Estructura de las Revoluciones Científicas*. Fondo de Cultura Económica. Bogotá, 2000.

<sup>7</sup> Por ejemplo, Ortega y Gasset en 1939 lo ubicó en torno a tres tipos de sociedades consecutivas así: *La sociedad técnica del azar*; 2) *La Sociedad de la técnica como artesanía*; y 3) *La Sociedad de la técnica*, propiamente tal. (*“Meditación de la Técnica y otros Ensayos sobre Filosofía”*. Alianza Editorial, Madrid 1982). Lewis Mumford observó en 1934 tres oleadas sucesivas: 1. *Eotécnica*; 2. *Paleotécnica*; y 3. *Neotécnica*. En *Técnica y Civilización*, Alianza Editorial Madrid 1982. Por su parte Javier Echeverría habla al respecto en 1999 de tres entornos: 1. *El natural*; 2. *El Cultural, social y urbano*; y 3. *Telépolis*. (En *Los Señores de Aire: Telépolis y el Tercer Entono*. Edit. Destino. Barcelona 1999). Carl Mitchum en 1989 reconoce tres periodos: 1) *Escepticismo antiguo*; 2) *Optimismo ilustrado*; y 3) *Desasosiego Romántico*. (En *Tres Formas de Ser-con la tecnología*. Revista Antropos, No. 94-95 Marzo-Abril. Barcelona 1989). Este proceso ha sido recientemente analizado por expertos de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura encabezados por Eduardo García Palacios, en los Cuadernos de Iberoamérica bajo el título de *“Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una aproximación Conceptual”*. Madrid 2001.

Consecuentemente, y en razón de esta trascendental y compleja función, este *desarrollo científico y tecnológico* está íntimamente relacionado, al menos, con ocho objetivos y procesos principales:

- (i) El desarrollo del talento humano y, por esta vía, contribuir a la realización personal de los seres humanos.
- (ii) La liberación de los potenciales y capacidades creativas individuales y colectivas en materia científica y tecnológica;
- (iii) La solución, por la vía del conocimiento científico y tecnológico, de los problemas críticos de la respectiva sociedad y la elevación de la calidad de vida;
- (iv) La incorporación y el aprovechamiento de los recursos naturales, económicos y humanos al desarrollo regional y nacional;
- (v) La agregación de *valor* a la producción de bienes y servicios y, por esta vía, el incremento del ingreso nacional y de la población y, por tanto, del desarrollo económico del país.
- (vi) La elevación de la competitividad de dicha producción en los mercados nacionales e internacionales.
- (vii) La satisfacción de las expectativas de la sociedad nacional en el campo de la cultura tecno-científica que caracteriza a la civilización contemporánea. Y,
- (viii) A través de los anteriores objetivos contribuir al progreso de toda la humanidad.

Así, por su naturaleza y su función, el *desarrollo científico y tecnológico* se convierte en uno de los procesos fundamentales para el progreso de la sociedad nacional. Particularmente ahora cuando se da por sentado que el mundo —incluidos los países subdesarrollados— navega aceleradamente hacia “la sociedad del conocimiento” y que el conocimiento científico y tecnológico constituye el más importante factor de poder y de competitividad económica internacional. Pero sobre todo, porque apunta básicamente a la realización de la persona humana, al realce de su dignidad, al desarrollo de su talento y a la liberación de su capacidad creadora.

No obstante este rol trascendental debe tenerse presente que se trata apenas del desarrollo de **un sector** especializado del desarrollo nacional y regional en su conjunto. Aunque para fines administrativos y de planificación se le pueda considerar sectorial, en la práctica es un proceso complejamente **intersectorial** y **transectorial**. Por tanto, no se trata de un proceso lineal sino **circular**, de acuerdo con el Pensamiento Complejo<sup>8</sup> y la Teoría General de los Sistemas y su aplicación al desarrollo nacional.<sup>9</sup>

Por tanto el desafío de los países subdesarrollados en este campo es **la aceleración y consolidación de dicho proceso** en el los contextos nacional y regional. Todo ello como parte y como resultado de, al menos, los siguientes factores principales:

- (i) Una nueva cultura en la sociedad: **la cultura científica y tecnológica**, y sus correspondientes valores socioculturales, actitudes, motivaciones, destrezas, aptitudes creativas, expectativas, cosmovisiones y otros factores conexos en relación con el desarrollo científico y tecnológico y sus implicaciones políticas y éticas;
- (ii) **Un nuevo y avanzado sistema educativo nacional** que incorpore y valore adecuadamente los aportes de la ciencia y la tecnología en pro del desarrollo del talento humano y el beneficio de la nación y de la sociedad;
- (iii) El desencadenamiento **de dinámicas locales y regionales** de desarrollo científico y tecnológico que se traduzcan en vocaciones, iniciativas y procesos concretos e interés profesional y destrezas investigativas.
- (iv) La concreción de las citadas vocaciones y actividades científicas de individuos, grupos y centros académicos y de empresarios interesados en la generación de conocimiento científico básico, conocimiento tecnológico y la aplicación de uno o de ambos en la producción de bienes y servicios mediante **la innovación tecnológica**.
- (v) La participación consciente, deliberada y protagónica de la población en todo los esfuerzos para la aceleración del desarrollo de la ciencia y la tecnología; y
- (vi) La responsabilidad ética en cuanto a los impactos directos e indirectos de dicho progreso, y el compromiso de ponerlo al servicio de la sociedad y los intereses de la nación.

Todo lo anterior **localizado en el presente y el futuro inmediato** y teniendo en cuenta las tendencias de avance de la ciencia y la tecnología en el país y el mundo.

<sup>8</sup> Véase **Edgard Morin**: *Introducción al Pensamiento Complejo*. Gedisa Editorial. Barcelona, 2001.

<sup>9</sup> Véase **R.D. Utría**: *El Desarrollo de las Naciones: Hacia un Nuevo Paradigma*. Editorial Alfaomega. Bogotá 2002.

En este contexto de referencia el *desarrollo científico y tecnológico* de un país o de una región parece constituir un proceso complejo y articulado en el cual podrían identificarse, al menos, cinco etapas principales.

**La primera** comprende el período de promoción, gestación y consolidación de **una cultura científica y tecnológica**, que impregne y transforme el conjunto de valores socioculturales, actitudes, motivaciones, aptitudes, valoración social de la actividad científica y otros factores conexos, tanto en el plano individual como en el colectivo. Y como resultado de estos cambios se genera también una nueva cosmovisión de carácter racional y de base científica que debe reorientar la vida cotidiana de la población.

**La segunda**, podría comprender el proceso de surgimiento y consolidación de **dinámicas locales de desarrollo científico y tecnológico**, que se manifiestan en el surgimiento de vocaciones individuales aisladas y pequeños grupos interesados en la ciencia y la tecnología —tanto desde la academia como de la investigación aplicada— que se constituyen en especie de embriones desencadenantes del proceso de desarrollo científico y tecnológico. En este momento surge el potencial humano y comienza el proceso de desarrollo del talento investigativo y el desencadenamiento de destrezas individuales para la ciencia y la tecnología. Es la hora del aprendizaje académico formal para dichos individuos y grupos.

**La tercera** correspondería a la conformación de auténticos grupos y centros investigativos académicos y particulares de carácter sectorial, pero con tendencia a la articulación sectorial y la integración polisectorial. Este momento refleja que el interés profesional por el conocimiento científico ha surgido y tiende a organizarse e institucionalizarse y, por tanto, corresponde a la etapa de comienzo de consolidación del proceso. Es el despertar de la capacidad creadora y de la búsqueda intencional de ampliación y profundización del conocimiento, y de su aplicación a la solución de problemas críticos de la sociedad, la incorporación y el aprovechamiento de los recursos naturales, la producción de bienes y servicios, la agregación de valor a la producción, la elevación de la calidad de vida y otros objetivos conexos.

**La cuarta** parecería corresponder al momento en el cual los anteriores grupos y centros entran en contacto con empresarios dinámicos e innovadores de los sectores privado y público y comienzan a trabajar juntos, con énfasis en la innovación tecnológica y con fines de elevación de la productividad y la capacidad competitiva. En este momento el proceso adquiere su mayor dinámica, trasciende los claustros académicos y los laboratorios individuales y se proyecta hacia el sistema productivo. Todo ello con base en la generación y adaptación de nuevo conocimiento básico y su aplicación sistemática en la innovación tecnológica, con lo cual se acelera el desarrollo de la capacidad creativa al impulso de la realización intelectual y profesional en marcha. Es también la hora del desarrollo empresarial motivado por la idea de generar nuevos y mejores productos y elevar la productividad de las empresas.

**Y la quinta** la constituiría el proceso por el cual los logros de la etapa anterior permiten organizar y operar grandes conjuntos integrados de investigación y producción científica y tecnológica en torno a la complementariedad multisectorial, a la capacidad instalada regional y local, la comunidad de intereses empresariales y a la asociación operativa en torno a “alianzas estratégicas”. Este es el caso de los grandes conjuntos científicos y tecnológicos de los Estados Unidos, Europa, Japón y China. Y estos son los *clusters* y las *alianzas estratégicas* de los cuales hablan Porter y Enright<sup>10</sup> proyectados hacia el desarrollo tecno-científico y que están de moda en el marco de la globalización de la economía. Es la hora de la competitividad y de la aceleración del desarrollo económico y el desarrollo social.

Es altamente probable que este proceso no termine allí, y que nuevos paradigmas impulsen adicionales y nuevas etapas, porque la historia del progreso humano es acumulativa y cada nuevo avance lleva aparejados impulsos creativos para nuevos progresos.

Obviamente este proceso puede tener sus excepciones. En los países subdesarrollados, por ejemplo, en los cuales priman las desigualdades socioeconómicas extremas, los progresos económicos asimétricos y contrastantes y las iniciativas y dinámicas aisladas, es frecuente que surjan individuos y pequeños grupos con estudios en el exterior y altamente capacitados y motivados en la ciencia y la tecnología. Esta circunstancia podría hacer posible el desencadenamiento de ciertas manifestaciones de desarrollo científico y tecnológico, pero la ausencia de los demás factores de soporte e interacción —y la misma artificialidad que entrañan los estudios en el exterior cuando se trata de actividades aisladas e inconexas— hace que generalmente estos esfuerzos individuales se frustren y los nuevos científicos tengan que emigrar a países industrializados que les ofrezcan las necesarias oportunidades de realización profesional. Sin embargo, al observar la experiencia de los países que lograron en los últimos 70 años un alto desarrollo en el sector de ciencia y tecnología si han cumplido en gran medida el mencionado proceso de etapas sucesivas.

---

<sup>10</sup> Véase **Michael Porter**: *La Ventaja Comparativa: Creación y Sostenimiento de un Desempeño Superior*. CECSA. México, 1987; y **Michael Enright**: *Regional Clusters and Firm Strategy*. Harvard Business School. Boston, 1994.

En todas estas etapas el sistema educativo nacional tiene una influencia decisiva. También la tienen los medios de comunicación y el espíritu *schumpeteriano* e innovador de los empresarios más dinámicos. Asimismo, la tiene el entorno internacional en cuanto permite o impide el acceso real y benéfico de los países periféricos que quieran superar el subdesarrollo en este campo a las fuentes y los mercados mundiales de la ciencia y la tecnología.

- **El desafío colombiano en el campo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación tecnológica**

Así, el verdadero reto que enfrenta el país en este campo es complejo y de largo plazo —dos o más generaciones— y debe concretarse en varios frentes principales: (i) La generación y consolidación de una cultura favorable al desarrollo científico y tecnológico; (ii) El desencadenamiento de una dinámica de vocaciones profesionales, actividades académicas e investigativas; (iii) El estímulo, la canalización, la organización y la consolidación de dichas actividades; y (iv) La garantía de la continuidad y sostenibilidad de estos esfuerzos.

Entre los instrumentos clave de tales esfuerzos juegan un rol decisivo los siguientes:

- El conocimiento profundo de la dinámica del desarrollo científico y tecnológico (cultura, etapas, dinámica, etc.) y de la filosofía, la sociología y los compromisos éticos y políticos de la CTI.
- La definición planificada de un camino viable, de largo plazo y con sentido de *proceso en ascenso*.
- La transformación estructural del sistema educativo nacional para darle adecuada cabida a los objetivos, metas y métodos propios del desarrollo científico y tecnológico.
- La generación, la adaptación, la copia, el perfeccionamiento de conocimiento científico y tecnológico en forma sistemática e institucionalizada.
- El adecuado aprovechamiento del conocimiento científico y tecnológico generado en el exterior.
- El aprovechamiento de dichos conocimientos conjuntamente con la ingeniería nacional, las técnicas tradicionales nacionales y la experiencia acumulada en estos campos, para generar una industrialización suficientemente autogenerada y autosostenida, basada en los recursos y fortalezas internas y la protección estratégica vigilada de la producción nacional.
- La Estrategia y el Plan de innovación tecnológica permanente y sistemática con el doble fin de consolidar el desarrollo científico nacional y regional y penetración en los mercados nacional e internacional.
- La educación, motivación y estimulación del empresariado nacional para la innovación tecnológica y el apoyo de la investigación científica.
- La organización institucional para la promoción, consolidación y regionalización del desarrollo científico y tecnológico.

***Innovación: eje de la sociedad del conocimiento en una visión de país.***

Es evidente el énfasis otorgado a la innovación como elemento central en la transición hacia la sociedad del conocimiento<sup>11</sup>. De otra parte, la experiencia internacional demuestra que en países de reciente y acelerada industrialización como Irlanda, Corea, Israel y Japón, el rasgo común a sus procesos de desarrollo es un **proyecto compartido de país, en el cual la ciencia, la tecnología y la innovación desempeñan un rol fundamental**. En particular, el desarrollo científico y tecnológico y el mejoramiento educativo son dos elementos estructurantes en la concepción y ejecución de la estrategia de desarrollo nacional la cual se ha basado en ejercicios de planeación de largo plazo concebidos, además, como un instrumento para avanzar hacia la globalización.

En aquellos países, las políticas están enfocadas al desarrollo manufacturero y de servicios que han implicado una profunda transformación de sus aparatos productivos. En dichas políticas se evidencia una decisión de incorporar conocimiento a la producción tradicional y a nuevos sectores de media y alta tecnología, dirigidos hacia los mercados nacionales e internacionales, lo que ha significado la consolidación de círculos virtuosos de desarrollo. En éstos, la modernización tecnológica tiene impactos positivos en la productividad y competitividad lo cual, a su vez, contribuye a la dinámica del desarrollo económico y del empleo.

Para dinamizar el avance tecnológico —dadas las evidentes fallas de mercado— las políticas públicas desde el gobierno, se deben enfocar a la aplicación de recursos públicos para inducir la inversión privada ya que ésta se convierte en un factor fundamental para asegurar capacidades tecnológicas avanzadas. Estas políticas públicas, deben fortalecer los regímenes de propiedad intelectual, incrementar los fondos

---

<sup>11</sup> Un ejemplo es el grupo de trabajo del Programa Milenio de la ONU, cuyo lema es: "de "Innovación: aplicando conocimiento en el desarrollo", UN Millennium Project, Task Force on Science, Technology, and Innovation, Earthscan, 2005.

públicos —a través de incentivos fiscales y financieros—, para asegurar inversiones privadas significativas, la continuación y eventual expansión del apoyo gubernamental a la investigación básica y la contribución al fortalecimiento de las competencias de la fuerza laboral.

El círculo virtuoso que es factible construir es el siguiente: un sistema de Propiedad Intelectual fuerte y operativo, la existencia de fondos públicos y privados de promoción y la existencia de capital humano de alto nivel, estimulan el aumento de actividades de I&D y de innovación. La I&D —pública y privada— y la existencia de innovaciones a su vez, estimulan el patentamiento local y extranjero, lo cual a su turno, contribuye a aumentar los stocks de capital de conocimiento que son determinantes importantes de la productividad total de los factores.

### **Relaciones entre tecnología y destrezas (educación).**

Con respecto a las relaciones entre tecnología y competencias se debe plantear que la experiencia internacional demuestra que los países exitosos en la aceleración de su proceso de crecimiento, además de haber logrado un entorno macroeconómico estable, la apertura comercial, atracción efectiva de la inversión extranjera, adoptaron unas políticas convergentes y sincronizadas en educación y en tecnología.

La fuerte complementariedad entre tecnología y educación —destrezas— se basa en tres hechos verificados en América Latina<sup>12</sup>: primero el requerimiento de trabajadores calificados para enfrentar el cambio tecnológico; segundo: la disponibilidad de un mayor número de trabajadores calificados en los países desarrollados ha motivado a las empresas a desarrollar nuevas tecnologías que aquellos son capaces de adelantar; en nuestros países se requiere una elevación en el nivel educativo de la fuerza laboral debido a que el *cambio tecnológico intensivo en destrezas* tiende a perpetuarse. Tercero, se requiere de trabajadores, ingenieros y científicos calificados para producir adaptaciones de tecnologías existentes y más aún para la creación de nuevas.

Sin embargo, la dinámica del sistema educativo tiene que estar sincronizada con la del comercio exterior, y la IED, con el fin de aprovechar de manera útil la apertura y la exposición a la tecnología extranjera, a partir de un personal capaz de adaptar y crear tecnología.

A partir de la experiencia chilena, en cuanto a los ciclos de largo plazo en la demanda de personal calificado y por tecnología, se ha perfilado la secuencia siguiente: partiendo de bajos niveles educativos y tecnológicos, al producirse las aperturas comerciales y a la inversión extranjera, se impulsa la transferencia de tecnología desde países líderes lo cual impulsó y facilitó la adopción y adaptación tecnológica que incrementó la demanda de personal calificado y su remuneración. Ello indujo el logro de un mayor nivel educativo previo a la etapa laboral. Lo anterior generó una elevación de los niveles educativos y de la rentabilidad educativa. Se incrementó también la productividad y el crecimiento continuo. En adelante, es preciso desarrollar una capacidad tecnológica endógena, e impulsar algunos sectores de frontera para que un país mantenga el nivel deseado de competitividad.

Desde el campo de la innovación tecnológica los esfuerzos para alcanzar la Visión 2019 se deben enfocar en:

#### **1 Fortalecer la institucionalidad: el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación**

En el nivel más operativo, histórico que teórico es posible establecer diferencias y desempeños en relaciones entre los actuales sistemas nacionales colombianos de ciencia y tecnología y el sistema nacional de innovación. Esto por cuanto la innovación es un fenómeno que integra la ciencia y la tecnología con las necesidades y los requerimientos de la sociedad, y para ello convoca los aportes de otros subsistemas sociales, como el que tiene que ver con los mercados de capitales y financieros, la capacitación y el entrenamiento, los sistemas de propiedad intelectual, los sistemas de normas y calidades, etc. Lo anterior justificaría que la denominación apropiada sería la de Sistema Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología, lo cual da cuenta además de la importancia mundial otorgada a la innovación como eje inductor del desarrollo de los países.

El esfuerzo para fortalecer el sistema nacional de innovación debe ser parte integral de la estrategia de competitividad de Colombia. La articulación de las políticas horizontales, sectoriales y regionales de innovación con las políticas de competitividad, en la perspectiva de lograr la visión 2019 debe ser la misión de una agencia especializada, que en este caso debe ser COLCIENCIAS, contando con un esquema organizacional adecuado a la mayor cobertura de su misión.

El ritmo de logro de las metas de inversión en ciencia y tecnología debe tener relación con el alcance y contenido del Pacto Nacional por la Innovación Tecnológica firmado el 17 de febrero: por parte del

<sup>12</sup> The World bank, op.cit., pag. 49

gobierno y el Estado, contribuir al incremento de la inversión total nacional en ciencia, tecnología e innovación, hasta alcanzar el 1.5% del PIB en el año 2015, mediante un esfuerzo mancomunado y convergente con el sector empresarial y la academia. En cuanto al compromiso del empresariado: contribuir con al menos el 50% de la inversión total nacional en ciencia, tecnología e innovación al año 2015.

## 2. Incrementar la capacidad científica y tecnológica del país

En el Pacto Nacional por la Innovación se asume por parte de la Academia:

- Formar más recurso humano de alto nivel —maestrías y doctorados— para la investigación y la innovación, en áreas estratégicas de la ingeniería y la ciencia.

## 3. Fortalecer la competitividad del sector productivo mediante la innovación tecnológica

Los compromisos acordados en el Pacto Nacional por la Innovación Tecnológica hacen relación con:

- Facilitar la transformación productiva mediante, una política explícita de desarrollo industrial y sus instrumentos, el fortalecimiento del sistema de formación profesional que vincule sus contenidos y enfoques con la innovación, el retorno al país de colombianos formados en el exterior y su vinculación a la empresa y la academia.
- Fortalecer el Sistema de Propiedad Intelectual, a través de la promoción y el apoyo de iniciativas que fomenten la creatividad, la inventiva, la investigación y la apropiación tecnológica de los colombianos, como pilares de la innovación y el desarrollo en nuestro país.

El empresariado se comprometió con:

- Transformar la oferta exportable de bienes y servicios con alto y mediano contenido de conocimiento, para que equivalga al 70% del total nacional en el año 2015.
- Impulsar la transferencia internacional de tecnología como un medio para la adaptación y la creación de tecnología local.
- Trabajar con los centros de desarrollo tecnológico, centros regionales de productividad, centros de investigación y con las universidades, en el fortalecimiento de competencias tecnológicas y el impulso de la transferencia nacional e internacional de tecnología, para satisfacer las demandas empresariales de investigación y desarrollo.
- Consolidar y difundir en todo el país esquemas asociativos entre empresas, para elevar el acceso y la cobertura de las actividades de investigación, desarrollo e innovación.
- Liderar el sistema de financiamiento para la innovación empresarial, a través de fondos de capital de riesgo, banca de inversión, el portafolio de servicios financieros para enfrentar la globalización y ser partícipe del Sistema Nacional de Innovación.

La Academia y actores de investigación y desarrollo tecnológico en el Pacto se comprometieron con:

- Otorgar prioridad a la investigación requerida por el empresariado y en general por el sector productivo.

## • **Ciencia y tecnología para el desarrollo nacional**

En cuanto respecta a los países periféricos, estos avances —y en general la ciencia, la tecnología y la innovación— deben ser aprovechados esencialmente para acelerar el desarrollo nacional y, por esta vía, satisfacer las necesidades, aspiraciones y expectativas básicas de los respectivos pueblos.

En razón de esta trascendental y compleja función, este *desarrollo científico y tecnológico* debe estar íntimamente relacionado, al menos, con ocho objetivos y procesos principales:

- (i) El desarrollo del talento humano y, por esta vía, contribuir a la realización personal de los seres humanos, tanto individual como colectivamente.
- (ii) La liberación de los potenciales y capacidades creativas individuales y colectivas en materia científica y tecnológica.

- (iii) La solución, por la vía del conocimiento científico y tecnológico, de los problemas críticos de la respectiva sociedad y la elevación de la calidad de vida de la población.
- (iv) La incorporación y el aprovechamiento de los recursos naturales, económicos y humanos al desarrollo regional y nacional.
- (v) La agregación de *valor* a la producción de bienes y servicios y, por esta vía, el incremento del ingreso nacional y de la población y, y por tanto, del desarrollo económico del país.
- (vi) La elevación de la competitividad de dicha producción en los mercados nacionales e internacionales.
- (vii) La satisfacción de las expectativas de la sociedad nacional en el campo de la cultura tecnocientífica que caracteriza a la civilización contemporánea. Y,
- (viii) A través de los anteriores objetivos contribuir en general al progreso de toda la humanidad y en particular del país.

Así, por su naturaleza y su función, el *desarrollo científico y tecnológico* se convierte en uno de los procesos fundamentales para el progreso de la sociedad nacional y en factor de poder y de competitividad económica internacional.

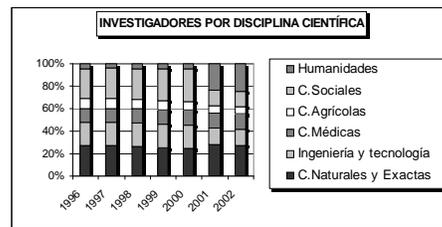
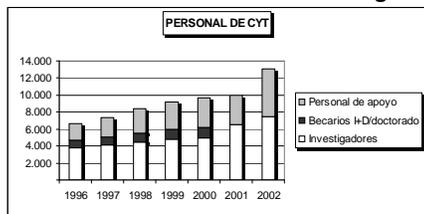
.....  
 Aceptar esta inconfortable situación no debe ser óbice para desanimarse. Al contrario debe tomársela como el gran desafío. El primer paso hacia la superación de la brecha es tomar plena conciencia de ella y entender que se requiere un esfuerzo formidable para recuperar el tiempo perdido y acortar la brecha. El segundo consiste en aceptar que no podemos improvisar, ni creer que se trata simplemente impulsar artificial y superficialmente las actividades científicas y tecnológica y la innovación. Se trata de un proceso complejo y de largo plazo, que está indisolublemente ligado al proceso de desarrollo nacional, del cual no puede divorciarse. En materia de auténtico desarrollo científico y tecnológico no puede improvisarse, ni pueden saltarse etapas ni existen los milagros.

#### IV. LOGROS Y LIMITANTES DEL PAÍS EN CTI

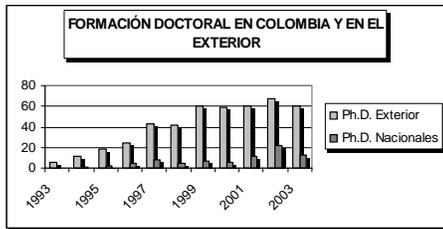
- **Evolución de capacidades científicas y tecnológicas – Algunos Indicadores**

Para la elaboración de las siguientes gráficas se utilizaron diversas fuentes como Colciencias, RICYT, OcyT, Superintendencia de Industria y Comercio.

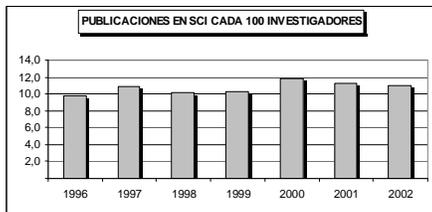
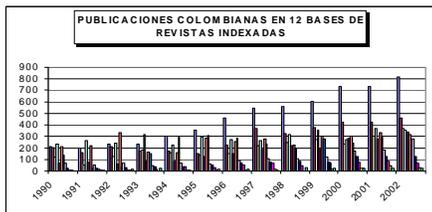
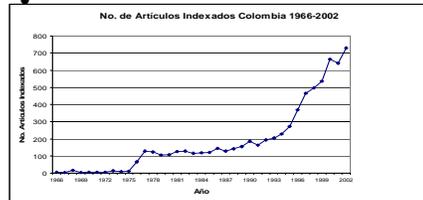
- **Evolución Número de investigadores**



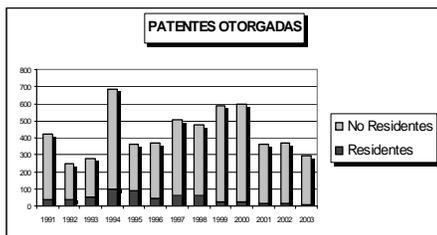
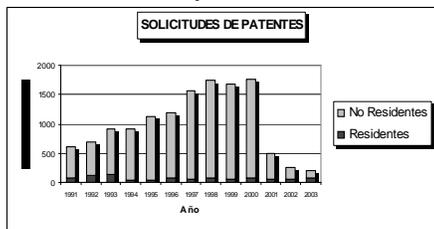
- **Número de Doctores formados**



- **Número de publicaciones/productividad**



- **Número de patentes/innovación**



- **Apropiación social**

En el año 2004 Colciencias contrató una encuesta relacionada con la percepción de los colombianos sobre la Ciencia y la Tecnología, siguiendo un modelo que se ha venido aplicando en otros países de América Latina. A continuación se adelantan algunos resultados del libro que se publicará próximamente.

- Los colombianos entienden la ciencia formando parte del mundo del progreso, es decir: *“El progreso científico y tecnológico ayudará a encontrar la cura para enfermedades como el sida y el cáncer”*.
- Para el público en general, el 51% considera que el desarrollo de la ciencia y los avances tecnológicos no traen problemas para humanidad, el 45% opinó que sí.
- Los aspectos que traen problemas son el deterioro del medio ambiente, la utilización del conocimiento para la guerra, la pérdida de valores morales, los peligros de aplicar algunos conocimientos y una concentración aún mayor del poder y la riqueza.
- Los docentes de educación básica y media tienen inquietud por la mejor manera de promover la ciencia, pero no ven el apoyo que esperan para promover la ciencia.
- La mayoría de los docentes universitarios no ven que en las universidades se estén desarrollando programas que son importantes como requisito del desarrollo de la ciencia y la tecnología.
- Los docentes universitarios son bastante críticos respecto de la formación y las destrezas en materias fundamentales para el desarrollo de la ciencia y la tecnología.
- Los empresarios son conscientes de la importancia de la integración de la empresa con la ciencia y la tecnología, pero simultáneamente no hay una percepción de que las cosas estén cambiando al ritmo de la ciencia y la tecnología.
- El público en general es consciente de que los países tienen un desarrollo muy embrionario de la ciencia. La mayoría en todos los países opina que hay un poco de ciencia y tecnología en muchas áreas, pero no hay un desarrollo científico realmente sólido. Es decir, a los países les “untan” la ciencia y la tecnología desde afuera, pero no es que la generen.
- De la asociación de ideas se desprende sobre todo que la ciencia para los colombianos es descubrimiento e invención.
- Luego en buena medida la identifican los segmentos de docentes como conocimiento/sabiduría. Los empresarios y público en avances.
- Es decir, hablar de “ciencia” y “tecnología” es referirse a un conjunto heterogéneo que incluye: investigaciones, aplicaciones y resultados.
- El 31% de los empresarios piensa que ‘en comparación con años anteriores, el interés del sector empresarial por invertir en innovación tecnológica’ ha aumentado significativamente, el 45% piensa que lo ha hecho más o menos, mientras que 24% piensa que ha sido poco.
- El 96% de los docentes universitarios creen que es importante desarrollar acciones encaminadas a la interacción de los estudiantes de maestría y doctorado con los científicos, y el 38% piensa que en su universidad ya hay acciones que atienden esta necesidad. Para ellos, el 93% consideran que es necesario orientar los planes de estudio de las Maestrías hacia la generación de conocimiento y resolución de problemas de investigación en los estudiantes y un 40% piensa que ya se está haciendo.
- El 27% de los docentes de educación básica y media considera que es más importante para la enseñanza la creación de grupos temáticos para desarrollar actividades investigativas.
- El 65% del público en general piensa que la ciencia y la tecnología en Colombia están algo desarrolladas y el 9% considera que están bastante desarrolladas.

- **Capacidades institucionales**

Si bien se ha visto la necesidad inminente de efectuar una evaluación rigurosa del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, SNCYT,<sup>13</sup> existe información fragmentaria sobre su funcionamiento, principales problemas e impacto.

En relación con los impactos, la presentación parcial del estudio “El impacto de la Investigación Científica sobre la Sociedad Colombiana” realizado por Forero et. al. plantea como conclusiones que:

- Los hilos de la ciencia se han multiplicado considerablemente en la última década.
- La ciencia está respondiendo a las necesidades de conocimiento de la sociedad y hay un número apreciable de vínculos entre la ciencia y los sectores productivos y sociales.
- Los escasos hilos de la ciencia con la tecnología que había en 1990 se han convertido en haces, pero aún no tenemos un tejido social del conocimiento en Colombia.
- El “cubrimiento” de las actividades económicas y de los programas sociales por el conocimiento es todavía incompleto y poco denso, a pesar de que los avances son notables.
- Se han tejido redes nacionales e internacionales. En las ciencias básicas, las redes han alcanzado una mayor densidad.
- Cada vez más, se produce en coautoría. Esto refleja el desarrollo de aprendizajes colectivos y la mayor importancia de la formación de nuevos investigadores.
- Las regiones muestran ventajas tanto en campos de la ciencia como en desarrollo de ciertas tecnologías. Estas ventajas deben potenciarse.
- La ciencia se ha desconcentrado geográficamente, pero no de forma suficiente.
- No es cierto que haya desconexión entre la ciencia y la sociedad colombiana:
  - 1800 grupos de investigación tienen 3.500 vínculos, fértiles en resultados observables, con empresas y entidades del país.
  - 52 % de los proyectos de ciencias sociales y humanas, salud y educación acompañan los temas centrales de los documentos del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES)
  - Aunque en forma poco densa y sin continuidad asegurada, todos los grandes cambios culturales del país han tenido acompañamiento por los proyectos de ciencias sociales y humanas y por los financiados por otras entidades.
- Las publicaciones científicas de Colombia muestran una dinámica de crecimiento sostenido, a pesar de la caída en la financiación. Esto refleja un cambio estructural fundamental en la actividad científica del país, una orientación a la internacionalización, y esfuerzos considerables de parte de las entidades ejecutoras de la investigación.
- Sin embargo, esa dinámica muestra signos de saturación (indexados siguen creciendo pero en forma desacelerada). Hay un punto de inflexión a partir de 1997 y menor estabilidad a partir del 2001.
- El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología muestra una ágil capacidad de respuesta, con respecto a la organización anterior. Ejemplo de ello: respuestas a los créditos BID 2 y 3 con respecto a BID 1.

Por otro lado, en relación con el funcionamiento del sistema, existe información fragmentaria sobre el mismo y sus principales problemas, con base en encuestas efectuadas a distintos actores del sistema (Monroy, 2004). En términos sintéticos, se plantea sobre el SNCTI que:

- Existe cierta desarticulación expresada en:
  - Hace falta una visión de largo plazo
  - No hay políticas concertadas entre los actores

---

<sup>13</sup> Ver Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Documento No. 04. Evaluación Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Términos de Referencia 1990-2004. Actualmente Colciencias se encuentra en proceso de apertura de una convocatoria para evaluar el SNCTI.

- El apoyo estatal continúa siendo insuficiente
  - El sistema cuenta con un eje orientador pero los actores lo interpretan de forma diferente, no hay unidad de criterio y no se ejecutan las soluciones propuestas a los problemas detectados.
  - Aunque contiene los elementos principales (academia, centros tecnológicos, sector productivo) los niveles de interacción entre estos son muy bajos.
  - El conocimiento del sistema como tal es asimétrico entre los actores.
  - El componente financiero del sistema, soportado por los presupuestos de entidades públicas en el apoyo a la innovación se encuentra desarticulado. Adicionalmente, el sector financiero está completamente ausente del sistema.
  - Aunque cada actor del sistema desempeña sus actividades de acuerdo con sus objetivos misionales, el Sistema no funciona como una organización social.
  - En el estudio mencionado se cuestiona si los Centros de Desarrollo Tecnológico, CDTs, cuentan con recursos apropiados para cumplir con su misión de realizar investigación aplicada o desarrollo tecnológico.
  - En relación con los Centros Regionales de Productividad se plantea el mismo problema de incapacidades por la falta de recursos debido a que se ha observado un cambio de misión hacia la consultoría.
  - Complementariamente a la poca capacidad investigativa de los CDTs, se detectó que las empresas no informan sobre sus actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación a los demás actores del sistema.
  - Se detectó en el sistema, que predominan las relaciones “formales” entre actores (contratos, convenios) por encima de la “informales” en la construcción de la organización social. Y aunque se observaron acciones como proyectos conjuntos, reuniones temáticas, manejo de la información y asesorías especializadas, la frecuencia de interacciones entre actores se califica como “baja”.
  - En el terreno de las potencialidades, los actores del sistema consideran importante ampliar sus relaciones con otros actores como el DNP y los ministerios, con centros de investigación y universidades internacionales, Colciencias, entidades financieras, empresas de bienes y servicios y la universidad en general.
  - En cuanto a las tensiones existentes se calificaron, en su orden: conceptuales y académicas, de carácter administrativo entre el componente académico y el productivo, aunque sorprende el grado de tensión interna en este último componente.
  - En cuanto a mejoras del sistema se recomendaron las siguientes acciones para articularlo:
    - formulación concertada de una política de CTI de alto impacto,
    - incremento de los recursos,
    - mayor estímulo para mejorar las interacciones entre los actores.
    - Complementado con acciones como la cofinanciación de proyectos, fortalecimiento de grupos y redes, financiación de proyectos conjuntos, formación de capital humano.
  - Se recomienda repensar el SNCTI para tratarlo como una organización social abierta, de acuerdo con los desarrollos más recientes del enfoque sistémico; esto se debe complementar con la formación de capital humano.
- **Brechas con otros países**

Un acercamiento a la literatura sobre el papel de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en las economías y en la sociedad nos lleva invariablemente al estudio de las causas o factores que promueven o impulsan el crecimiento económico así como el desarrollo humano y social de los países. Sin embargo, pese a su enorme importancia, la tasa de crecimiento de la economía continúa siendo una de las grandes incógnitas para los economistas.

La preocupación se encuentra desde los economistas clásicos quienes creían que la dotación de recursos naturales imponía restricciones al crecimiento, hasta llegar a un número importante de variables claves identificadas por los economistas del desarrollo desde mediados del siglo XX: inversión en infraestructura física (1940-1970); fomento al espíritu empresarial y estados empresarios (1958-1965); precios relativos “correctos” que garantizarían la asignación eficiente de los recursos (1970-1980); comercio internacional como motor del crecimiento mundial (1980 hasta nuestros días); el ineficiente papel y tamaño del Estado (1980-1996); la inversión en capital humano y modelos de crecimiento endógeno (1960, 1988 hasta la fecha); la efectividad de los gobiernos (1997 hasta hoy), entre otros (Adelman, 2001).

Algunos autores, desde la identificación en los años cincuenta del “residuo de Solow”, factor desconocido que explicaba en una alta proporción el crecimiento además de los otros factores de producción conocidos, y de la formulación de los modelos de crecimiento endógeno en los ochenta, donde la variable “cambio tecnológico” pasó a ser un factor explicativo importante, se preguntan, más que los determinantes de la tasa de crecimiento de la economía, lo que determina la tasa de cambio técnico. Esto ha llevado a proponer como respuestas, estrategias como la apertura económica, la estabilidad macroeconómica, la gobernabilidad, las reglas del juego, las instituciones, la disminución de la corrupción, la orientación hacia el mercado, el gasto público eficiente, entre otras variables “significativas”. De todas formas, la complejidad del proceso de crecimiento hizo que se promoviera el estudio de los indicadores de competitividad de los países, año a año, para poder identificar, con base en estas observaciones, esos determinantes del crecimiento (Blanke, Paua, Sala-i-Martin, 2003).

De este esfuerzo, promovido por el Foro Económico Mundial, se ha llegado a la síntesis de tres pilares básicos para el crecimiento económico: el entorno macroeconómico, las instituciones y el progreso tecnológico. Según los responsables del diseño de los indicadores de competitividad, la experiencia ha demostrado que las grandes diferencias entre los países ricos y pobres no radica tanto en la cantidad de bienes disponibles entre unos y otros, sino que los bienes que se adquieren actualmente en los países ricos no existían hace unos años (computadores personales, celulares, nuevas drogas y alimentos producto de la biotecnología) y los que llevan algún tiempo en el mercado son bastante más económicos que antes o su calidad ha mejorado sustancialmente. Y la explicación de este fenómeno está ligada a la tasa de crecimiento del cambio técnico y al esfuerzo de los países por investigar e innovar como la garantía para permanecer en los primeros lugares de “competitividad”.

En un real proceso de globalización es conveniente adelantar una comparación de las brechas de nuestro país en cuanto a productividad total factorial, tecnología y a destrezas (educación). Para las tres variables, Colombia, así como un grupo de países de Latinoamérica, exhibe profundos déficits con relación a países de industrialización reciente. La comparación se realiza para el periodo 1990-2000, mostrando en primer lugar que el crecimiento del promedio de la productividad total factorial en América Latina equivalió a una tercera parte de aquel de los “tigres asiáticos” y al 57 % del promedio de los países industrializados que cuentan con abundantes recursos naturales. En las variables de tecnología, controladas por sus niveles de ingreso per cápita: importación de bienes de capital como proporción del PIB, inversión nacional en I&D por trabajador, patentes registradas en Estados Unidos y promedio de computadores por 1.000 trabajadores, América Latina está en una posición inferior a la de los “tigres asiáticos” y a la de los países industrializados con abundantes recursos naturales.

Situación análoga se presenta en las variables educativas: años promedio de educación para la población mayor de 25 años, cobertura neta del nivel de secundaria, cobertura bruta de la educación superior y los resultados de tercera prueba internacional de matemáticas y ciencias. Se resalta que la comparación es importante dadas la comprobadas relaciones entre competencias, tecnología y la productividad total factorial.

Con relación al índice tecnológico, evaluado por el Informe Global de Competitividad del Foro Económico Mundial<sup>14</sup>, y teniendo en cuenta que para los países periféricos, el índice de tecnología tiene una ponderación de 1/3, Colombia se sitúa en el puesto 68 sobre 104 países, es decir que sólo supera al 34,6 % de los países de la muestra, resultado poco alentador y que impone grandes retos, en aspectos como: innovación (puesto 60), TIC (puesto 61), y en transferencia de tecnología (puesto 52).

El proceso de construcción de la sociedad de conocimiento requiere de una reflexión acerca de los efectos del proceso de globalización en los sistemas nacionales de innovación. Con relación a la globalización, cabe mencionar el acelerado proceso de adquisición de grupos empresariales y de grandes empresas nacionales por parte de transnacionales latinoamericanas y de otras naciones del mundo. Desde mediados de los 90 el capital extranjero ha adquirido en Colombia participación importante en la banca, sector eléctrico, de infraestructura, telecomunicaciones, siderúrgica, radio, transporte aéreo, y cervecería

<sup>14</sup> WEF, The Global Competitiveness Report 2003-2004, 2004

entre otros sectores. Este gigantesco proceso de adquisiciones y fusiones y su perspectiva de profundización dadas las necesidades de escala para la competencia en la globalización, tiene un impacto real en el sistema nacional de innovación, SNI, que exige repensar las políticas estatales de innovación y competitividad.

Existen cuatro patrones de comportamiento en las empresas y en el sistema productivo que explican el nuevo esquema de adquisición de capacidades tecnológicas e innovadoras. En primer lugar, existe un proceso simultáneo de modernización y de inhibición de las capacidades nacionales, debido a que la articulación a los sistemas internacionales de producción integrada, SIPI, ha inducido a las filiales locales de empresas transnacionales a reducir su diversificación; la incorporación de TIC ha acelerado la integración a los SIPI. De otra parte, la disminución del precio de los bienes de capital importados ha favorecido la sustitución de maquinaria y equipos de fabricación nacional; existe un debate en cuanto a los efectos de dicho fenómeno en la demanda de mano de obra calificada, ya que hay estudios que por el contrario comprueban que en Latinoamérica se ha incrementado la demanda de mano de obra con educación superior más que su desplazamiento, sobretudo en sectores que han tenido avance tecnológico<sup>15</sup>, argumentando que el cambio tecnológico se ha fundamentado en la utilización intensiva de personal que cuenta con destrezas.

El segundo patrón de comportamiento, es la marginalización y la destrucción de las cadenas productivas nacionales, implicando la desaparición de muchos proveedores nacionales por la producción importada. El tercer patrón de comportamiento es la especialización desigual en la producción de conocimiento, debido a que las empresas latinoamericanas han tendido a especializarse en actividades y procesos productivos relativamente poco intensivos en conocimiento tecnológico. El empresariado ha preferido explotar las rentas tradicionales de la dotación de factores antes que crear la oportunidad de aprovechar las rentas de conocimientos traducidos en innovaciones tecnológicas en el ámbito de clusters. El cuarto patrón de comportamiento es la transferencia de algunas actividades preexistentes de investigación y desarrollo al exterior. La adquisición de empresas locales y la integración a los SIPI habría implicado la reducción de actividades de investigación y de ingeniería en los países.

En términos de medición de cómo vamos hacia la sociedad del conocimiento, el modelo KAM del Instituto del Banco Mundial (Knowledge Assessment Methodology) permite tomar 80 variables de 128 países agrupados en cuatro pilares o grandes categorías, basado en 14 indicadores principales:

- Un régimen económico e institucional que provee incentivos para la creación efectiva, la difusión y el uso del conocimiento existente, para promover el crecimiento y aumentar el bienestar.
- Una población educada y capacitada que pueda crear y usar el conocimiento.
- Una infraestructura dinámica de la información que pueda facilitar la efectiva comunicación, difusión y procesamiento de información.
- Un sistema de innovación efectivo, compuesto por centros de investigación, universidades, instituciones inter, trans y multidisciplinarias, consultores, empresas y otras organizaciones que puedan aprovechar el stock de conocimiento global, asimilarlo y adaptarlo a sus necesidades locales, crear nuevos conocimientos y diseminarlos a través de la economía.

A través del modelo Kam se establecen dos Indices, a saber:

- Knowledge Economy Index (KEI) se calcula sobre el desempeño de un país o región en todos los cuatro pilares anotados teniendo la base de datos dos puntos de referencia: 1995 y el más reciente.
- El Knowledge Index (KI) se calcula sobre el desempeño de un país o región en tres de los pilares (educación, innovación, e infraestructura de información y comunicación)

### ***Tendencias significativas para Colombia***

De acuerdo con un análisis para 1995 y la medición más reciente bajo el modelo KAM, se encuentran las siguientes observaciones:

#### ***Aspectos Generales***

- Colombia descendió tanto en el KEI como en el KI, comparando el desempeño de 1995 con el más reciente.
- Colombia retrocede en los cuatro pilares, pero el mayor descenso se atribuye a los incentivos económicos y el régimen institucional y a la infraestructura de información. Los pilares de educación e innovación presentan igualmente un descenso pero se comportan mejor.
- Cuando se compara el KEI de América Latina con el KEI global, Colombia se desempeñó por debajo del promedio para ambos referentes, 1995 y el más actual.

---

<sup>15</sup> The World Bank, op.cit, pag. 49

- En el KEI de América Latina más actual, teniendo en cuenta los países más dinámicos, Colombia está por debajo del promedio y es superada, en su orden, por Chile, Costa Rica, Argentina, México, Brasil, Perú y Venezuela. Apenas le gana a República Dominicana.
- En el KI de América Latina más reciente, valorando los países más dinámicos, Colombia está por debajo del promedio. Es superada, en su orden, por Argentina, Chile, Brasil, Costa Rica, México y Venezuela. Apenas supera a Perú y República Dominicana.
- Cuando se normaliza el KEI por índice de desarrollo humano y por nivel de ingreso, Colombia se encuentra por debajo del promedio latinoamericano. Cuando se normaliza el KI, en ambas ponderaciones, Colombia se encuentra ligeramente por encima del promedio de América Latina.

#### **Capital humano avanzado**

- La matrícula de educación superior ha aumentado en forma considerable en las últimas décadas. Pero la cobertura se encuentra rezagada frente a los países líderes de América Latina, el Sudeste Asiático o los países de la OCDE.
- Es baja la producción de profesionales con formación doctoral, científicos e ingenieros.
- Adicionalmente es muy alta la migración de personas con formación secundaria y profesional. La fuga de cerebros de los colombianos sigue a la de los caribeños y los centroamericanos, y está por encima del promedio suramericano

#### **Sistema de Innovación**

- Colombia se encuentra por encima del promedio latinoamericano en indicadores como producción de artículos científicos y técnicos, matrícula de educación terciaria, participación del sector privado en la inversión en investigación y desarrollo, y colaboración entre la universidad y la empresa.
- Pero se encuentra por debajo en número de científicos en investigación y desarrollo, presupuesto de inversión en investigación y desarrollo, atracción de inversión extranjera en investigación y desarrollo, costo de creación de empresas, y patentes en la USPTO per cápita, entre otros indicadores.
- La inversión colombiana no llega al 0.3% del PIB y desciende en la medida en que el mundo entra en la economía del conocimiento. Esto implica una contratendencia preocupante si se tiene en cuenta la situación internacional. Por ejemplo, Brasil es el primer país latinoamericano que alcanzó la meta del 1% de inversión del PBI en investigación y desarrollo: 1,04% en 2000. Este índice se considera la frontera entre los países que empiezan a desarrollarse y los de economías débiles. El promedio de inversión europea es de casi 2%, mientras los países más avanzados se acercan al 3% y lo superan. La media latinoamericana es baja: 0,6%.

#### **Infraestructura de información**

- Colombia está por encima del promedio de América Latina en los indicadores de densidad telefónica en telefonía fija y móvil.
- Pero por debajo en los indicadores de computadores per cápita y acceso a internet, a pesar de un considerable incremento del 70% entre diciembre del año 2000 y junio del 2003 en este último aspecto.
- Colombia ha aumentado el índice de acceso digital de la UIT, pero se encuentra por debajo de países como Costa Rica, Uruguay, Chile, México, Brasil, Argentina, Venezuela y Perú en indicadores clave como el de computadores personales por habitante.

#### **Conclusiones significativas Colombia**

- Si bien existe la percepción de que Colombia está mejorando en los 14 indicadores señalados en los cuatro pilares básicos, la medición más reciente del World Bank Institute refleja que este esfuerzo no es suficiente para superar al promedio de América Latina y del mundo. Para comprender la realidad colombiana es necesario dimensionar la situación en una perspectiva global.
- Los nuevos retos ligados a los acelerados cambios tecnológicos, las comunicaciones y la globalización del comercio y los mercados del trabajo han acentuado los problemas tradicionales relacionados con la educación superior y la C&T. Por tanto, Colombia enfrenta la necesidad de adecuar sus instituciones, infraestructuras y sobretodo su sistema de educación superior al cambio global.
- Los principales problemas pueden caracterizarse como inadecuado acceso a capital humano avanzado, inversión insuficiente en investigación y desarrollo, y debilidad en la articulación del sistema nacional de innovación, a pesar de su contribución significativa al desarrollo nacional.
- Colombia presenta tendencias crecientes en la mayoría de variables de infraestructura de información. En general, Colombia lo hace mejor que lo que el tamaño de su economía le permite. Sin embargo, en América Latina se están dando condiciones favorables para que otros países nos adelanten.

## V. DESAFÍOS PARA COLOMBIA

### ***Incluir la Sociedad y la Economía de conocimiento en la Visión 2019***

- El conocimiento es el factor clave del desarrollo en la economía global. Hace la diferencia entre riqueza y pobreza. La creación y redistribución de la riqueza básica para que compita exitosamente una sociedad implica la necesidad de promover la redistribución del conocimiento porque la multiplicación o explosión del conocimiento aumenta las necesidades de educación masiva y pertinente de la población.
- Los objetivos centrales de la visión 2019 no podrán lograrse sin atender las realidades de la economía global del conocimiento.
- Las metas destacables para la visión 2019 son importantes pero no son suficientes para posicionar a Colombia en la sociedad y economía global de conocimiento.
- Es necesario identificar metas específicas más agresivas en los cuatro pilares anotados (régimen económico e incentivos, educación, investigación e infraestructura de información) pero también es necesario comprender la interrelación entre los diferentes aspectos involucrados y dar coherencia a las distintas políticas públicas inherentes a la construcción de una sociedad y una economía de conocimiento.

### ***Necesidad de una estrategia transición hacia la economía y sociedad del conocimiento***

- Colombia se encuentra en una situación promedio en América Latina. Sin embargo, el desempeño de la región no ha sido fuerte en los pasados veinte años, con lo cual se corre el riesgo de no aprovechar el potencial humano existente. Según el Banco Mundial, los países necesitan desarrollar estrategias para usar y crear conocimiento. Requieren evaluación detallada y planes concretos para mejorar el desempeño en sectores tradicionales, explotar oportunidades para impulsar los nichos de innovación existentes y desarrollar nuevos sectores competitivos (Dahlman, 2004). Cada país debe idear y ejecutar su propia estrategia de acuerdo a su situación y condiciones. Este es el caso de países como China, Brasil, Canadá, Singapur, Corea, Finlandia, Irlanda, que han diseñado estrategias recientes para realizar esta transición.

### ***Necesidad de enriquecer la perspectiva que fundamenta la visión 2019***

- Contar con una fuerte voluntad política para dar un salto cualitativo a largo plazo.
- Construir una visión integral desde el Estado que facilite la coordinación de políticas públicas, mejore la evaluación de políticas, planes, programas y proyectos y le de un lugar preponderante al pensamiento de largo plazo.
- Reconocer y medir efectivamente la economía de conocimiento desde las Oficinas Oficiales de Estadísticas.
- Estudiar a fondo las posibilidades de transformación productiva y escoger sectores estratégicos.
- Tener en cuenta estrategias que usualmente han sido considerados como mitos, por ejemplo, estimular la innovación en el sector de los servicios, explotar el potencial cada vez más importante de las empresas multinacionales, reformar los sistemas de educación superior e investigación pública (OCDE, 2004).
- Ir más allá de una mirada convencional e inercial del desarrollo
- Reconocer que pese a las brechas existentes, hay oportunidades para Colombia en la economía de conocimiento, que deben comenzar a ser aprovechadas desde el presente.

### • **Regionalización y políticas de CT+I**

Es el proceso de crear una capacidad para una acción independiente dirigida a desarrollar todo el potencial de un área infra-nacional o supra-local, a través de movilización de sus recursos y procesos de transformación para apropiarse de sus identidades locales y regionales.

La "regionalización" en CTI se entiende, como el conjunto articulado y coherente de esfuerzos y objetivos institucionales del SNCYT para promover, acelerar y consolidar el desarrollo científico y tecnológico en las regiones del país: promoción y surgimiento de una dinámica sociocultural, política e institucional en pro de la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica.

Ello en función de políticas nacionales y sectoriales, teniendo en cuenta el estadio de desarrollo general de las regiones, departamentos y municipios en CTI:

- i) potencialidad y capacidad para desencadenar y consolidar sostenidamente, actividades científicas y tecnológicas;
- ii) articulación, comunicación de doble vía y participación directa de las regiones en las actividades de Colciencias y el resto del SNCT.

## Objetivo de la Regionalización en CTI

Promover la cultura de CTI en las regiones como camino hacia la sociedad del conocimiento, buscando hacer los territorios más competitivos en la economía globalizada del conocimiento, como nuevo marco de referencia, en torno a:

- Promoción e impulso a dinámicas locales de desarrollo científico y tecnológico, basadas en la capacitación y la investigación.
- Fortalecimiento de vocaciones y destrezas individuales que se traduzcan en procesos masivos de formación de alto nivel, maestrías y doctorados.
- Promoción y consolidación grupos académicos y empresariales de investigación, empresas innovadoras y centros de capacitación y difusión, en esquemas de redes especializadas y organizadas en torno a proyectos específicos.
- Articulación y coordinación de estas redes nacionales, regionales y locales con todo el SNCyT.

Para tales propósitos es necesario que las estrategias identifiquen que:

1. Para superar la brecha de competitividad entre regiones, es necesario comprender que esta, no sólo es de tecnología sino, fundamentalmente, de voluntad política, educación y destrezas. Se requiere algo más allá de grupos de investigación y formación de doctores.

Decisión política, Cultura CTI,  
Educación ⇒ destrezas  
Tecnología ⇒ innovación,  
Productividad ⇒ Competitividad

2. Para las regiones en el reto de la competitividad es necesario dimensionar el paso de una economía basada en el uso y explotación de recursos naturales a una economía que basada en el conocimiento de las personas e instituciones, haga de esta explotación una posibilidad desarrollo económico sustentable y organizado, por tanto, el desarrollo científico y tecnológico de las regiones es un imperativo político y social, ya que en la economía del conocimiento las brechas en este campo aumentan las distancias entre las regiones.

En consecuencia, Las regiones deben ser comprendidas como sinergias protegidas por sus culturas propias y una mayor eficacia para resolver problemas planteados o para promover dialogo de saberes. Así mismo, la Visión 2019 debe tener en cuenta que no existen culturas sin regiones, tampoco regiones sin cultura.

Decir que Colombia es un país de regiones, es plantear la principal premisa para la construcción de una propuesta que conduzca a las sociedades regionales por la senda del conocimiento para el desarrollo.

De otra parte, la construcción de una política que fortalezca las capacidades regionales de CTI, debe comprender que las grandes diferencias existentes en la cultura de nuestras regiones, marca un punto de partida fundamental no solo para explicar brechas en las capacidades científicas y tecnológicas entre regiones y las diferencias en el acceso a recursos para la investigación y el desarrollo tecnológico, sino también y ante todo, para acertar en la formulación de una propuesta incluyente.

Esta propuesta, deberá presentar estrategias y mecanismos en la que todas las regiones se sientan identificadas, se planteen posibilidades reales para el acceso al conocimiento, formas que valoricen sus recursos, su cultura, sus instituciones y, sobre todo se contribuya a afirmar su identidad regional. Es decir, esta propuesta debe consultar formas de mejoramiento de:

- Producción y consumo de bienes y servicios
- Manejo de los problemas, construcción de soluciones y diseño de desafíos
- Relacionamiento, aprendizaje y negociación de instituciones regionales

En tal sentido, es necesario emprender medidas complementarias que apunten a la compensación de brechas entre regiones y permitan la articulación de regiones. Si la ciencia, la tecnología y la innovación, son el producto de una nación y no de un territorio específico, el asunto estratégico es llevar la capacidad científico-tecnológica para solucionar los problemas localizados y construir ambientes propicios para la distribución de la información y el conocimiento

Esto implica estrategias diferenciales en la construcción de redes de conocimiento, aprovechamiento de subregiones, ciudades intermedias, y ante todo, diseminar capacidades en todo el territorio, logrando una fluida y en doble vía, conversación entre la estrategia nacional de CTI y la estrategia regional.

### ***Sujetos de la Regionalización***

Con base en la sección anterior, estos tres sujetos deben ser el foco de los esfuerzos de la regionalización:

- *El primero y directo*, lo constituyen los individuos, grupos, instituciones académicas y empresarios que presenten capacidades, interés y motivación para el cultivo del conocimiento científico y tecnológico y las correspondientes actividades de investigación y creación.
- *El segundo*, la comunidad regional como sujeto activo de la cultura de ciencia y tecnología, considerada como terreno abonado para el progreso científico y tecnológico.
- *El tercero*, es la articulación y la coherencia de los programas del SNCyT entre sí y con respecto al objetivo del desarrollo científico y tecnológico, y la coordinación interinstitucional operativa de los diversos organismos nacionales participantes.

En este sentido, la “regionalización” debe promover en los departamentos y regiones del país el desarrollo científico y tecnológico, mediante la generación de dinámicas socioculturales individuales y colectivas de valoración, interés y motivación en el tema de la ciencia y la tecnología, así como el desencadenamiento de procesos de aprendizaje, ejercicio profesional y académico y organización institucional en dichos campos.

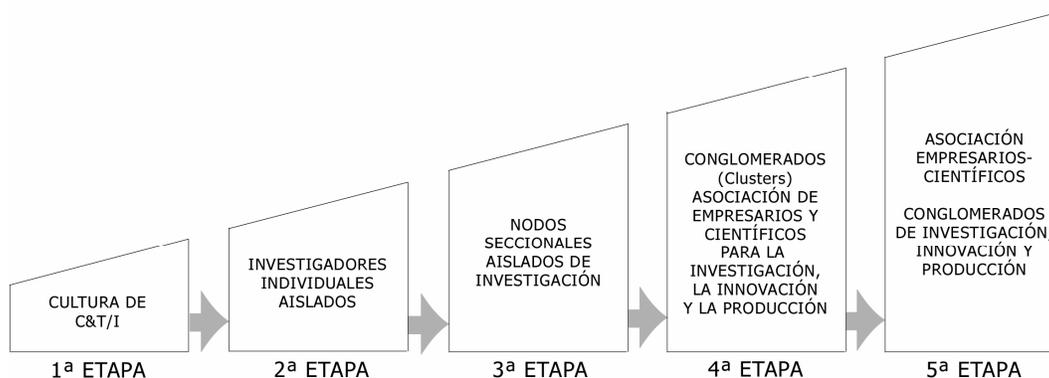
**¿Lógica Funcional o Lógica Territorial: Impulsar a todas las regiones (equidad) o impulsar a las regiones de mayor desarrollo ?** deben combinarse ambas estrategias, apoyar y ayudar a cerrar ciclos. Esto es promover la asociación de grupos de menor y mayor desarrollo, lo que lleva a una focalización funcional y no territorial de los esfuerzos de dicha regionalización. Esta estrategia enfoca acciones de fortalecimiento tanto en la dirección de regiones con menor desarrollo, como de sostenibilidad y excelencia en las de alto desarrollo de CTI, enfocando acciones para cada etapa del proceso de desarrollo científico y tecnológico, teniendo en cuenta Políticas Públicas Universales y escenarios de focalización de acciones, respectivamente.

Teniendo en cuenta las dinámicas globales, trans-multi e internacionales de la ciencia y la tecnología, la atracción de inversiones y capital humano avanzado y la transformación productiva, implican una comprensión avanzada de la globalización. La ciencia, la tecnología y la innovación se rigen por tiempos y condicionamientos propios, diferentes a procesos sociales concretos. de ahí que se deban estudiar las problemáticas locales con conocimiento de calidad universal.

Se puede combinar territorio y áreas estratégicas de conocimiento: Ejemplo de esto hoy se tiene las dinámicas de Valle del Cauca con Bioregión, Antioquia con Salud, Norte de Santander con Cerámicas. Todo ello, sin olvidar la base económica a la que debe llegar una estrategia de innovación y conocimiento, que permita hacer una transformación productiva, laboral y por ende empresarial como la que el país espera tener al año 2020.

Cómo lo indica la gráfica, el costo relacional del objeto y la capacidad de investigación, requiere conectar la capacidad con la oportunidad. De ahí, que surjan instrumentos diferenciadores y efectivos que permitan derramamientos de CTI - Etapa 1-, y la construcción y consolidación de desarrollos modernos e innovadores, en torno a núcleos complementarios e integrados de centros de investigación especializada - Etapas 4 y 5 - articulados con las correspondientes empresas aplicadoras y comercializadoras de los logros investigativos.

Gráfico  
EL PROCESO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO



R.D. UTRIA, 2004

## VI. LA ESTRATEGIA NACIONAL DE DESARROLLO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO E INNOVATIVO

Para participar activamente en dicha *sociedad del conocimiento* y beneficiarse efectivamente de sus frutos y poder contribuir a su funcionamiento y su desarrollo Colombia debe realizar un grande e inaplazable esfuerzo.

Tener acceso y participación en todos estos prodigios y asimilarlos y aprovecharlos no se consigue con sólo con buenos deseos y propósitos, pronunciamientos retóricos y la puesta en marcha de un conjunto de acciones dispersas y esporádicas. Se están realizando esfuerzos significativos, como la transferencia tecnológica de expertos extranjeros en visita académica a las universidades; asesorías en las empresas y algunos *centros de desarrollo tecnológico*; envío de estudiantes al exterior a cursar doctorados en algunos avanzados campos de la ciencia y la tecnología; estímulo y apoyo a vocaciones individuales; organización de *grupos de investigadores* y *centros de desarrollo científico y tecnológico*; financiación de proyectos inconexos de investigación o de creación tecnológica; y otras acciones afines. También se realizan esfuerzos en el campo de la conexión la redes cibernéticas de información y comunicación y la divulgación de sus aportes a amplios sectores de académicos e investigadores interesados. Todo esto es necesario y conveniente, pero no suficiente; ni apunta al fondo del proceso de inserción y participación activa en dicha sociedad del conocimiento.

Por eso la Visión 2019 en ciencia, tecnología e innovación se propone adelantar una segunda etapa de integración de todos estos esfuerzos y apuntarle a una estrategia de desarrollo científico y tecnológico. En este propósito lo que se requiere es **una estrategia de Estado y la respectiva voluntad política, que ponga en acción un profundo y acelerado proceso de cambio social y cultural, de largo plazo y carácter sostenido, de gran coherencia y pleno respaldo político y comunitario.** Ingredientes principales de esta estrategia son los siguientes:

- Un **Proyecto Político Nacional**, o compromiso general del Estado, la dirigencia política y la sociedad nacional en su conjunto de poner en marcha un *proceso de desarrollo científico tecnológico e innovativo*. Es decir un acto solemne de *voluntad política*.
- Un **Plan Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico e Innovativo** y sus correspondientes políticas, estrategias y acciones tanto nacionales como secto-territoriales, que identifique y explicita los objetivos, las metas, las áreas estratégicas la ruta crítica, el calendario, los recursos, la gestión operativa y demás instrumentos requeridos por la *planificación del desarrollo*. Este plan y sus instrumentos deben garantizar que la ciencia, la tecnología y la innovación estarán fundamentalmente al servicio del desarrollo social y no solo de la competitividad.

- La reestructuración y reorientación del **Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología**, para que incorpore la innovación tecnológica y funcione como el organismo rector y ejecutivo del *desarrollo científico y tecnológico nacional*.
- **Inventario/Balance del estado del proceso** de desarrollo científico y tecnológico, permanentemente actualizado y que incluya el análisis estratégico de los recursos disponibles, las potencialidades, las fortalezas, las debilidades, las oportunidades y otros factores, así como los correspondientes indicadores. Este instrumento debe servir de *línea de base* y de identificación y constatación periódica de logros.
- Una profunda **revolución educativa** consistente en la reestructuración y reorientación del sistema educativo nacional público y privado, para que suministre la educación y los conocimientos básicos, la estructura curricular, los métodos de enseñanza y aprendizaje, la disciplina de estudio y el conjunto de valores, actitudes, motivaciones y expectativas favorables al desarrollo científico y tecnológico.
- La **motivación reeducación del empresariado**, para inducirle interés por la innovación tecnológica y superarle la actitud tradicionalista y sin sentido de riesgo y comprometerlo en el reto nacional del desarrollo científico y tecnológico.
- Implantación del **sistema de educación continuada y permanente** para profesionales, técnicos, trabajadores y administradores, que les permita la actualización de sus conocimientos y destrezas y los habilite para entender y responder al proceso de innovación tecnológica continua y ascendente.
- La utilización a fondo de **avanzadas tecnologías de información y comunicación** en todo el proceso de desarrollo científico y tecnológico para vincular, en comunicación de doble vía y mediante una red de alta eficiencia y de fácil acceso, tanto a los actores directos (investigadores, académicos, empresarios, estudiantes, trabajadores) como a la población en general.
- El compromiso de la ciencia, la tecnología y la innovación con la **ética, los intereses de la sociedad y la nación, el desarrollo de la cultura nacional y con todas las áreas del saber** y con la debida atención a las ciencias sociales.
- La eficaz **regionalización de las actividades de promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación**, porque las regiones constituyen el escenario natural para el surgimiento y la consolidación de nodos de desarrollo científico y tecnológico.
- La **alianza estratégica del Estado, la academia, los trabajadores y el sistema financiero**, basada en la comunidad de intereses para la ejecución del Proyecto Político, su Plan, sus estrategias, políticas y acciones.
- La incorporación estimulada del sector financiero para que participe en el financiamiento del desarrollo científico y tecnológico del país.
- La **atmósfera cultural científica y tecnológica** en todos los aspectos de la vida nacional, sustentadas en valores, actitudes, motivaciones, expectativas y hasta cosmovisiones favorables al desarrollo científico y tecnológico.
- La **movilización societal** en torno al desarrollo científico y tecnológico, que se traduzca en motivación colectiva, alta valoración social de las actividades científicas y participación conciente y deliberada en los esfuerzos del desarrollo científico y tecnológico.

Para que este gran esfuerzo nacional fructifique se requiere una **estrategia bifronte simultánea**, es decir en dos frentes: Uno de largo plazo y de corto plazo.

El de **largo plazo** debe permitir concebir, programar y ejecutar el esfuerzo de largo plazo y carácter acumulativo, que involucra al menos a dos generaciones sucesivas, y tiene el carácter de proceso continuo y ascendente de cinco o más etapas, de acuerdo a la reseña presentada anteriormente.

El de **corto plazo** consiste en la canalización e integración en un programa integrado y coherente de las acciones convencionales en esta materia (doctorados en el exterior, proyectos experimentales, promoción de vocaciones, etc.), las cuales pueden contribuir a llenar vacíos existentes y ganar terreno, así como incentivar y aprovechar vocaciones y oportunidades y avanzar en aquellos campos del desarrollo científico y tecnológico que lo permitan.

## VII. OBJETIVOS ESTRATEGIAS Y POLÍTICAS CTI CORTO, MEDIANO, LARGO PLAZO 2005 – 2020

### COLCIENCIAS VISIÓN CTI - COLOMBIA 2019 FEBRERO 2005

OBJETIVOS CTI – VISIÓN COLOMBIA 2019	ESTRATEGIAS	METAS
<p>1. Transformar la actual economía y sociedad en una economía &amp; sociedad del conocimiento en Colombia, a través de los siguientes procesos cotidianos esenciales de apropiación social, de manera sostenida y por el termino de 15 años, a partir del Año 2005 hacia el Año 2019:</p> <p>1.1. Convocar la sociedad colombiana, en escenarios locales, regionales y nacionales, aun los colombianos en exterior, a convertir la creciente capacidad nacional en CTI en el instrumento fundamental para la construcción de una nueva sociedad que supere los actuales y recurrentes conflictos nacionales, mediante la acción e intervención de políticas ligadas realmente a las demandas esenciales: 1. Potabilización y Suministro del Agua 2. Conservación y Pureza del Aire 3. Seguridad Alimentaria 4. Manejo de los Residuos Sólidos y Líquidos Urbanos e Industriales 5. Calidad de la Salud y de la Vida; 6. Ocupación, Empleo y Recreación Productiva 7. Cantidad y Calidad de la Vivienda 8. Desarrollo de la Infraestructura y la Calidad de la Comunicación 9. Re-Programación de la Educación para un Comportamiento Responsable –ético y eficiente- de los Ciudadanos.</p> <p>1.2. Diseñar y programar los objetivos, procesos y resultados de la educación nacional para el futuro, guiados por tres criterios básicos: 1. Responsabilidad personal y social del ciudadano; 2. Comprensión y uso de metodologías de elaboración, aplicación, renovación y comunicación social del conocimiento; 3. Adquisición multilingüe de códigos lingüísticos comunicacionales para interactuar en escenarios y mercados del conocimiento y de bienes y servicios de las sociedades globalizadas</p> <p>1.3. Institucionalizar la información, consulta, asesoría, capacitación y evaluación basadas en los resultados y productos de la investigación y del desarrollo tecnológico en la toma -previa, en proceso y posterior- de decisiones legales, normativas y administrativas, por parte de quienes dirigen y administran organizaciones del Estado, del Gobierno y de la Sociedad, OGs y ONGs,</p> <p>1.4. Construir sistémica y sistemáticamente los escenarios y las redes de sistemas Web de la llamada cultura cibernética en la que la naciente economía y sociedad del conocimiento podrá hacer los mayores aprendizajes mundiales en la producción, gestión, comunicación, negociación, evaluación e incremento continuo del conocimiento, en el contexto de los proyectos mundiales de revolución e innovación tecnológicas.</p> <p>1.5. Constituir, fomentar y adoptar resultados del trabajo de Grupos de Pensamiento Estratégico en todas las organizaciones publicas y privadas comprometidas nacionalmente con la pervivencia de sus visiones y misiones hacia el futuro, cuyos factores de permanencia en los mercados y en las vigencias institucionales sociales y culturales cada vez mas, dependerán, del conocimiento experto incorporado a la organización, al producto y al servicio, por lo tanto, derivado de la naturaleza y pertinencia de la investigación, del desarrollo y de la innovación, tanto nacional como internacional</p> <p>1.6. Emplear plenamente la revolución de las tecnologías de la información y de la comunicación para inducir la inmersión de individuos y grupos en la economía y la sociedad del conocimiento en forma de procesos interactivos de producción, comprensión, convalidación, recreación y uso del conocimiento, dentro y fuera de los puestos d trabajo, a través de actividades de lectura, visión, audición, escritura, locución, discusión, sobre todo, como procesos de adquisición de los contenidos y códigos del conocimiento, cuya oferta supera el cometido de cualquier vida individual.</p> <p>1.7. Aplicar investigación a la necesidad de previsión, exploración, gestión y conservación de los sistemas ambientales, por constituir éstos patrimonio nacional sujeto a la renovación de recursos, sin embargo, sujetos a las propiedades de los sistemas vivos, por lo tanto, cerrados a las condiciones y alteraciones del medio del neo-tropical y expuestos a la dualidad de sus ofertas naturales de recursos y a la explotación y sobre explotación extractiva y productiva agro e industrial, presión demográfica tanto rural como urbana.</p> <p>1.8. Exponer los agentes de la economía y de la sociedad del conocimiento a los objetivos y resultados de la oferta de conocimiento existente, disponible y en procesos de conclusión que se realiza dentro de las instituciones y redes de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, mediante publicaciones, mesas, paneles, conferencias, impresos, emisiones, convocatorias, licitaciones, tendientes a que la totalidad de la economía y de la sociedad se informe, opine y actúe en la gestión nacional del valor y uso del conocimiento</p> <p>1.9. Movilizar los medios de comunicación nacional mediante una concertación innovadora,</p>	<p>Expedición Nueva Ley CTI PLAN ESTRATÉGICO 2020</p> <p>Conformar con Empresas Gremios Asociaciones Empresariales ARBOL EMPRESAS</p> <p>Innovación Tecnológica Producción Bienes &amp; Servicios Organizaciones</p> <p>Revolución Educativa Nueva Visión Operación Educación Siglo XXI</p> <p>Ley Orgánica Educación</p> <p>Incorporación de la CTI Decisiones Publicas ESTADO CTI ONLINE</p> <p>Diseño SISTEMA ADQUISICIÓN CONOCIMIENTO WEB</p> <p>Acuerdos Internacionales FORMACIÓN DE REDES</p> <p>Creación GRUPOS PENSAMIENTO ESTRATÉGICO Instituciones Organizaciones Corporaciones</p> <p>Aplicación CONOCIMIENTO EXISTENTE</p> <p>Uso Pleno TICs PRIVILEGIAMIENTO DE DOMINIO DE METODOLOGÍAS</p> <p>Gestión Estratégica SISTEMAS AMBIENTALES Cooperación Internacional Prioritaria</p> <p>Sometimiento de objetivos y Resultados del Conocimiento DISCUSIÓN NACIONAL</p> <p>REVOLUCIÓN MOVILIZACIÓN MEDIOS COMUNICACIÓN CTI ECONOMÍA &amp; SOCIEDAD CONOCIMIENTO</p> <p>CTI SATISFACCIÓN NECESIDADES HUMANAS &amp; SOCIALES</p>	<p>Legislatura 2005 Inversión &amp; Gasto 1.5</p> <p>Impactar 10% Año PYMES</p> <p>Organización del Conocimiento Por Problemas y Regiones</p> <p>Asistencia a Corporaciones para la Toma de Decisiones CTI</p> <p>Estrategias ADQUISICIÓN SECOND LANGUAGE Methodologies MUNLILINGUA</p> <p>Impactos Metodologías de Creatividad Lenguaje Comunicación Trabajo en Grupo</p> <p>Producción de Materiales Incremento Poblaciones Virtuales</p> <p>Movilización Masiva Poblaciones Estudiantiles Manejo Residuos Sólidos - Líquidos</p> <p>Eventos Diarios en Instituciones y Ambientes Políticos Productivos Educativos Culturales Sociales</p> <p>Uso de Productos Existentes Bajo Costo Auto- Financiamiento Función Social</p> <p>Estrategias Recuperación &amp; Adquisición Conocimiento Tradicional e Innovación</p>

<p>permanente y creativa para producir, realizar e interactuar programas, mensajes y consultas, de múltiples modalidades, dirigidos a grupos y a comunidades de poblaciones-objetivo, basados en los símbolos y objetos de la cultura llamada genéricamente científica, originados y destinados a hacer consciente e incrementar del conocimiento</p> <p>1.10. Incorporar la investigación, el desarrollo tecnológico en términos de innovación a la producción de bienes y servicios para competir en mercados locales, regionales, nacionales, globales, en virtud de que la economía del Siglo XXI se desarrollará con base en valores de activos intangibles de información, conocimiento y comunicación, por lo tanto, constituye la llave maestra del crecimiento y de la permanencia de la riqueza física</p>		
<p>Para el logro de los anteriores objetivos fundamentales y la eficiente aplicación de las respectivas estrategias se pondrán en marcha los siguientes objetivos instrumentales y sus correspondientes estrategias:</p> <p>2. <u>Integración el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación</u> – SNCTI- epistemológica, metodológica y operacionalmente con respecto a los conceptos y procesos de ciencia, la tecnología e innovación; a la constitución de subsistemas de gestión políticas del conocimiento; a su co-organización estatal en organismos de gobierno, ministerios e institutos descentralizados; a su conformación por áreas, sectores, regiones y localidades por parte de sus agentes públicos y privados que lo regulan (el Estado), lo producen, (los centros I&amp;D&amp;I), lo transforman en bienes y servicios (la Empresa), lo comunican (instituciones educativas, publicistas, culturales), lo convalidan nacional e internacionalmente (las comunidades pares dentro y fuera del país).</p> <p>2.1. Conformar un Sistema Operativo de Información &amp; Comunicación SNCTI en las regiones y en todo el país para la toma de decisiones, desempeño, resultados e impactos que contenga indicadores específicos de evaluación previa, en proceso y final</p> <p>2.2. Crear Redes Interactivas de Instituciones, Investigadores, Trabajo en Red, Proyectos, Bases de Datos, Publicistas, Financiadores, Evaluadores, Comunicadores, Empresarios, Expertos, Gestores, conocimiento tanto nacionales como internacionales.</p>	<p>DIRECTIVA PRESIDENCIAL COORDINACIÓN GUBERNAMENTAL Mesas CTI Regionales:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gobierno</li> <li>2. Empresariado</li> <li>3. Academias</li> <li>4. Organizaciones Sociales</li> </ol> <p>SISTEMA NACIONAL CTI Información &amp; Comunicación</p> <p>Promoción e Inducción Trabajo en Red</p>	<p>Revisión Normatividad Mapas Institucionales Información &amp; Comunicación Bases Datos Publicaciones</p> <p>Sistemas Regionales Info&amp; Comunicación CTI Trabajo Conjunto DANE</p> <p>Plataformas Recursos Mantenimientos</p>
<p>2. <u>Creación de Centros de Excelencia de Producción de Conocimiento</u></p> <p>2.1 Focalización del esfuerzo nacional investigativo, de desarrollo tecnológico y de innovación en ocho grandes áreas temáticas que nucleen ocho (8) Centros de Excelencia con propósitos de incrementar productividad y competitividad de la economía y sociedad del conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Bio-Diversidad y Recursos Genéticos</li> <li>→ Patologías y Ciencias de la Salud del Trópico</li> <li>→ Modelamiento y Simulación Fenómenos Procesos Complejos</li> <li>→ Cultura, Instituciones Gestión de Conflictos y Desarrollo Local</li> <li>→ Materiales Avanzados y Nanotecnología</li> <li>→ Fuentes y Desarrollos Energéticos</li> <li>→ Biotecnología e Innovación Agroalimentaria y Agroindustrial</li> <li>→ Tecnologías de la Información y la Comunicación.</li> </ul>	<p>ESTRATEGIA CENTROS EXCELENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Política</li> <li>→ Científica</li> <li>→ Organizacional</li> <li>→ Financiera</li> <li>→ Administrativa</li> <li>→ Física</li> <li>→ Regional</li> <li>→ Internacional</li> </ul>	<p>Planes de Acción</p>
<p>3. <u>Incremento de la Capacidad de Producción Científica, Tecnológica e Innovadora de la Economía &amp; de la Sociedad del Conocimiento</u></p> <p>3.1. Inter-relacionamiento la infraestructura de producción y servicios de I&amp;D&amp;I mediante acuerdos y programas locales, regionales e internacionales para la consecución efectiva de objetivos, reducción de costos e incrementar la competitividad.</p> <p>3.2. Optimizar métodos, prácticas y protocolos de análisis y síntesis en la elaboración, crítica y renovación del conocimiento entendidos como empresas para obtener y patentar resultados.</p> <p>3.3. Creación de Redes Institucionales de Organismos de I&amp;D&amp;I para fortalecer la capacidad de oferta/demanda de financiamiento y de subcontratación con entidades públicas y privadas locales, regionales, nacionales e internacionales</p>	<p>Promoción Nacional, Regional, Internacional Trabajo Colaborativo</p>	<p>Redes Proyectos Redes Temáticas Redes Capital Humano Redes Capital Social</p>
<p>4. <u>Generar y Consolidar Capacidades de CTI en Todas las Regiones</u></p> <p>4.1. Diseño de un sistema de información regional georeferenciado que indique la situación departamental y regional en CTI.</p> <p>4.2. Impulsar el desarrollo regional a través de la incorporación de la ciencia, la tecnología y la innovación como elemento fundamental para movilizar el potencial que posee cada una de ellas y hacerlas más competitivas, mediante el establecimiento de fondos de inversión con entidades territoriales regionales para el co-financiamiento de las actividades científicas y tecnológicas en cada una de las regiones colombianas.</p>	<p>PROCESO NACIONAL GESTIÓN ESTRATÉGICA CTI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Visión de País 2019</li> <li>→ Rol Región Visión País</li> <li>→ Construcción CTI Región</li> <li>→ Atmósfera Ciudadana</li> </ul>	<p>Ordenamiento Territorial Planes Regionales CTI</p>

<p>4.3. Consolidar la participación regional en el impulso a la CTI, creando y fortaleciendo grupos de investigación en las áreas estratégicas mediante la creación de esquemas asociativos entre Universidades, Centros de Desarrollo, Centros Regionales de Productividad, Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica y Centros de Investigación Regional, privilegiando el financiamiento de proyectos de investigación e innovación que impliquen la alianza y vinculación entre regiones y centros de diversos grados de desarrollo con los Centros de Excelencia financiados por Colciencias</p> <p>4.4. Consolidar la institucionalidad regional en ciencia, tecnología e innovación, a través de la reactivación de los Consejos Departamentales de CTI - CODECyT como instancias consultivas y decisorias de la inversión regional y las áreas estratégicas a fomentar a partir de la CTI en las regiones.</p> <p>4.5. Consolidar la Agenda de CTI como instrumento que diagnostique el estado de capacidades y diseñe proyectos estratégicos que a partir de la ciencia, la tecnología y la innovación de instrumentos para mejorar el desarrollo económico regional en el mediano plazo.</p> <p>4.6. Promoción de esquemas de investigación que privilegien la gestión territorial a través de Programas Territoriales de CTI</p> <p>4.7. Impulso a proyectos de ciencia, tecnología e innovación que potencien las capacidades regionales de acuerdo con su vocación y oportunidad que desarrollando ejercicios de previsión científica y tecnológica, comprometan al sector empresarial regional en la incorporación sistemática de la CTI, en las empresas.</p> <p>4.8. Identificar y promover la consolidación de clusters con oportunidades competitivas en CTI articulados con capacidades regionales</p> <p>4.9. Posicionar como una prioridad regional la formación en maestrías y doctorados, en las áreas estratégicas y énfasis temáticos definidos en el nivel local por las Agendas Regionales de ciencia y tecnología, dando prioridad a las regiones de menor desarrollo en los programas de formación de recurso humano de alto nivel.</p> <p>4.10. Promover la financiación de cursos de idiomas (Inglés) conjuntamente con las Gobernaciones, gremios e instituciones públicas y privadas, que faciliten el acceso de mayor número de ciudadanos a la formación de alto nivel en el exterior</p> <p>4.11. Establecimiento de fondos con entidades territoriales regionales para el co-financiamiento de las actividades científicas y tecnológicas en de cada una de las regiones colombianas.</p> <p>4.12. Conformación de nodos regionales de investigación en CTI que integren en alianzas estratégicas los esfuerzos de los departamentos que cuenten con programas afines y/o complementarios.</p>		
<p>5. <u>Formación del Capital Humano y Social para la CTI</u></p> <p>5.1. Consolidar una política de formación y reintegro de post-graduados en el exterior</p> <p>5.2. Fortalecer el financiamiento de programas de doctorados nacionales en las ocho (8) de los centros de excelencia</p> <p>5.3. Financiar actividades de incorporación de investigadores colombianos en organizaciones de I&amp;D&amp;I en exterior, así como de investigadores extranjeros en instituciones colombianas de investigación</p> <p>5.4. Crear y perfeccionar el Sistema Nacional de Investigadores.</p> <p>5.5. Evaluación de Doctorados nacionales</p> <p>5.6. Formación de Recursos Humanos en Gestión Tecnológica</p> <p>5.7. Creación de un Centro de Alto Nivel de Ingenierías</p> <p>5.8. Articulación de la formación técnica y tecnológica al SNCYT</p> <p>5.9. Ampliación de la cobertura de doctorados nacionales</p> <p>5.10. Consolidar los créditos condonables</p>	<p>DISEÑO PLAN FORMACIÓN CAPITAL CAPITAL SOCIAL 2019 REGIONAL NACIONAL INTERNACIONAL</p>	<p>Desagregación PLAN ESTRATÉGICO DE CYT 2020</p>
<p>6. <u>Fortalecimiento de la infraestructura física para la generación de conocimiento</u></p> <p>6.1. Establecimiento de programas de co-financiación para la adquisición de equipos científicos</p>		<p>Desagregación PLAN ESTRATÉGICO</p>

<p>destinados a los programas de doctorado y centros de excelencia y para la construcción de las correspondientes instalaciones.</p>		<p>DE CYT 2020</p>
<p>7. <u>Generación y desarrollo de una cultura científico-tecnológica en la sociedad colombiana</u></p> <p>7.1. Innovación en los modelos de aprendizaje/enseñanza centrados en la adquisición/elaboración del conocimiento a partir de la identificación, explicación y solución de problemas</p> <p>7.2. Implementación de una campaña continua y de largo plazo dirigida a la divulgación y promoción de la actividad científica, tecnológica e innovación, así como su valoración social, a través de diferentes medios de comunicación.</p> <p>7.3. Implementación de un Premio Nacional Anual de CTI que estimule la investigación y la creación en los diversos frentes de la actividad científica y tecnológica.</p>		<p>Roles Actores</p>
<p>8. <u>Internacionalización de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en Colombia</u></p> <p>8.1. Desarrollo de la capacidad de negociación de Colombia en la agenda global de CTI</p> <p>8.2. Desarrollo de alianzas estratégicas para el intercambio y la transferencia tecnológica</p> <p>8.3. Puesta en marcha y consolidación del programa "Cerebros Colombianos en el Exterior" para vincular la diáspora científica colombiana al desarrollo de las capacidades de CTI en el país</p> <p>8.4. Identificación, gestión y promoción de la oferta y la demanda de CTI a nivel internacional</p> <p>8.5. Promoción y consolidación del programa de diplomacia científica</p> <p>8.6. Apoyo a redes internacionales temáticas para potenciar las capacidades nacionales y promover investigaciones sobre temas relevantes de Colombia</p>		
<p>9. <u>Fortalecer la cultura de la Innovación en Colombia</u></p> <p>9.1. Fomentar el esfuerzo del sector privado en el gasto total de inversión en CT+I</p> <p>9.2. Apoyar la formación de magísteres y doctores con el respaldo y el compromiso de las empresas y los centros de desarrollo tecnológico.</p> <p>9.3. Lograr un acuerdo político del más alto nivel para el impulso a la innovación</p> <p>9.4. Apoyar y fomentar la vinculación Universidad-Centro de investigación y/o desarrollo tecnológico-Empresa.</p>	<p>Evaluación de impacto de los incentivos, el crédito, y de otras modalidades de impulso.</p> <p>Contribución al fortalecimiento del sistema de propiedad intelectual.</p> <p>Profundizar las modalidades de cofinanciación, crédito a la innovación y el desarrollo tecnológico.</p> <p>Creación de nuevas modalidades de incentivos a la inversión privada en innovación y desarrollo tecnológico.</p> <p>Identificación de la demanda de formación por parte del sector productivo.</p> <p>Aprobación de un documento CONPES de innovación y su apropiación social</p> <p>Gestión del Pacto Nacional por la Innovación Tecnológica.</p> <p>Promover la modernización de los estatutos de propiedad intelectual de las universidades públicas.</p> <p>Promover proyectos empresariales que surjan del trabajo de grupos y centros de investigación. (spin offs)</p> <p>Realizar cada tres años la Encuesta de Innovación y Desarrollo tecnológico y articular una red de universidades a la investigación del tema.</p>	<p>Participación privada el 50 % del total en el 2015</p> <p>Cofinanciar la solicitud de 80 patentes por año</p> <p>Lograr un factor de apalancamiento de 3 en cofinanciación y de 7 en crédito.</p> <p>Crecimiento de un 20 % anual real del monto de los incentivos fiscales (exenciones de IVA y deducción de renta).</p> <p>30 personas por año iniciación proceso de formación.</p> <p>10 universidades cada año modernizan su estatuto de PI.</p> <p>Apoyo a 10 proyectos cada año.</p> <p>Realización de la encuesta en 2008, 2011, 2014, 2017 y 2019.</p> <p>Cuatro universidades cada año se vinculan a la red.</p>

<p>9.5. Apoyar la organización y consolidación de clusters de conocimiento e innovación.</p> <p>9.6. Propiciar la actuación de 30 Centros de Desarrollo Tecnológico sostenibles con capacidad institucional de nivel internacional.</p> <p>9.7. Promover el mercado del conocimiento en el campo tecnológico y de la innovación</p> <p>9.8. Promoción de los lazos institucionales entre instituciones y firmas.</p> <p>9.9. Apoyar el desarrollo de ejercicios de prospectiva y vigilancia tecnológica en sectores económicos.</p>	<p>Cofinanciar pasantías de investigadores en empresas</p> <p>Consolidación de parques científicos y/o parques tecnológicos.</p> <p>Apoyar ejercicios de prospectiva tecnológica en clusters estratégicos.</p> <p>Implementar una política nacional para los centros de desarrollo tecnológico</p> <p>Realizar Encuentros Nacionales de Innovación cada dos años.</p> <p>Realizar ruedas de negocios tecnológicos</p> <p>Buscar alianzas con firmas privadas para adelantar acciones conjuntas enfocadas a realizar vigilancia tecnológica, transferencia, adaptación e innovación tecnológica.</p> <p>Cofinanciación con el sector privado</p>	<p>30 pasantías de investigadores al año.</p> <p>Consolidar un parque por año, hasta un total de 10 parques en el país.</p> <p>10 ejercicios de prospectiva realizados</p> <p>Realización de encuentros en 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017 y 2019</p> <p>Realización de dos ruedas anuales.</p> <p>Cuatro proyectos de alianza público privada en operación, para dar origen a 5 nuevas empresas por año.</p> <p>Dos ejercicios al año hasta completar 10.</p>
<p>10. <u>Vinculación del Sector Financiero a los esfuerzos nacionales en CTI</u></p> <p>10.1. Promoción y estímulos al sector financiero para que participe en el financiamiento de los programas y proyectos de desarrollo científico y tecnológico.</p>		
<p>11. <u>Elevar el financiamiento del desarrollo científico y tecnológico al 1.5% del PIB nacional</u>, en conformidad con los compromisos internacionales adquiridos por el país.</p>		

## BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

ADELMAN, Irma. 2001. "Fallacies in Development Theory and Their Implications for Policy" en Meier, G. y Joseph Stiglitz editores, *Frontiers of Development Economics. The Future in Perspective*. Oxford University Press.

Banco Mundial (2001) *De los recursos naturales a la economía del conocimiento*, Banco Mundial, Washington.

BLANKE, Jennifer, Paula Fiona y Xavier Sala-i-Martin. 2003. "The Growth Competitiveness Index: Analysing Key Undepinnings of Sustained Economic Growth" en 2003 World Competitiveness Report. World Economic Forum.

Boisier, Sergio (2002) *Sociedad del conocimiento, conocimiento social y gestión territorial*, Documento de trabajo N. 5, Instituto de Desarrollo Regional, Fundación Universitaria, Sevilla.

Caballero García, Araceli (2004) *La brecha educativa es la decisiva en la sociedad de la información*. Entrevista a Manuel Castells, Cuadernos Internacionales de tecnología para el desarrollo humano.

Cardoso, Fernando Henrique (2001) *La Globalización y el Capitalismo Salvaje*, diario El Mundo (España), 7 diciembre 2001.

Castells, Manuel (2000) *La ciudad en la nueva economía*, La factoría N. 12, junio-septiembre.

Chaparro, Fernando (2003) *Apropiación social del conocimiento, aprendizaje y capital social*, Corporación Colombia Digital, Bogotá.

Chaparro, Fernando (2003) *Fomento de la productividad y la competitividad por medio del uso creativo de las tecnologías de la información y las comunicaciones*, Corporación Colombia Digital, Bogotá.

COLCIENCIAS. 2004a. *Informe de Gestión, Julio 2003- Julio 2004*. Bogotá.

COLCIENCIAS. 2004b. *Direccionamiento Estratégico 2004-2006: una visión al 2020*. Bogotá, noviembre.

Dalthman, Carl (2004) *Challenge of the Knowledge Economy: Towards a Pragmatic Innovation Agenda*, Knowledge for Development Program, March 16, Fundación Chile, Santiago. *De Ferranti, David; Perry, Guillermo; Gill, Indermit; J. Luis Guasch; Maloney, William; Sánchez-Páramo, Carolona; Schady, Norbert (2003) Cerrar la Brecha en educación y tecnología, Banco Mundial – Alfaomega, Bogotá.*

Dalthman, Carl (2005) *Advancing Knowledge in the Public Sector: A World Bank Perspective*, *Advancing Knowledge and the Knowledge Economy* January 10-11, Washington.

Dos Reis Velloso, Joao Paulo, coordinador, Fernando Henrique Cardoso et al (2002) *O Brasil e a economia do conhecimento*, Editora José Olympio, Rio de Janeiro.

Embassy of the People's Republic of China in Spain (2004) *China en la economía de conocimiento*, Beijing Informa.

EUROPEAN COMMISSION. 2003. *Third European Report on Science & Technology Indicators, 2003. Towards a Knowledge-based Economy*. Brussels.

Fernández, Luis Angel (2003) *La economía del conocimiento según la OCDE*

Gault, Fred (2005) *Measuring knowledge and its economic effects: the role of official Statistics*, in *Advancing knowledge and the knowledge economy*, National Academies of Science, Washington D.C., January 10-11.

Grindley, Peter & Sullivan, Patrick (2001) *Diferencias irreconciliables? Gestión de las interfaces de creación de conocimiento*. En: *Rentabilizar el capital intelectual. Técnicas para optimizar el valor de la innovación*, Patrick Sullivan –editor-, Paidós, Barcelona.

Guerra, Maria del Rosario (2005) Por una apuesta conjunta de largo plazo, Editorial del especial del diario Portafolio dedicado al Pacto Nacional por la Innovación Tecnológica, viernes 4 de marzo.

Holm-Nielsen, Lauritz (2005) Capital Humano Avanzado. Clave para Insertar los Países en la Sociedad del Conocimiento y Mejorar su Competitividad, Seminario Internacional: Pacto Nacional por la Innovación, Bogotá, 17 de febrero.

Holm-Nielsen, Lauritz; Blom, Andreas & García, Patricia (2003) Cómo procurar las capacidades necesarias para la economía del conocimiento, Banco Mundial en breve, No. 19.

Koulopoulos, Thomas & Frappaolo, Caal (2001) Gerencia del Conocimiento, Mc Graw Hill, Santa Fé de Bogotá.

Londoño, Juan Guillermo (2005) Innovación criolla, una quijotada, El Tiempo, domingo 6 de marzo.

MELO, Jorge Orlando. 1992. "La historia de la Ciencia en Colombia", en Predecir el pasado: ensayos de historia de Colombia, Colección Historia No.4, Fundación Simón y Lola Guberek, Bogotá.

Ministerio de Comunicaciones de la República de Colombia (2004) Estrategia para el desarrollo de la industria del software, Bogotá.

MONROY, Sonia Esperanza. 2004. "Nuevas políticas y estrategias de articulación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación Colombiano". Tesis de grado, Maestría en Administración, Universidad Nacional de Colombia, Junio 15 de 2004.

Montenegro Trujillo, Santiago (2005) Visión Colombia 2019, Departamento Nacional de Planeación, enero 14.

OECD (2004) Les pays de l'OCDE investissent plus dans la recherche-développement, mais ils sont confrontés a de nouveaux défis, Paris, 23-12-2004.

OECD (2004) Science, technology and Industry: Outlook, OECD; Paris.

OEI (2004) VI Taller de Indicadores de Ciencia y Tecnología -- Interamericano e Iberoamericano, Buenos Aires, 15/Septiembre.

Osorio, Carlos (2002) La Universidad del Valle en la Sociedad del Conocimiento, Documento especialmente preparado para Plan de Desarrollo, Universidad del Valle, Cali.

OSPINA, Martha Luz. 1998. Colciencias, 30 años: memorias de un compromiso, COLCIENCIAS-SECAB, Bogotá.

Prins, Arturo (2004) ¿Brasil, primer tigre latinoamericano?, Buenafuente.com, diciembre 11.

Redes (2004) Los indicadores de la Sociedad del Conocimiento y los indicadores de Innovación, Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior.

REDES. 2003. El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2003. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior de la Asociación Civil Grupo REDES, sede de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

Salazar, Mónica (2004) Consolidación de indicadores para una sociedad del conocimiento, Informe de Consultoría presentado al Grupo Redes y al Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, junio.

Salmi, Jamil (2003) Construyendo sociedades de conocimiento, Resumen Ejecutivo, Panorama General y principales hallazgos, Banco Mundial, Washington.

Sullivan, Patrick (2001) Rentabilizar el capital intelectual. Técnicas para optimizar el valor de la innovación, Piados, Barcelona.

The Task Force on the future of american innovation (2005) The knowledge economy: is the United States losing its competitive edge? Benchmarks of our innovation future, February 16,

UNESCO (2002) Building knowledge societies, Executive Board, Hundred and sixty-fourth Session, Paris.

World Bank Institute (2005) The interactive knowledge Assesment Methodology, <http://info.worldbank.org/etools/kam2005>

World Bank Institute (2005) The knowledge Assesment Methodology and Scorecards, <http://info.worldbank.org/etools/kam2005>