



# **CIENCIA Y TECNOLOGIA EN COLOMBIA**

Por: **Francisco G. Restrepo G.**

## PRESENTACION GENERAL

**L**a Fundación Proantioquia se vinculó desde 1989 al Proyecto Prospectivo COLOMBIA SIGLO XXI, auspiciado por Confecámaras, las Cámaras de Comercio del país y Colciencias. Su participación inicial fue con el estudio sobre Geopolítica Global, analizando cinco escenarios futuros: La Cuenca del Pacífico, la Globalización de la Economía, los Mapas del Futuro, la Tecnosfera y el Comercio Mundial.

Con este nuevo aporte "CIENCIA Y TECNOLOGIA EN COLOMBIA DE CARA AL SIGLO XXI", se pretende incitar una discusión y reflexión sobre el papel que debe jugar el desarrollo científico y tecnológico, como factor clave para el desarrollo social y económico del país hacia el próximo siglo.

El desarrollo científico y sus incesantes aplicaciones tecnológicas se han convertido al finalizar el siglo XX, en fuerzas claves para la economía, el comercio y la geopolítica internacionales. Ante las perspectivas de una economía global de carácter interdependiente e interactuante, de un comercio internacional cada vez más condicionado al valor agregado y a la calidad como estrategias competitivas y de una compleja mutación geopolítica como resultado del fin de la "Guerra Fria" y de la conformación de megabloques en el ámbito internacional, los temas de Ciencia y Tecnología (C + T) adquieren una singular y capital importancia en la agenda de prioridades de los países tanto avanzados como en desarrollo hacia el siglo XXI.

La incidencia de (C + T) en la sociedad humana se remonta a los orígenes de la historia, pero su mayor repercusión e impacto es de carácter reciente, a partir de la Revolución Industrial de mediados del siglo

XVIII. No hay duda que la industrialización fue una ruptura radical para el modelo agrícola, orientado a la producción de alimentos como actividad económica y social dominantes; los factores de producción básicos fueron la mano de obra campesina, la tierra y técnicas rudimentarias de cultivo, irrigación, recolección y almacenamiento de las cosechas.

El nuevo paradigma industrial trajo mutaciones radicales: La tierra perdió importancia ante la fábrica; las manufacturas desplazaron a los bienes agrícolas en razón de su mayor valor agregado, vinieron nuevas formas de organización social, como la urbanización acelerada alrededor de los centros fabriles, ocurrieron cambios dramáticos en la familia y en la educación, aparecieron también nuevas formas de organización, división y especialización del trabajo, y se generó paulatinamente el modelo de "Sociedad de Consumo", como nuevo paradigma económico, contrapuesto al de "Sociedad de Subsistencia" para el modelo tradicional agrario. En la Era Industrial el desarrollo tecnológico se presenta escalonadamente a partir de tres grandes oleadas de innovaciones, algunas originadas en el pragmatismo técnico experimental, otras, las más recientes, respaldadas y mediatizadas por los avances científicos. Sin duda que la máquina de vapor y la mecanización jugaron el papel clave como catalizadores del nacimiento industrial fabril, al subsistir la fuerza muscular humana o animal para la producción de bienes destinados a atender la demanda de una masa creciente de consumidores. La máquina de vapor fue posteriormente aplicada en el ferrocarril y en el barco, para revolucionar el transporte como actividad complementaria e interdependientemente de la industria, en razón del movimiento -mayores volúmenes y mayor velocidad- de los insumos industriales: trabajadores, materias primas y productos terminados. La segunda oleada industrial se presentó a finales del siglo XIX, esta vez más influenciada por el desarrollo científico y tecnológico, que por el ingenio técnico pragmático. Los avances en las matemáticas, la electricidad, la

termodinámica, la química y la biología, potenciaron la llamada "Segunda Revolución Industrial" al despuntar el siglo XX, con la aplicación de la electricidad y los motores de combustión interna en la producción fabril y en el transporte, de la química en la producción de materias primas artificiales y productos de amplio espectro de aplicaciones y por los nuevos enfoques en la Biología y Medicina con grandes repercusiones en los campos de la nutrición y salud. La utilización creciente del petróleo como combustible y materia prima industrial y la también creciente mecanización de las labores repetitivas en las líneas de producción fabril que se universalizaron, marcaron un claro perfil a la sociedad industrial del siglo XX.

Durante la Segunda Guerra Mundial se incubó la "Tercera Revolución Industrial", gracias a la aparición del computador electrónico y de la electrónica, los cuales en las décadas siguientes y mediante un dinámico ciclo de innovaciones radicales crecientes, han dado origen a la actual "Sociedad de la Información" o "Sociedad de Tercera Ola" según Alvin Toffler; en este nuevo paradigma, el desarrollo científico y tecnológico con un comportamiento exponencial-geométrico en cuanto a innovaciones y aplicaciones, ha alcanzado connotaciones sociales, económicas y políticas nunca antes logradas en la historia. Estas nuevas tecnologías altamente dependientes y demandantes del conocimiento científico han creado su propia sinergia, dando origen a nuevas disciplinas y áreas del saber: microelectrónica, informática, telecomunicaciones, automatización, robótica, nuevos materiales, biotecnología, genética, instrumentación, química fina y opto-electrónica. El común denominador científico, económico y social de las altas tecnologías es respectivamente alta demanda de conocimiento científico y/o tecnológico; alta demanda de capital; y baja demanda de fuerza laboral. La creciente penetración de estas nuevas tecnologías en la producción mundial -agricultura, industria y servicios- esta generando intensos ajustes e impactos en la distribución de la producción,

en el perfil del comercio internacional, en la calidad de vida y en la geopolítica mundial. Los países más avanzados experimentan hoy grandes cambios económicos como resultado de las políticas sociales, comerciales y tecnológicas orientadas a transformarse en sociedades industriales a sociedades informatizadas de "tercera ola". La situación de los países en desarrollo, no es menos dramática y compleja, en razón de que en ellos conviven simultáneamente sociedades agrarias atrasadas con incipientes esfuerzos de industrialización tardía, enmarcados ambos modelos por una notable debilidad estructural, en lo científico y tecnológico.

La reciente oleada de los países en desarrollo de "Apertura económica" y desencadenar "Procesos de internacionalización" en sus economías con el fin de penetrar los mercados mundiales y participar en la redistribución de la producción internacional, deja clara la impreparación en el condicionante tecnológico, que en último término define la competitividad o no de los bienes y servicios del mundo en desarrollo, sea en sus propios mercados domésticos o en la arena del comercio mundial.

La actual situación de desventaja de Colombia en (C+T) como variable clave para el éxito de la "Apertura económica e internacionalización", tiene sus orígenes en factores de vieja data: el modelo Cepalino industrial; la escasa atención del Estado a (C+T); y los problemas de enfoque y concepción de la educación en todos sus niveles. Estas tres áreas neurálgicas, han sido en años recientes por fortuna, encaradas por el Estado, la Industria y la Universidad de manera vigorosa y estratégica, con el fin de garantizar que el país tenga éxito en su proceso aperturista y de inserción en la economía global que se perfila para la década.

Dada la proliferación y disponibilidad de literatura retrospectiva sobre las tres temáticas anteriores el esfuerzo de este trabajo se orientará a sólo dos aspectos: la prospección al mediano plazo -hacia el año

2000- y las estrategias/acciones a implementar en el presente.

## SECTOR PRODUCTIVO Y (C=T) DE CARA AL SIGLO XXI

Colombia se constituye por excepción con otros pocos países latinoamericanos, en uno de los pioneros de la industrialización desde finales del siglo XIX. Diferentes autores identifican los siguientes factores como determinantes de esos primeros esfuerzos de industrialización: la ubicación geográfica de ciudades como Bogotá, Medellín y Cali con economías mediterráneas y dependientes de un costoso y demorado transporte marítimo y terrestre para acceder a las mercaderías foráneas; la tradición mercantil de los dos siglos anteriores que en combinación con la actividad minera, permitieron disponer de capitales para la financiación industrial; el espíritu empresarial y recursivo de las gentes mediterráneas del país; algunos factores coyunturales como el ferrocarril, la navegación fluvial y la minería de oro que propiciaron la creación de las primeras industrias siderúrgicas, metalúrgicas y talleres para maquinaria rodante; también se identifican como factores promotores, las acciones de los gobiernos, algunas de corte proteccionista por medidas aduaneras como las de Reyes en 1905. Las primeras décadas del siglo XX se caracterizaron por la aparición y consolidación de industrias en los ramos de bebidas, alimentos, textiles, cementos, acero, lojería y vidriería, licores, confecciones, curtimbres y refinería de petróleo. Después de la Segunda Guerra Mundial siguen dos décadas de intensa industrialización en ciudades como Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Barranca, Bucaramanga y Manizales en ramos de bienes de consumo e intermedios. La fundación del IFI en los 40s y la Ley 81 de 1960 propiciaron la creación de un sinnúmero de empresas industriales, orientadas a la sustitución de importaciones, cubriendo un amplio espectro desde los productos básicos hasta algunas

líneas de bienes de capital. La estructura industrial del país al inicio de los años 70s presentaba ya un significativo grado de articulación intrasectorial de tipo vertical y horizontal, una modernización y diversificación aceptables a la fecha y una interdependencia con la acción del Estado en campos como el sistema vial y férreo, radiocomunicaciones, servicios públicos y la industria petrolera. Sin duda, el modelo cepalino protegió y permitió el crecimiento industrial colombiano hasta los años 70s, cuando sucesivas crisis y factores exógenos empezaron a afectar negativamente al sector productivo nacional: las crisis del petróleo y del dólar, la revolución tecnológica de los años 80s con nuevos paradigmas de producción y comercialización mundiales y muy particularmente, a partir de la apertura de la economía nacional con miras a participar en una economía global. La presión externa de los organismos financieros -BM y FMI-, la necesidad de un crecimiento económico superior al de una economía protegida y fatigada y la experiencia exitosa de países volcados al comercio exterior, incidieron en la decisión oficial de 1989 y 1990 de adoptar un modelo aperturista, en contraposición al proteccionista tradicional. Pero el desarrollo industrial existente bajo el modelo cepalino, suponía una protección aduanera para la producción nacional que generaba en el sector industrial vicios deméritos como la obsolescencia tecnológica, baja calidad, precios no competitivos en términos internacionales que pondrían a la industria en dificultades tan pronto el modelo aperturista alzara las compuertas de los gravámenes aduaneros para las importaciones. La apertura fue ratificada por la administración Gaviria con carácter de acelerada, no reversible y total para otros sectores como el agrícola, el terciario y hasta el propio Estado en sus empresas de servicios; bajo estas nuevas coordenadas el sector manufacturero colombiano emprendió un rápido ajuste estratégico durante los años 91 y 92 orientado a la modernización del aparato productivo, a la capacitación del recurso humano, a la priorización de mercados, a los ajustes y



redefinición de las líneas de producción, a la búsqueda de oportunidades de negocios en el exterior y la articulación de la actividad industrial con el sector terciario a través del comercio y las finanzas; adicionalmente, la decisión del Estado de modernizarse siendo eficiente y liberando campos de su acción tradicional a los particulares, abrió nuevas posibilidades a los empresarios industriales. Paralelamente, la apertura está mostrando nuevos senderos de oportunidades industriales que superan las fronteras nacionales: la integración Colombo-Venezolana, el Grupo de los Tres (México, Colombia y Venezuela), el Pacto Andino, el Mercado Centroamericano y el del Caribe, Mercosur y NAFTA (Area de Libre Comercio entre EUA, Canadá y México) por citar los más opcionados; con la perspectiva anterior quedan claras las prioridades estratégicas del sector productivo, para sortear con éxito la "Apertura y el Proceso de Internacionalización" de la economía colombiana: Modernización tecnológica e interacción con el Estado.

### **Modernización Tecnológica:**

La producción industrial colombiana creció al 4.5% durante 1992, a pesar de una serie de factores adver-

sos, nuevos unos, otros de carácter crónico, como el racionamiento eléctrico, la competencia foránea, la inversión desviada a otras actividades, la reforma tributaria y el deteriorado ambiente social y político. Este crecimiento ciertamente notable en 1992, indica que la industria se está volviendo progresivamente más competitiva y ello debe estar motivado por un proceso de modernización tecnológica. Durante 1992 la ANDI y la Fundación Proantioquia aplicaron una encuesta con el fin de determinar las acciones empresariales en materia de modernización, emprendidas por las 136 empresas más importantes del país y cuyos resultados se sintetizan así:

- a. La modernización actual está extendida a los sectores de alimento, bebidas, textiles y confecciones, cuero, papel, productos químicos, caucho y plástico, productos metálicos y maquinaria de transporte y eléctrica.
- b. Está ocurriendo principalmente en Bogotá, Cali, Medellín, Cartagena, Manizales y Pereira.
- c. Ha sido motivada por miedo a la pérdida de los

mercados locales y también por la oportunidad de ampliar las ventas con los nuevos mercados en el exterior.

d. La competitividad está íntimamente condicionada a bajar costos de producción, mayor productividad, mejor calidad y mercadeo y modernización tecnológica permanente.

e. La estrategia de supervivencia es creciendo la producción y diversificándose.

f. El horizonte estratégico es el corto y mediano plazo con igualdad en prioridad.

g. Las áreas de planificación estratégica en la empresa son: mercadeo, producción, gestión, finanzas, recursos humanos y tecnología.

h. La gerencia ha sido la principal promotora de la modernización tecnológica, la cual se ha realizado en las plantas existentes.

i. Las fuentes de financiación han sido los recursos propios y financiación nacional; marginalmente, el crédito externo y el Leasing.

j. Las áreas claves de capacitación de los recursos humanos han sido: sistematización y automatización, innovación de procesos y productos, gestión tecnológica, mercadeo y finanzas internacionales e idiomas foráneos.

k. En cuanto a las universidades, se considera idóneo el profesional técnico que forman, aunque con debilidades en sus conocimientos de gestión, idiomas foráneos y actualización tecnológica. Opinan también, que les interesa trabajar con las universidades en investigación, aunque las consideran muy teóricas, que desconocen al medio industrial y que tienen problemas

de obsolescencia en tecnología. Planteamientos análogos se formulan al SENA.

La modernización tecnológica va en progreso en un número importante de empresas industriales y agroindustriales, pero no es suficiente como estrategia de supervivencia y crecimiento: existen tres conceptos adicionales que el país tiene que aplicar de manera estratégica: la reestructuración, la reconversión y el redespigie industrial.

La Reestructuración apunta a la redefinición -via nuevos eslabones en las cadenas productivas o por articulación entre cadenas- de la estructura industrial/empresarial con miras a la optimización de procesos para alcanzar la competitividad; esta estrategia debe plantearse no sólo bajo una mirada nacional, sino con un enfoque internacionalizado para buscar además las posibilidades que ofrecen las economías de escala; un buen ejemplo de reestructuración es el caso del sector siderúrgico y metalmeccánico de Colombia y Venezuela, para articular y complementar ambos aparatos industriales, favoreciendo las economías comparativas de cada uno de los sectores de cada país. La Reconversión Industrial apunta más a los cambios intrínsecos que deben hacer las empresas para garantizar su supervivencia, con miras al mercado; así empresas dedicadas a atender mercados domésticos dentro un modelo cepalino, pueden reconvertirse a industrias de exportación o de carácter mixto. La Reconversión implica también, el cambio de misión y negocio de la empresa, cuando la apertura crea condiciones de pérdida de competitividad -ejemplo para un monopolio ineficiente- o cuando se abren perspectivas nuevas de negocios en otras áreas, de mayor conveniencia y rendimiento. Dentro de las opciones de reconversión industrial que se le presentan al país, las Empresas de Base Tecnológica (EBT), se constituyen en una posibilidad atractiva en razón del elevado valor agregado que generan, del desarrollo científico y tecnológico que propician y los potenciales de articula-

ción a la producción mundial y nacional por el uso de manufactura de componentes relacionados a tecnologías de avanzada. Las EBT permiten generar y aplicar avances tecnológicos, orientados a la adaptación/creación de productos y/o procesos cuya tecnología anterior era inferior o desconocida. Las EBT se constituyen en catalizadores de la economía por incrementar la oferta de bienes y servicios, mejorar la eficiencia de procesos, diversificar en mayor grado la producción, mejorar la calidad y dar costos competitivos. También poseen notables ventajas con relación a las industrias convencionales, como con una moderada inversión para la creación de las EBT, la producción no requiere de grandes instalaciones, sólo se requiere de equipos y maquinaria especializados de una razonable elasticidad y el valor agregado que generan, se centra y condiciona en la calificación del recurso humano, en el acervo de conocimientos y en la actividad de investigación y desarrollo. Las experiencias de EBT en Colombia se inician en la década de los años 80s, concentrándose en el área de la electrónica y la microelectrónica aplicadas a los controles automáticos, fuentes de alimentación eléctrica, instrumentos de precisión, partes y accesorios para sonido, video, telecomunicaciones y equipos informáticos. Hacia el futuro se abren grandes posibilidades en los campos biomédicos, biotecnología, informática de software, manufactura flexible y nuevos materiales. El Redespliegue Industrial apunta a la reubicación geográfica y distribución espacial del sector productivo, con miras a lograr una mayor eficiencia y competitividad. Entre las modalidades figuran los parques industriales, las zonas francas industriales, ciudadelas industriales, tecnopolis y ciudadelas de ciencia. Colombia ha avanzado hasta el presente en materia de zonas francas industriales en ciudades como Bogotá, Medellín, Rionegro, Quitama, Bucaramanga, Cali y Barranquilla principalmente, en las que se han aprovechado los conglomerados industriales, puertos, aeropuertos y facilidades viales. La tendencia mundial está apuntando hacia tecnópolis, tecnopolos y ciudadelas de ciencia, con una marcada

concentración en la incubación de industrias de alta tecnología, grandes centros de investigación y desarrollo patrocinados por empresas industriales, entidades gubernamentales y universidades; su perfil es claro: actividad investigativa para impulsar tecnologías de punta, alta calificación del personal científico y técnico, producción de alto valor agregado y concentración espacial de centros de investigación, universidades, empresas tipo EBT e infraestructura de apoyo como vías, telecomunicaciones, vivienda y servicios públicos generales. Las experiencias más exitosas se concentran en los EUA (Valle del Silicio, Ruta No. 128 y el Triángulo de Carolina del Norte), en Inglaterra con sus Parques de Ciencia (Oxford y Cambridge), en Francia con la Cite de Science en París y varios tecnópolis y en el Japón, con tecnópolis como Tsukuba. En Colombia hay varios obstáculos para sortear, si se pretende acceder a esta modalidad de concentraciones espaciales para favorecer el desarrollo científico, tecnológico e industrial: falta de concertación entre el estado, la industria y la universidad, apatía, desconfianza y divorcio; atraso tecnológico generalizado en los sectores de punta; poca fundamentación en las ciencias básicas; falta de claridad en el empresariado en cuanto a los nichos competitivos que se presentarían como oportunidades nuevas para la industria nacional de cara a la apertura; tampoco existe dentro de la cultura empresarial colombiana, conciencia sobre la necesidad de invertir en investigación y desarrollo, como actividad institucional estratégica.

### **Interacción con el Estado:**

El Plan Nacional de Desarrollo de la actual administración "La Revolución Pacífica", se constituye en un importante esfuerzo del Estado para dar respuesta a los retos del cambio en el mundo y en el país: La apertura económica, la nueva constitución y el movimiento de descentralización de las regiones. El agotamiento del modelo económico proteccionista, ineficiente y enclaustrado, le ha planteado al Estado nuevos roles y desafíos como condicionantes para promover la efi-

ciencia, equidad y crecimiento económico: estas prioridades se definen en el Plan como ampliación y cualificación del capital humano, la construcción y mejoramiento de la infraestructura física, la estrategia ambiental y el fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica.

La modernización y la apertura no pueden ser posibles y sostenibles sin un gran apoyo al desarrollo de la ciencia, a la transferencia y apropiación tecnológicas y a la incorporación del conocimiento en las actividades del sector productivo nacional (agricultura, industria y servicios). En lo institucional el Estado, crea un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología como instrumento de gestión, con un esquema sectorial descentralizado que incluye novedosas modalidades de financiación y contratación. El Plan en lo interinstitucional, fija varios programas de mediano y largo plazo en las áreas de interés del sector productivo: Desarrollo Industrial y Calidad, Ciencia y Tecnología Agropecuario, Ciencia y Tecnología de Energía y Minería, Ciencia y Tecnología de la Salud, Electrónica, Telecomunicaciones, Informática y Biotecnología. El objetivo fundamental del Programa de Desarrollo Tecnológico es lograr que la industria nacional compita con éxito en los mercados locales e internacionales. Para cumplir con este propósito, las empresas deben entrar en la cultura de las innovacio-

nes industriales en procesos y productos: como factores de la innovación se identifican la normalización, metrología, control y certificación de calidad, propiedad intelectual y la prestación de servicios tecnológicos. En el sector primario, el esfuerzo se centra en satisfacer las necesidades agroalimentarias del país, con un desarrollo ecológico sostenible, y en el aprovechamiento eficiente de los recursos disponibles, la modernización agroindustrial y la implantación de nuevas técnicas como la Biotecnología y Genética. En

la energética se hace énfasis en el uso racional de energía, en el desarrollo de fuentes alternas y en la ampliación de las fuentes actualmente disponibles como el carbón y petróleo.



## EL ESTADO Y (C+T) DE CARA AL SIGLO XXI

En desarrollo social y económico de los países está orientado al logro del bienestar de la comunidad; pero para tener éxito, es indispensable el respaldo de la ciencia y muy especialmente de la tecnología. En América Latina y Colombia en particular, el Estado sólo recientemente empezó a darse cuenta de la importancia de la Ciencia y Tecnología (C+T) como condicionante del desarrollo integral y fue así como los incluyó progresivamente dentro de sus estrategias. En el país el interés del Estado por (C+T) era indirecto, marginal y

esporádico, a través de los Ministerios de Educación, Fomento, Agricultura, Salud, Obras Públicas, Minas, etc.

Los primeros esfuerzos explícitos del Estado en materia de planificación considerando la variable (C+T) se inician con los Planes Nacionales de Desarrollo, con carácter imperativo para el sector público y de tipo indicativo para el sector privado. La base conceptual de estos planes ha sido que la tecnología es una variable estratégica para el desarrollo económico y social y que el Estado debe fijar sus prioridades en los campos que le son de su competencia como son los servicios públicos y la infraestructura básica. En estos planes se ha tenido por estrategia la inserción de la variable (C+T) para formar los recursos humanos e investigadores que el país requiere en áreas claves de su estructura económica y de necesidades sociales; para priorizar la inversión del Estado y mejorar la capacidad innovadora del sector productivo; para crear un sistema nacional de información adecuado con estadísticas confiables; y para institucionalizar (C+T) en el país dando origen a una reconocida comunidad científica nacional. La institucionalización nacional de la actividad tecnológica y científica depende de la vinculación del sector público, privado y de las universidades en la labores de planeación, organización, ejecución y evaluación de (C+T) que se realicen en el país. Depende también de la articulación y concordancia en metas, objetivos y proyectos entre los Planes Nacionales de Desarrollo y los planes sectoriales para (C+T), vinculando la comunidad científica en estas tareas. Es indispensable y de manera paralela al afianzamiento institucional interno, integrar (C+T) nacionales a la comunidad internacional con carácter de pares, para facilitar los procesos de actualización, difusión, transferencia y aprobación de la ciencia y tecnología universales. La figura organizativa más apropiada de institucionalización, es un sistema nacional de (C+T), que esté constituido por los actores claves (estado, sector productivo, sector académico e investigadores),

con líneas de interdependencia claras, con canales de información adecuados y disponiendo de recursos financieros suficientes sean de procedencia oficial y/o privada. Sólo con un sistema de (C+T) así, se puede garantizar su permanente expansión, su necesaria interacción con las comunidades científicas y tecnológicas nacional e internacional -ejemplo, Red de Caldas- y un constante progreso cuantitativo y cualitativo de la actividad investigativa en el país, orientada a mejorar la calidad de vida y a un vigoroso desarrollo económico y social. Los obstáculos más notorios para una consolidación y ulterior expansión del sistema nacional de (C+T) han sido limitantes económicos, factores interinstitucionales, los recursos humanos y el contexto jurídico. Colombia ha estado a la zaga en materia de dedicación de recursos para financiar las actividades de investigación y desarrollo técnico científico (I+D) dentro del contexto latinoamericano, así, mientras Brasil dedica el 0.58% de su PIB a la (I+D), Argentina 0.47%, Venezuela 0.43% y Chile 0.41%, el país acredita en promedio solo el 0.2%; no obstante lo anterior, ha habido una mejora en los últimos años con un aumento al 0.32% para 1992 y un proyectado 0.42% para 1994, pero aún insuficientes ante un necesario 2% del PIB según los estándares internacionales.

La comunidad científica nacional de investigadores se estima en 4000 (con solo 35 de ellos de prestigio internacional), contándose con 2000 adicionales en el exterior especialmente en los países más industrializados -EUA, Canadá y Europa-. Para el recurso humano las estadísticas también son desalentadoras: mientras en EUA hay 340 investigadores por cada 100.000 habitantes, 220 en Alemania, 26 en Brasil y 24 en México, en Colombia sólo hay 15. Entre los factores interinstitucionales que inhiben el logro de un sistema adecuado en (C+T) se tiene: débil legitimidad de instituciones e investigadores, no hay un organismo totalizante de las actividades técnico-científicas, hay carencia de enlaces a nivel nacional y foráneo, son

insuficientes y dispersos los recursos económicos disponibles, es escasa la capacidad de convocatoria y tiene un limitado espacio para la concertación en la comunidad científica nacional; falta además personal para las actividades de gestión en (C+T): es aún muy reciente su incorporación en la Planeación del Estado y aún no se ha reubicado en el lugar más apropiado a la entidad oficial clave en el aparato gubernamental.



Dadas las anteriores limitantes, el Estado propició una serie de acontecimientos que han llevado a una nueva organización institucional para el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, lo que implica acciones y estrategias en tres aspectos por parte del Estado: los actores oficiales involucrados, el contexto jurídico y la nueva organización del sistema. No hay duda que Colciencias creada desde 1968, es la entidad rectora de la actividad científica y tecnológica del país con funciones centradas en la evaluación financiera, fomento y regulación de los procesos de transferencia: ha jugado también un papel decisivo en la conformación de una comunidad científica a escala nacional y regional con miras a generar un tejido en todo el territorio del país y a su articulación al mundo de la ciencia y de la tecnología universales: también ha orientado su gestión a un doble modelo para el fomento de la actividad en (C+T): desarrollo endógeno y vía transferencia o importación foránea; en lo primero descuellan su permanente acompañamiento al sector productivo a través de proyectos sectoriales, a las universidades y centros de investigación en las áreas básicas y aplicadas para resolver los grandes problemas nacionales, al propio Estado y a sus dependencias relacionadas a la (C+T) y finalmente, siguiendo las directrices de descentralización, ha llevado su acción y convocatoria a las diferentes regiones del país creando una verdadera malla nacional de la comunidad científica, tecnológica en áreas como la agricultura, salud, tecnología, indus-

tria, biotecnología, electrónica, telecomunicación, energía, etc. Pero Colciencias no sólo ha promovido la actividad investigativa vía directrices y financiación en el país, ha tenido también un papel clave en la organización de eventos científicos de primera categoría, para divulgar el conocimiento nacional, intercambiar conocimientos con países del exterior y facilitar los procesos de transferencia de tecnología vía negociación. Recientemente ha orientado sus prioridades facilitando financiación para la formación de ochenta profesionales a nivel de doctorado en el exterior, además de la consecución de cuantiosos fondos para respaldar la investigación científica, tecnológica a nivel universitario y empresarial a través del BID - US \$45 millones en 1989. Hasta hace poco Colciencias estaba adscrita al Ministerio de Educación Nacional, su mera reubicación en Planeación Nacional le da un nuevo carácter y rol dentro del contexto oficial: dirección y planeamiento de las actividades de (C+T) en el país; entidad de enlace y coordinación de todas las dependencias del Estado relacionadas con Ciencia y Tecnología; servir de puente entre el Estado y el sector productivo en asocio con las universidades. La sola coordinación de las entidades oficiales en (C+T) es una labor dispendiosa si se tiene en cuenta su número y diversidad de campos: Icetex, Icfes, Colcultura, Instituto Caro y Cuervo, ICA, INS, IGAC, ICP, CIAT, Sena, Dane, Icontec, Fonade, Inderena, Ingeominas, Himat, Invemar, universidades oficiales y la mayoría de los ministerios; con relación al sector privado la situación es parecida: Andi, Acopi, Fedemetal, Cenicaña, CIB, Fedesarrollo, FES, SER, universidades privadas y un numeroso grupo de asociaciones y academias de tipo gremial y profesional. El papel de Colciencias ha sido también redefinido con relación a las regiones que conforman el país, siguiendo el espíritu de descentralización de la nueva constitución: para tal fin se han trazado directrices y políticas en las actividades a realizar: Definición y categorización de los problemas regionales; identificación y evaluación de las estrategias de (C+T) para la solución; organiza-

ción y asignación de los recursos requeridos para implementar las soluciones; concertación con los actores regionales (estado, sector productivo, académico y las comunidades) de los programas de (C+T); y asignación regional de los programas en estas áreas de conocimiento: Ciencias básicas, ciencias sociales y humanas, desarrollo tecnológico e industrial, biotecnología, electrónica, telecomunicaciones, informática, energía, minería, oceanografía, medio ambiente y agropecuaria. A partir de los instrumentos jurídicos vigentes y de la estrategia de regionalización, se debe iniciar la estructuración de un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología cuyas características sean: descentralización, participación, flexibilidad y apertura.



El contexto jurídico para la actividad en (C+T) se ha venido creando en Colombia, a partir de la Ley 29 de 1990, en la que se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan al gobierno facultades extraordinarias para obrar en concordancia; posteriormente en 1991 se expide el decreto 393 sobre normas para asociaciones en actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías; el decreto 584 para reglamentar los viajes al exterior de los investigadores nacionales; el decreto 585 que crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONCYT y se reorganiza a Colciencias; el decreto 587 que modifica los estatutos de Ingeominas; el decreto 588 que modifica los estatutos de IAN; el decreto 589 que modifica el estatuto orgánico de Fonade; y el decreto 591 para regular las modalidades específicas de contratos para el fomento de las actividades científicas y tecnológicas. En la Ley 6a. de Reforma Tributaria se suprimió la doble tributación que se aplicaba a las remesas al exterior, lo que abaratará los procesos de transferencia de tecnología; igualmente novedosa, fue

la extensión tributaria a las donaciones que se hagan entidades de investigación como también el descuento de la renta líquida de las empresas, de los gastos de investigación orientados a mejorar su eficiencia productiva y competitividad. Dentro del ambiente aperturista comercial, se bajó el arancel para los bienes foráneos aplicables en la actividad investigativa; en la misma reforma, en el artículo 22, se establece que las donaciones del exterior para entidades sin ánimo de lucro y con el objetivo de (C+T), quedarán exentas del impuesto de ventas. Igualmente importantes, hay en curso iniciativas legislativas para apoyar y estimular a los investigadores y a sus actividades. A pesar de estos progresos aún quedan áreas por trabajar intensamente para llenar los vacíos en materia de patentes, inventos y propiedad intelectual; en el régimen de contratación público y privado, nacional e internacional DE (C+T); reevaluar los controles fiscales actuales a estas actividades; definir las políticas de asignación de recursos del Estado vía presupuesto nacional, créditos externos y cooperación técnica internacional. Los actuales fondos de Colciencias se dedican a gastos de administración general, formación de personal científico y técnico, financiar I+D experimental, difusión del conocimiento y servicios en (C+T). También se constituye en área crítica la baja inversión del país como % de su PIB para financiar actividades de I+D a nivel público y privado, el modesto ambiente para la innovación de procesos y productos en las empresas y la anquilosada innovación curricular en las universidades e instituciones de educación superior con el fin de ponerse al día dentro de un contexto mundial en el avance de (C+T).

Los anteriores factores motivaron la estructuración de un Sistema Nacional Ciencia y Tecnología SNCT que con unas metas, unos criterios, unas políticas y unas estrategias, respondieran a las necesidades presentes y futuras del país en (C+T). Las metas ob-



Los anteriores factores motivaron la estructuración de un Sistema Nacional Ciencia y Tecnología SNCT que con unas metas, unos criterios, unas políticas y unas estrategias, respondieran a las necesidades presentes y futuras del país en (C+T). Las metas ob-

vias para un SNCT son la institucionalización de todas las actividades en (C+T), ofreciendo una estructura organizacional eficiente y suficiente que pueda armonizar las políticas interinstitucionales en estas materias (C+T). Debe además legitimar su actividad a través de su destacada inclusión en el Plan de Desarrollo del Estado para garantizar la financiación de la (C+T) en el país y constituirse en su régimen regulador. Como criterios organizacionales se tienen: Adoptar una gestión eficaz basada en la interacción, asociación y participación para que teniendo un reconocimiento en la comunidad científica del país, designe, regule y defina las tareas claves para el desarrollo del SNCT. Las políticas generales apuntan hacia la consolidación de un nuevo SNCT, respaldado estructuralmente por un CONCYT. La naturaleza de los programas a acometer como objeto de gestión es secuencial dependiendo de su horizonte temporal: corto-mediano plazo o de largo plazo y con un enfoque prospectivo. Su carácter podrá ser interdisciplinario, intersectorial e interinstitucional, con una clara visión de la importancia del recurso humano en cuando a nivel investigativo y de conocimientos, permanente actualización y número suficiente para atender las áreas y programas apropiadamente. Las adecuaciones legales también son parte vital de las políticas para un SNCT con el fin de definir competencias y funciones que regulen la gestión en (C+T), que permitan estímulos y reconocimientos para la actividad investigativa y que garanticen la financiación por parte del Estado, con mayores aportes directos a entidades oficiales como Colciencias, universidades públicas, institutos descentralizados y otras dependencias estatales; hacia los particulares -universidades, empresas e instituciones privadas- lo podrá hacer vía créditos y subsidios. Las estrategias de un SNCT se concentran en definir el nuevo papel de la ciencia y la tecnología dentro del quehacer institucional del Departamento Nacional de Planeación y de su rol dentro de la planeación del país por parte del Estado. Una segunda estrategia es la selectividad de las áreas de mayor interés en (C+T) hacia el nuevo nicho

institucional: Desarrollo social, infraestructura y energía, desarrollo agrario, desarrollo industrial y tecnológico, desarrollo territorial, desarrollo urbano y equipamiento municipal, inversiones y finanzas públicas y análisis macroeconómicos. Dentro del SNCT, dos entidades oficiales tendrán un rol protagónico: COLCIENCIAS como entidad responsable de la promoción y del fomento de proyectos de investigación básica y experimental, mientras que FONADE fijará su competencia en los proyectos hasta la etapa de preinversión. Como última estrategia en el sistema, COLCIENCIAS debe servir de puente con el sector



educativo, muy especialmente con el nivel de educación superior en cuanto a la formación del recurso humano, creación y ejecución de proyectos de investigación dentro la concepción de regionalización de la (C+T) y en el apoyo financiero a las actividades investigativas de diferente orden y áreas. En este sentido la entidad oficial ha experimentado notables avances: mientras en 1990 trabajaba con solo 4 universidades, para 1992, COLCIENCIAS consolida proyectos interinstitucionales con 24 centros de Educación Superior.

## EDUCACION Y (C+T) DE CARA EL SIGLO XXI

Según UNESCO, las actividades científicas y tecnológicas de un país son acciones sistemáticas relacionadas y dirigidas a la generación, promoción, difusión y aplicación del conocimiento en (C+T) con potencial de aplicación y utilización en la sociedad. Las actividades claves con las que se propicia el desarrollo (C+T) son: la enseñanza, la formación de recursos humanos para la investigación, la capacitación permanente, la investigación y el desarrollo y los servicios científicos y



tecnológicos. Dentro de un contexto institucional de un SNCT, las instituciones educativas juegan un papel importante por su aporte en la formación y calificación del recurso humano y por su potencial en investigación, particularmente al nivel de la Educación Superior. Es universalmente aceptada la premisa de que el desarrollo científico y tecnológico está íntimamente relacionado a la educación en todos sus niveles, debido a las sinergias e interdependencias entre la educación básica y la media, entre la media y la superior y entre la universidad y el sector productivo. El primer esfuer-

zo planificador integral con relación a la educación, se formuló en 1957 con base a las recomendaciones de la Misión Currie y del Informe Le Bret y que posteriormente fue enfatizado en varios planes nacionales de desarrollo a saber: las Cuatro Estrategias, Para Cerrar la Brecha, Plan de Integración Nacional, Cambio con Equidad, Plan de Economía Social y la Revolución Pacífica. Los problemas cruciales de los que adolece la educación general en Colombia están centrados en cobertura, eficiencia, estructuración y calidad. La cobertura está ligada a la democratización de la educación a todos sus niveles, al tratamiento de las zonas rurales, a la disponibilidad cuanti y cualitativa de los docentes, a las instalaciones físicas de escuelas, liceos y universidades y a la calendarización de las jornadas. La eficiencia depende de las ratas de retención, mortalidad y repitencia académicas, fenómenos muy ligados a problemas socioeconómicos y pedagógicos; también incide la estructuración por niveles -preescolar, primaria, secundaria, media vocacional, intermedia profesional, tecnología, universitaria y avanzada-. El problema de calidad tiene sus raíces en el desfase entre lo que recibe el estudiante y sus necesidades personales en lo humano, intelectual y laboral; igualmente por el desfase entre el mundo académico y la realidad del país; también depende de la preparación del docente, de sus actividades personales en el aula y fuera de ella y de la pertinencia de los pñsumes, textos, ayudas y materiales educativos; la variable (C+T) apenas si se insinúa en los primeros niveles de la educación básica y media. A nivel superior las universidades se quejan de la calidad de los bachilleres, mientras que los colegios y liceos se quejan de la baja calidad de la educación básica, en razón de que es inexistente una concepción de "CONTINUUM EDUCATIVO" a lo largo del tiempo y de la vida, desde la familia en la infancia hasta la educación no formal de los adultos. La solución al problema de la calidad de la educación está íntimamente ligada a tres conceptos: la teoría educativa, el proyecto educativo nacional y los beneficiarios del servicio educativo. La teoría educativa debe

orientarse a la búsqueda sistemática de conocimiento vía investigación científica de la realidad como objeto de conocimiento; debe ser eminentemente formativa más que informativa, es decir en aprender sin límites de duración o de temáticas. El proceso de enseñanza/aprendizaje debe ser bidireccional por la interactividad maestro/alumno y por la contrastación/validación de la teoría subjetiva con la realidad objetiva. El proyecto educativo nacional es un proceso reflexivo retrospectivo histórico contrapuesto a la visión prospectiva del futuro bajo coordenadas socioculturales y políticas y en el que la (C+T) se constituyen en condicionantes del desarrollo nacional y como satisfacción a las necesidades del mundo de la producción; es pues necesario conciliar y armonizar las proyecciones sociales, laborales, culturales y políticas de la educación. El beneficio último de un proyecto exitoso de educación, es la sociedad, a través del individuo en la escala micro, del gremio a nivel de la producción y el país entero en términos macro.

El crecimiento cuantitativo y cualitativo de la Educación Superior en Colombia ha sido notable. de 4100 estudiantes universitarios en 1935 se pasa a 487.000 actualmente y solo 70 programas en 1950 se pasa a más de 880 programas hoy. Se podría decir también que ha sido un crecimiento de corte cuantitativo del número de instituciones públicas (58) y privadas (152) en las modalidades de universidades, instituciones universitarias, institutos tecnológicos e instituciones técnicas profesionales, pero también es extensible a la población estudiantil (473.000 en pregrado y 14.000 en postgrados), docentes (52.445) y egresados/año (67.000) mostrando que el crecimiento es polifacético y diversificado. En cuanto al nivel de profesionalización en el país, hay una oferta total de 560 carreras, 269 a nivel universitario profesional, 159 tecnológicas y 132 técnicas profesionales. En el campo de los postgrados existen 322 programas en total, 4 doctorados, 126 maestrías, 177 especializaciones tecnológicas. La ubicación geográfica de la educación superior por matri-

culados en pregrado da para Bogotá el primer puesto con el 40.4%, luego la zona central con el 22.2%, el Caribe con el 13.7%, el Pacífico con 13% y la región oriental con 10.7%; a nivel del postgrado hay también gran concentración de la matrícula con el 57.6% en Bogotá, 20.3% en la zona central y 10.1% en el Pacífico.

En los últimos años se ha venido hablando de la "Crisis de la Universidad" en razón de síntomas palpables como: baja calidad, costos crecientes, desfase con el mundo del trabajo, desactualización en (C+T) y escasa relación con el entorno social, por citar algunos. Una solución a la crisis supone una magna empresa con estrategias dirigidas a varios frentes, como el recurso profesoral, el problema financiero y la relación Universidad con (C+T). La población de docentes a nivel superior asciende hoy a 52.445, de los cuales sólo el 25% tiene vinculación de tiempo completo mientras que el restante 75% cuenta con vinculación parcial o de cátedra. El sector oficial con 20.878 docentes a este nivel, dispone de un cuerpo docente de tiempo completo del 46% del profesorado, el restante 54% está constituido por personal de cátedra externo; la situación se agrava para las instituciones privadas en las que de los 31.567 profesores de que disponen, sólo el 11% tiene vinculación de tiempo completo. En el país hay 14.830 profesores para los programas de postgrado en las modalidades de especialización, maestría y doctorado, tanto para el sector público como para el privado; de este cuerpo docente sólo el 9% acredita titulación de Ph.D., el 45% Maestría y el 46% restante, Especialización. Pero no sólo la vinculación laboral y las credenciales académicas definen los estándares de calidad y excelencia docentes, existen otros factores igualmente importantes como: el perfil investigador, la capacitación y actualización permanentes, manejo de idiomas foráneos, la cualificación pedagógica, los salarios competitivos con el medio extrauniversitario, la calidad de las instalaciones universitarias -bibliotecas, laboratorios, aulas, sistemas computacionales,

pero muy especialmente la relación con el entorno en materia de (C+T) a través de los gremios de la producción, la comunidad científica local, nacional e internacional, y con entidades oficiales como COLCIENCIAS e ICFES. Sólo bajo estas perspectivas es posible cimentar una excelencia académica que potencie el avance tecnológico y científico de las universidades e instituciones de Educación Superior. Las actividades de (C+T) se consolidan a nivel institucional si existen los mecanismos de circulación de información y si se crean grupos de investigación para crear, ampliar y transmitir conocimientos: a partir de estos grupos se conforman las redes para fijar su atención en la investigación y desarrollo, autoevaluando su creación en (C+T) y facilitando su difusión a otros grupos de investigadores dentro de la Universidad o fuera de ella. Por lo anterior se deduce que la Universidad debe institucionalizar la investigación en (C+T), como actividad esencial de su quehacer con el fin de cumplir con sus obligaciones ante la sociedad. La investigación es pues la oportunidad para crear sinergias en la comunidad científica y profesoral, para acercar el mundo teórico a la realidad práctica, y para contribuir al bienestar social y al aumento de la productividad económica. La investigación universitaria no debe ser la acción episódica y aislada de algún(os) docente(s), sino como actividad institucionalizada, debe contar con una estructura de soporte para la gestión y de unos recursos suficientes y adecuados que respalden el trabajo de los grupos de investigación. La educación como servicio público debe estar articulada a las políticas del Estado en materia de (C+T); el ICFES como entidad de fomento superior de la Educación Superior en Colombia y COLCIENCIAS como ente promotor del desarrollo científico y tecnológico del país, deben propiciar el cumplimiento de las políticas estatales en (C+T) por parte de las universidades. El Estado a través de la Ley 080 de 1980, estipuló que el 2% de los ingresos corrientes de las universidades deben dirigirse al apoyo de la investigación en (C+T), como actividad esencial y complementaria de la labor

docente. Sin embargo ha habido un reconocido incumplimiento a esta disposición, en razón de las desviaciones de estos fondos hacia el área de gastos de funcionamiento e instalaciones físicas: sólo se ha patrocinado investigadores de manera episódica y con vinculación laboral parcial y al destajo; ha sido escasa la investigación realizada y muy sesgada a la modalidad aplicada descuidando la investigación básica; ha habido también pocos esfuerzos para crear grupos estables de investigadores y poca participación de proyectos en el área de Ingeniería y Tecnología. No obstante lo anterior, en la última década se ha iniciado un proceso de posicionamiento del investigador en el ámbito universitario con la aplicación de reglamentos reguladores de esta actividad, con la creación de fondos propios o externos (Colciencias y Sector Productivo) para financiar trabajos y proyectos, con la asistencia a eventos nacionales e internacionales y con la creación de revistas especializadas en investigación. Según una encuesta realizada por COLCIENCIAS, de la escasa investigación que se ha realizado en el país, el 49% lo hacen las universidades, el resto entre entidades oficiales y el sector productivo. De la investigación universitaria total, el 78% es realizado conjuntamente por la Universidad Nacional, la Universidad del Valle, la Universidad de Antioquia y la Universidad Industrial de Santander; el restante 22% de la investigación universitaria es realizado por la Universidad de los Andes, la Universidad Javeriana, la Universidad Jorge Tadeo y la Universidad Pontificia Bolivariana, como instituciones privadas. El resultado, si bien modesto hasta la fecha, muestra grupos de investigadores centrados en el área básica (Ciencias Físicas, Naturales y Exactas) y en el área aplicada (Medicina, Agropecuaria, Ingeniería y Sociales). En años recientes se ha venido utilizando el término de "divorcio universidad/industria" con el presupuesto de que el fenómeno existe por culpa exclusiva de la Universidad. Si bien es cierto que falta una relación más estrecha y permanente entre no sólo la industria sino todo el sector productivo y el Estado con la Universidad, ésta contribuye notable-

mente al desarrollo del país con la formación de unos 67.000 egresados por año que entran al mercado laboral con perfiles profesionales muy relacionados con la (C+T) así: el 22.4% en Ingeniería y Arquitectura, 9.7% en el área de la Salud, 2.8% en Ciencias Agropecuarias y 2% en Ciencias Naturales y Exactas. Basta mencionar a manera de ejemplo, que en el área de Ingeniería la universidad colombiana ofrece 25 especialidades con más de 100 facultades diseminadas en todo el país: Ingeniería Civil 17, Ingeniería Química 9, Ingeniería Mecánica 13, Ingeniería Eléctrica 11, Ingeniería Electrónica 4, Ingeniería Industrial 12, Ingeniería de Minas y Petróleos 4, Ingeniería Metalúrgica 4, Ingeniería Geográfica 1, Ingeniería Catastral 2, Ingeniería Agrícola 5, Ingeniería de Sistemas 6, Ingeniería Administrativa 2, Ingeniería de Alimentos 2, Ingeniería Forestal 4, Ingeniería Naval 1, Ingeniería Aeronáutica 1, Ingeniería del Transporte 1 e Ingeniería de Producción 1. Las relaciones universitarias con el sector productivo se han centrado por lo general en escasos vínculos de carácter no permanente, para contratar servicios de consultoría, investigación y capacitación; en esta relación ha sido notoria la unidireccionalidad de la Universidad hacia la producción sin recibir retroalimentaciones, especialmente en el campo de la (C+T). Sólo en años recientes se han iniciado programas bidireccionales en áreas tecnológicas, estratégicas y de gestión con características de "Joint Ventures", no sólo con la presencia de industrias y universidades sino también del propio Estado. Con las nuevas circunstancias que ha creado la apertura económica en el campo de la competitividad para el sector productivo, la relación industria/universidad adquiere una nueva dimensión ya que los procesos de innovación permanente con mejoras en la productividad, abrirá espacios para la investigación y servicios de consultoría en la educación superior. Recientes iniciativas como la del Centro de Plástico y del Caucho con la Universidad EAFIT en Medellín, marcan el principio de una nueva relación interinstitucional. Otra esfera de cooperación para la Universidad, están la

capacitación a alto nivel con entidades del sector de la producción sea público o privado, como ejemplo digno de citarse están los programas conjuntos a nivel de especialización y maestría en las áreas de Ingeniería Ambiental y de Gestión Tecnológica respectivamente, entre el Instituto Colombiano de Petróleo de ECOPETROL y la Universidad Pontificia Bolivariana en la ciudad de Bucaramanga.

No hay duda que a las puertas del siglo XXI se abre un nuevo horizonte de desafíos y oportunidades para la Universidad colombiana con un trasfondo de (C+T). Las nuevas tendencias que están influenciando la educación ya se hacen sentir: el incesante avance tecnológico y científico; la globalización e internacionalización de economía, con nuevas demandas profesionales, cognoscitivas y de capacitación; las nuevas concepciones del aprendizaje "Aprender a Aprender" y de ámbitos extrauniversitarios para el conocimiento a alto nivel en centros de investigación en las modalidades de educación no-formal, continua y postdoctoral; las nuevas relaciones e interacciones entre el Estado, el sector productivo y el sector educativo en todos sus niveles: básicos, medio y superior; los impactos sociales y culturales de la actual revolución tecnológica y la forma de conciliar las demandas de (C+T) con los limitantes económicos del país.

Recientemente el sector público a través de COLCIENCIAS y el ICFES han formulado importantes iniciativas de carácter prospectivo con miras a una actualización en (C+T) del país de cara al próximo siglo: La regionalización de ciencia y tecnología con enfoque prospectivo y el estudio de "Recursos Humanos para el año 2005". Lo primero ha tratado de impulsar los estudios prospectivos regionales como "Antioquia Siglo XXI", "El Cali que queremos", concordando con los programas regionales de (C+T), en el segundo, el esfuerzo apunta a redefinir el rol de las universidades (carreras, niveles y áreas de conocimiento) durante los próximos 15 años. Como estrate-

gias oficiales específicas están: reforzar la enseñanza de las ciencias exactas, naturales y sociales; la formación de recursos docentes e investigativos muy calificados; definir prioridades en los problemas colombianos y fijar el papel de la (C+T) en su solución; modernizar la gestión de la educación; hacer un gran esfuerzo en didáctica, pedagogía y currículo, para mejorar notoriamente la calidad de la educación vía creación de centros de innovación educativa; proveer la adecuada financiación; creación de núcleos regionales y redes nacionales en (C+T) conectadas a sus homólogos internacionales. La nueva coyuntura de la reforma a la Educación Superior de 1993, debe aprovecharse orientando el esfuerzo a un acercamiento a las tendencias mundiales, a generar conocimientos, a robustecer los recursos humanos y físicos universitarios, lograr autonomía en la empresa científica institucionales y renovación de los currículos; sólo así se logrará cambiar el perfil cuantitativo de la educación de hoy por uno más cualificado, y de su enfoque actual retrospectivo hacia uno prospectivo-futurista más acorde con el país del siglo XXI.

## **AGENDA DE (C+T) PARA EL SIGLO XXI**

Fijar el listado de prioridades en las acciones y tareas que Colombia debe acometer hoy y en los próximos años en materia de ciencia y tecnología, implica partir de un escenario futurista del país en lo social, económico y político, para la primera década del siglo XXI, enmarcado dentro de las megatendencias mundiales previsible para ese entonces. Es apenas lógico partir entonces de un escenario para el año 2005 con una población cercana a los 42.8 millones de habitantes, con una urbanización del 73.2% y experimentación saturación urbana en sus 4 mayores ciudades: Santafé de Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, pero con un dinámico desarrollo de sus ciudades intermedias y en las pequeñas poblaciones. Bajo la hipótesis de una

futura economía internacionalizada por un proceso de apertura y modernización exitoso, el país podrá experimentar y sostener tasas de crecimiento futuro de su economía del 6-8% anual, con un perfil industrial consolidado, con un pujante sector de los servicios interactuando con el resto de la economía nacional y una producción agrícola que se aproxime a la autarquía alimentaria con excedentes competitivos para colocar en los mercados foráneos. Se asume también como ingredientes absolutamente necesarios, un país políticamente democrático, descentralizado y participativo, dentro de un ambiente de paz y seguridad radicalmente distinto al actual, para garantizar el avance social y económico, que en último término significarán mejor calidad de vida para los colombianos al inicio del próximo siglo.

Siguiendo el marco referencial de este trabajo, la agenda en (C+T) se fijará para el sector productivo, el estado y la educación.

### **Agenda para el Sector Productivo:**

Los subsectores (agrícola y minero), secundario (industrial) y terciario (servicios) deben incorporar el desarrollo científico y tecnológico que les atañe, como una estrategia clave de productividad, eficiencia y competitividad, que en definitiva significará la supervivencia o no de las empresas para atender los mercados nacionales y foráneos. El desarrollo en (C+T) debe estar respaldado en la formación del recurso humano: la generación, transferencia y adecuación permanente de conocimientos científicos-tecnológicos; la incorporación del avance en (C+T) al aparato productivo con el mínimo tiempo de retardo; procesos de innovación de productos y procesos, orientados a mejorar la productividad, calidad y competitividad en términos internacionales; una actividad productiva, ecológicamente compatible con los recursos naturales y ecosistemas del país y de sus regiones; la absorción y aplicación inmediata de las nuevas tecnologías que

salgan al mercado, particularmente en aquellos sectores de punta de gran dinamismo: microelectrónica, informática, telecomunicaciones, nuevos materiales, fotónica, ingeniería de procesos, automatización, genética, biotecnología, energética y bioingeniería.

### **Agenda para el Estado:**

Durante la década de los años 90s y bajo la tutela del Estado, debe consolidarse el aún incipiente Sistema Nacional en Ciencia y Tecnología, con el concurso de los otros actores claves del desarrollo en (C+T): la comunidad científica, el sector productivo y las universidades. El Estado a través de sus dependencias - ministerios, planeación nacional, institutos descentralizados y muy particularmente vía Colciencias e Icfes-, deberá planear, gestionar, aplicar y evaluar políticas en (C+T) para resolver los problemas nacionales más apremiantes y para mejorar la calidad de los servicios que con carácter público, realice. Especial énfasis deberá hacer el Estado en temáticas como: la educación, la salud, el medio ambiente, las comunicaciones, las telecomunicaciones, la energía, los servicios públicos, la infraestructura urbana y la seguridad. En áreas y campos compartidos con el sector productivo y con los particulares, el Estado concertará políticas, definirá su competencia y aportará los recursos humanos y financieros que el desarrollo en (C+T) demanden. En el ámbito jurídico, el Estado promoverá y regulará las acciones públicas y privadas que sean necesarias, con el fin de que el permanente desarrollo de (C+T) del país, contribuya a una elevación en la calidad de vida y bienestar de los colombianos en el futuro mediano. Igualmente, participará con otros gobiernos y entidades internacionales, para facilitar los procesos de negociación y transferencia de tecnología, con miras a una constante actualización del aparato productivo nacional y de su capacidad científica tecnológica.

### **Agenda para la Educación:**

Los retos para la educación en todos sus niveles son

polifacéticos: democratización por mayor cobertura, mejorar la calidad, acercarse al país social y al mundo práctico de la producción, catalizar el desarrollo en (C+T) vía investigación, propiciar y facilitar nuevos modelos de aprendizaje y en último término, convertirse en el motor del gran cambio social, económico y político que el país de hoy reclama y espera. Estas tareas presuponen una reconceptualización sobre la filosofía de la educación, encontrar respuestas claras a los interrogantes: Qué es educar?: Por qué educar?: Para qué educar?: Cómo educar? Hasta el presente la educación colombiana ha sido muy tímida hacia la (C+T) y hacia el medio extra académico: si no se hace un gran esfuerzo en todos los niveles educativos de incorporar la (C+T) en la escuela, el colegio y la universidad, la desubicación, incompetencia y obsolescencia, generarán la progresiva desaparición institucional del aparato educativo convencional y darán cabida a nuevas instituciones educativas, más acordes con la sociedad de conocimiento que empieza a perfilarse como una realidad para el siglo XXI. La educación colombiana si quiere sobrevivir competitivamente, tendrá que mejorar la calidad de su recurso humano -docentes, investigadores y administradores-, rediseñar prospectivamente sus currículos apuntando hacia las necesidades de la sociedad futura, mejorar la calidad del proceso enseñanza aprendizaje vía nuevas tecnologías como la informática, los multimedia, las telecomunicaciones, etc., acercarse al mundo de la producción y a la sociedad a través de sus otras dos funciones básicas adicionales a la docencia: la investigación y el servicio para contribuir así a la sociedad del futuro, con la formación humana, intelectual y profesional de los líderes del ya cercano siglo XXI.

### **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

- NOBLE, H., "Next: The Coming Era in Science".

- Little Brown and Co, Boston, 1987.
- JOHNSTON, A., Sasson, A., "New Technologies and Development", UNESCO, París, 1986.
  - THUROW, L., "Head to Head", William Morrow and Co. Inc., New York, 1991.
  - ERNST, D., O'Connor, D., "Technology and Global Competition", OCDE, París, 1989.
  - OMINAMI, C., "La Tercera Revolución Industrial", RIAL, Grupo Editor Latinoamericano, Buenos Aires, 1986.
  - GAMELLA, M., "Parques Tecnológicos e Innovación Empresarial", FUNDESCO, Madrid, 1988.
  - MOLERO, J., "Tecnología e Industrialización", Editorial Pirámide, Madrid, 1983.
  - TATSUND, SH., "The Tecnopolis Strategy", Prentice Hall Press, New York, 1986.
  - STEWART, F., "Tecnología y Subdesarrollo", Fondo de Cultura Económica, México D.F., 1983.
  - VASQUEZ, G., "Educar para el Siglo XXI", FUNDESCO, Madrid, 1987.
  - RESTREPO, F., "Prospectiva Geopolítica: La Tccnósfera", Colombia Siglo XXI, Tomo I, Bogotá, 1991.
  - BANGUERO, H., Castellar, C., "Prospectiva Demográfica", Colombia Siglo XXI, Tomo I, Bogotá, 1991.
  - POVEDA, G., "Tecnología e Ingeniería en Colombia", Colciencias, Santafé de Bogotá, 1992.
  - CORREA, P., "Ciencia y Tecnología: Un Reto para Poder Salir Adelante", Revista Panorama Shell, Santafé de Bogotá, 1993.
  - \_\_\_\_\_, "El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología", Colciencias DNP, Santafé de Bogotá, 1991.
  - \_\_\_\_\_, "Convocatoria a la Creatividad", Colciencias DNP, Santafé de Bogotá, 1992.
  - \_\_\_\_\_, "Ciencia y Tecnología para una Sociedad Abierta", Colciencias DNP, Santafé de Bogotá, 1991.
  - \_\_\_\_\_, "Plan Nacional de Desarrollo: La Revolución Pacífica", DNP, Santafé de Bogotá, 1991.
  - \_\_\_\_\_, "Estadísticas de la Educación Superior", Resumen Anual, ICFES, Santafé de Bogotá, 1990.