

## COLOMBIA: CIENCIA, TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN\*

Dr. Luis Eduardo Mora-Osejo,<sup>1</sup>

En las tres primeras décadas de este siglo la actividad científica, en Colombia, alcanzó quizás el nivel más bajo en toda la historia de la República. La ciencia se refugió en los claustros de algunas comunidades religiosas, como la de los Hermanos Cristianos, quienes la impulsaron en esos años, a través de la Sociedad de Ciencias Naturales de La Salle.

Esta situación contrasta con lo que ocurre durante la década de los años 30 y de los años 40, cuando se reactiva el interés por la creación de instituciones impulsoras de la ciencia y del mejoramiento de su enseñanza en los diferentes niveles del sistema educativo.

En 1933, el Congreso de la República expide la Ley 34, por la cual se funda la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, como Entidad promotora de la investigación científica y del mejoramiento de la enseñanza de la ciencia en el país. En 1935, se reintegra la Universidad Nacional de Colombia y, en 1938, comienza el traslado a su nueva sede, en la Ciudad Universitaria; cuando se inaugura el edificio del Instituto Botánico, hoy llamado Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional.

El año de 1946 marca un hito en la historia de la enseñanza de las ciencias a nivel superior en nuestro país. En ese año, se decide restablecer la Facultad de Ciencias

para la formación de nuevas promociones de científicos en las diferentes disciplinas de las ciencias exactas, físicas y naturales. Esta decisión se adopta 60 años después de haber sido clausurada, en 1985, la primera Facultad de Ciencias; establecida en la misma Ley que creó la Universidad Nacional en 1867.

La concepción de la nueva Facultad de Ciencias contrastaba con la de las demás facultades, en cuanto que la conformaba un conjunto de programas académicos que se desarrollaban en diferentes facultades e institutos; por ejemplo, en el Instituto de Ciencias Naturales, en donde la enseñanza de la Botánica Sistemática se realizaba en estrecha interacción con la investigación científica. Los estudiantes dialogábamos sobre los trabajos que estaban en marcha y participábamos en las excursiones a diferentes regiones del país.

El experimento tuvo que enfrentar muchas dificultades, en cuanto no pudo integrarse con el modelo clásico de universidad para la enseñanza de las profesiones liberales. Además, el número de alumnos era cada vez más reducido. Finalmente, se optó por el cierre de la Facultad de Ciencias en el año de 1955, apenas 8 años después de haber iniciado labores.

En la década de los años 60, se optó por la departamentalización de las facultades de la Universidad Nacional, bajo la rectoría de José Félix Patiño. Luego, los Departamentos de Matemáticas, Física, Química, Biología, Farmacia y Geología, junto con el Instituto de Ciencias Naturales y el Observatorio Astronómico, conformaron la nueva FACULTAD DE CIENCIAS. Las carreras de Matemáticas, Física y Geología que habían recibido el primer impulso en la Facultad de Ciencias, (clausurada en

\* Conferencia dictada el 6 de octubre de 1998 dentro del ciclo organizado por la Sociedad Geográfica de Colombia.

<sup>1</sup> Presidente, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

1955), junto con las carreras de Química, Farmacia y Biología. Esta última fue también establecida en 1965, como programa de la nueva Facultad de Ciencias.

Siguiendo el modelo de la Universidad Nacional, poco tiempo después, se establecieron facultades de ciencias en otras universidades de Bogotá y en las capitales de algunos departamentos del país.

La institucionalización de los estudios de ciencias sociales o humanas en Colombia, es también relativamente reciente. Se inicia a raíz de la reintegración de la Universidad Nacional, en 1935, y recibe un fuerte impulso, en los años 40, en la Escuela Normal Superior y en el Instituto Etnológico Nacional, fundado por iniciativa del Profesor francés Paul Rivet; donde se estableció la primera carrera de Antropología en el país. En 1965, también bajo la rectoría de José Félix Patiño, se creó en la Universidad Nacional, la Facultad de Ciencias Humanas, con los departamentos y carreras de Filosofía, Historia, Geografía, Antropología, Sociología e Idiomas.

Pero a pesar de todos estos avances, a los cuales he hecho referencia, en las universidades, la investigación científica continuaba siendo una actividad marginal; dependiente, principalmente, de la iniciativa individual de los profesores y, como tal, una actividad puramente académica; sin ninguna o muy escasa conexión con el sector productivo o con otros sectores sociales sin influencia decisiva en la solución de problemas socioeconómicos y ambientales del país; pero sobre todo, sin interrelación estrecha con la docencia.

Ni siquiera con la expedición de las disposiciones constitucionales y legales, aprobadas en esta última década, la situación de la ciencia, la tecnología, y la educación, en nuestro país ha mejorado. En particular, la formación científica continua siendo muy precaria y la ciencia como tal, una actividad distante de nuestra cultura.

El Estado colombiano en la Constitución Política de 1991, artículo 70, asumió la obligación de "promover y fomentar la enseñanza científica y técnica, la investigación y el desarrollo científico y tecnológico". El artículo 71 dice: La búsqueda del conocimiento y la expresión artística son libres. Los planes de desarrollo económico y social incluirán el fomento a las ciencias y en general a la cultura. El Estado creará incentivos para personas e instituciones que fomenten el desarrollo y la tecnología, y las demás manifestaciones culturales".

La Ley 29 de 1990, consagró disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tec-

nológico y se otorgó al Ejecutivo facultades extraordinarias para dictar normas en el mismo sentido. En cumplimiento de este mandato, se dictó el Decreto-Ley 585, mediante el cual se organiza el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. COLCIENCIAS, (1991).

Sin embargo, en la práctica, la situación para el desenvolvimiento de la ciencia continua siendo precaria. A pocos días del comienzo del siglo XXI y del tercer milenio, nos resta todavía un largo y arduo camino por recorrer para lograr aclimatar la ciencia moderna en nuestro medio.

Los demás países, en vías de desarrollo, atraviesan por una situación similar. Por lo mismo, cuanto antes, deberíamos intentar aunar esfuerzos con los países latinoamericanos y, en general, con los países del Tercer Mundo, para sacar adelante la gran tarea de hacer de la creatividad científica y tecnológica elementos de nuestra cultura. Deberíamos tener plena conciencia de que de ello va a depender en buena parte, en el próximo siglo y milenio, la preservación de nuestra identidad cultural y nuestra permanencia como naciones soberanas.

Desafortunadamente, no existen todavía los mecanismos que permitieran tener en cuenta el **conocimiento científico** en la adopción de políticas tendientes a lograr tales objetivos.

Además, pareciera que en los sectores políticos, industriales y de planeación existe limitado interés por el desarrollo de la ciencia local. Se suele presentar como excusa la de que hay problemas mucho más urgentes, mucho más agudos por resolver, por lo cual no pueden distraerse los recursos financieros del Estado en actividades consideradas menos prioritarias, como la educación, la investigación científica y tecnológica. Algunos dirigentes, no alcanzan a percibir el círculo vicioso que tales políticas generan: puesto que sin investigación científica no es posible alcanzar nuevos conocimientos y por consiguiente tampoco nuevas y originales tecnologías competitivas necesarias para la creación de nuevas empresas productivas que generen empleo y así se solucionen problemas urgentes de la sociedad.

Dentro de esa situación, son todavía limitadas las acciones que los científicos pueden realizar para lograr que el Estado adopte y ejecute políticas encaminadas al fortalecimiento de la ciencia y la tecnología dirigidas a su penetración en el contexto cultural como actividad preeminente y decisiva para impulsar la producción económica, fortalecer el sector productivo macro-y micro empresarial y ensanchar las posibilidades de fortalecer la fuerza de trabajo.

El Profesor pakistaní, Abdus Salam, premio Nobel de Física, fundador de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo, TWAS, y por muchos años su presidente, afirmaba que en los países en vía de desarrollo, era muy difícil poner de acuerdo a los representantes de los cinco sectores de la sociedad involucrados en la construcción y utilización de la capacidad científica y de los emprendimientos científicos y tecnológicos conexos. (Salam, 1988).

Salam (l.c.) decía que, en primer lugar, están los legisladores y gobernantes que determinan las prioridades. Le siguen los planificadores y los economistas que aconsejan a los gobernantes. Luego los empresarios con su habilidad para la administración y los negocios. En cuarto lugar, los directivos del sector educativo que pueden interactuar directamente con el público y, en el último escalón los tecnólogos y los científicos.

En lo que si no existe la menor duda es en que la ciencia moderna y la tecnología, que surge de la ciencia, son ingredientes cruciales, definitivas, en el proceso de desarrollo. De allí que si un país piensa enfrentar con eficacia la enorme y creciente gama de problemas que ya se están presentando y que serán cada día más difíciles de resolver, debe comenzar, mas pronto que tarde, a dar prioridad a la **construcción de una capacidad científica nacional**, como se propone en el ICSU Programme on Capacity Building in Science. (Ohashi, 1996).

Como bien se ha dicho, en repetidas ocasiones, no es suficiente con pedir prestado o comprar los productos de la ciencia moderna o de la tecnología en los países industrializados. Muchos de nuestros problemas para los cuales en el momento no existen soluciones, tenemos nosotros mismos que encontrarlas, con ayuda de la creación de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios. Por ejemplo, el abordamiento del desafío de utilizar a favor de la población colombiana toda, de manera sostenible, el gran patrimonio de la biodiversidad de nuestro país, implica la creación de conocimientos y tecnologías como una de nuestras más urgentes tareas. Tenemos que aprender a cultivar nuestras especies nativas, herbáceas, arbustivas, arbóreas, productoras de alimentos, medicinas, aceites esenciales, colorantes, fibras, antes de que desaparezcan irreversiblemente bajo el impacto de la tala y quema de nuestros bosques nativos.

Pero para lograr estos objetivos se necesita el concurso de sectores cada vez mas amplios de la población y despertar la conciencia pública sobre la importancia decisiva que tienen estos emprendimientos. Comenzando, quizás por aprender a valorar lo que tenemos, nuestros

recursos naturales, nuestros árboles, nuestros frutos, fauna, flora y gea.

No podemos olvidar que la ciencia es una actividad cultural y, como tal, uno de los elementos de la identidad cultural de las naciones donde la cultivan y fortalecen. Tampoco podemos confundir el poder instrumental de la tecnología con la ciencia misma. La tecnología se refiere a los procesos, por medio de los cuales se obtienen ciertos resultados y productos, pero con base en determinados conocimientos científicos. Sin embargo, como lo afirma Hoyos Vásquez (1990), el sentido instrumental de la tecnología puede llegar a ser tan dominante en el binomio "ciencia-tecnología", que el aspecto más complejo técnico y originario de la ciencia se vaya transformando y olvidando hasta desaparecer en el aspecto más pragmático de la tecnología. Desafortunadamente esto es lo que con frecuencia ocurre entre nosotros.

El deterioro ambiental que afecta ya a todo el planeta y, en particular, a los países industrializados mas avanzados, ha llevado a algunos pensadores a imaginar que puede llegar el momento que desaparezca la vida humana en el planeta si no se toman las medidas adecuadas para evitar que se alcance los límites del **no retorno** y podamos volver a crear el equilibrio de la sociedad humana con la naturaleza. (Mora-Osejo, 1998).

Esta situación también implica, para nosotros, otro gran desafío, el cual dada la inmensa complejidad y fragilidad de nuestros ecosistemas naturales tropicales, ya se trate de las altas montañas, de las llanuras o de las selvas, tenemos que buscar las formas, de superar el pensamiento lineal. Nosotros mismos deberíamos comenzar a liderar la creación e implementación de un modelo de desarrollo que tenga muy en cuenta la superación de la racionalidad lineal, que estuvo tradicionalmente tan ligada a la tecnología de corte mecanicista. Ello obliga a proponer una auténtica interdisciplinaridad y complementaridad de los saberes.

El diseño y puesta en marcha del modelo de desarrollo endógeno, es decir, inspirado en nuestra propia circunstancia, debería comenzar por recordar quiénes somos?, de dónde venimos?, cuál ha sido el proceso histórico que nos ha conducido a la situación que actualmente atravesamos? (Mora-Osejo, L.E. 1998 a.)

Por los relatos de los cronistas españoles e informes de viajeros que conocieron los últimos destellos de las culturas precolombinas, se ha podido recapitular, así sea de manera incompleta, el desarrollo cultural y, en particular, los niveles de conocimiento alcanzados, a través del interactuar

milenario y multifacético con el medio natural. El mismo interactuar que les permitió consolidar una visión holística del entorno y un gran acopio de conocimientos y experiencias para el aprovechamiento del entorno, sin destruir ni deteriorar la armonía del hombre con la naturaleza.

La historia nos enseña también, que la ciencia moderna llegó a España durante el reinado de Carlos III, bajo la influencia francesa. Sin embargo, ello no significó que en la península se despertara el interés por el desarrollo teórico racional de las nuevas disciplinas ni por la creatividad científica (Villegas y Cardoza, 1993).

Predominó la visión utilitarista lineal. Importó mas el uso de la ciencia que ésta en sí misma. Por lo mismo, como lo exponen **González Bueno y Rodríguez Nozal** (1995), las preocupaciones de índole metodológica imprescindibles para el avance del propio conocimiento, por lo general, quedaron rezagadas. A ello habría que agregar que los conocimientos logrados por las culturas precolombinas, no se les concedió mayor importancia y mientras algunos grupos indígenas optaron por refugiarse en lugares remotos, otros se disgregaron y, poco a poco, se integraron a la población mestiza, cada vez más numerosa.

Así, de la cultura Maya, una de las mas avanzadas, solamente se conoce una parte, a través de la interpretación de sus glifos y de los pocos documentos que sobrevivieron a la catástrofe que significó para ellos la Conquista.

Ese mismo interés utilitarista fue el que llevó a la Metrópoli a la búsqueda de vegetales con virtudes medicinales y, entre estas, las plantas febrífugas, en especial, las quinas. Fue ese mismo propósito el que impulsó la realización de las expediciones botánicas a los virreinos del Perú y de la Nueva España, como lo exponen **González Bueno y Rodríguez Nazal** (1995).

La Expedición Botánica al Nuevo Reino de Granada, que dirigiera don José Celestino Mutis, tuvo origen diferente. Surgió por iniciativa propia de Mutis, y de haberse podido realizar todos sus propósitos, Colombia se hubiera anticipado a todos los países de la región en la apertura a la Ciencia Moderna. A la par con los estudios sobre la flora, fauna y gea, del Nuevo Reino de Granada, Mutis se proponía crear una Escuela de pensamiento científico, inspirada en la ciencia moderna que crearan Copérnico, Galileo, Kepler y Newton. Esto fue lo que Mutis se proponía a través de su cátedra en el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario.

Ya antes de su viaje al Nuevo Mundo, Mutis se había penetrado con el espíritu de la ciencia moderna; es

decir, la ciencia que parte de interrogantes, de fenómenos por explicar o problemas por resolver de la interacción entre la mente y la realidad y de interconectar la red de conceptos relacionados con los fenómenos o problemas en estudio. Todo, seguido del planteamiento de explicaciones hipotéticas, o hipótesis de trabajo.

En todo el proceso la mayor motivación del buen investigador procede del deseo de comprobar si ha entendido o no correctamente a la naturaleza. Además de las comprobaciones experimentales de rigor, a veces la mayor satisfacción para el científico la obtiene cuando las aplicaciones predecibles se cumplen, por cuanto es, en ese momento, cuando comprende que ha entendido correctamente a la naturaleza, como lo comenta con mucha claridad **Werner Heisenberg** (1974).

Según este mismo autor (**Heisenberg, l.c.**), en la antigüedad, el interés por la astronomía y las matemáticas eran estimulados, por su utilidad para la navegación y la medición de la tierra. La navegación volvió a tener importancia en el Siglo XV, cuando se iniciaron las exploraciones de los europeos. No es, desde luego, una simple coincidencia que el descubrimiento de Copérnico, según el cual, la tierra gira alrededor de su eje y los planetas alrededor del sol, se haya producido poco después de que comenzaran los grandes viajes de los europeos de exploración y descubrimiento de nuevas tierras.

Mutis, como ya ha sido destacado, a través de sus conferencias en el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, quería introducir la ciencia moderna en la sociedad santafereña de ese entonces. Es decir, aquella concepción de la ciencia, según la cual, cualquier indagación comienza por la formulación, con toda claridad y coherencia de las preguntas que se desean contestar. Pero, antes del planteamiento de la pregunta, el investigador necesita manejar conceptos previos que le permitan captar la existencia del problema para el cual no existe todavía una solución, en caso que hubiesen sido formulados por otros investigadores contemporáneos o del pasado. Es necesario conocer tales conceptos, tanto para el planteamiento del problema como por la formulación de la hipótesis, sometible a la comprobación experimental, a través de la verificación de las predicciones derivadas de la hipótesis.

Esta era el tipo de conocimiento que tenía en mente Mutis, caracterizado por el alto ingrediente de racionalidad. El mismo tipo de conocimiento que dio comienzo en Europa a la Edad Moderna y que en el siglo XIX tuvo expresión en la invención tecnológica que condujo a la Revolución Industrial. En la segunda mitad de este siglo

tiene lugar el gran despliegue de los conocimientos y modelos teóricos, así como de las cada vez más sorprendentes invenciones tecnológicas. Unos y otras originaron la gran Revolución que ha dado lugar a la actual Revolución Científico-Tecnológica.

Sin embargo, los altos prelados y el propio Virrey, solicitaron a Mutis que morigerara los contenidos de sus cátedras, en particular, el de sus enseñanzas acerca de las concepciones científico-racionalistas y los intentos de explicar los fenómenos de la naturaleza con la ayuda de la razón.

Es bien conocida la suerte que finalmente corrió la Expedición Botánica al Nuevo Reino de Granada, tras la muerte de su director, don José Celestino Mutis, la declaración de Independencia, y luego, a raíz de los intentos de reconquista de las colonias americanas por la metrópoli española.

Igual suerte habrían de experimentar, a lo largo del siglo XIX y de las primeras tres décadas de este siglo, las instituciones que establecieron los fundadores de la República, para impulsar la ciencia moderna, en nuestro medio.

Tras fugaz existencia desaparecieron la Academia Nacional, la Universidad Central, el Museo de Ciencias Naturales, entre otras instituciones. La Comisión Corográfica tuvo mejor suerte, en cuanto logró prolongarse por varios años y dejar un legado a la posteridad que contribuyó a crear conciencia sobre la importancia de conocer las potencialidades naturales de Colombia y las manifestaciones culturales de una población, de suyo multiétnica y multicultural, como la nuestra.

Para los fundadores de la Universidad Nacional, hecho que tuvo lugar el 22 de septiembre de 1867, era muy clara la urgencia de crear facilidades y ambientes propicios que permitieran institucionalizar la ciencia moderna al servicio de la formación de nuevas promociones de científicos en nuestro medio.

Por la misma razón, se estableció para ello, como dependencia de la nueva Universidad, la Facultad de Ciencias que desafortunadamente, al igual que la Nueva Expedición Botánica y que la Sociedad Colombiana de Ciencias Naturales, establecidas por aquella misma época, habrían de durar muy poco tiempo.

Por una u otra razón, que no es la oportunidad de entrar a analizar, amplios sectores de la sociedad y de la dirigencia de aquellos años, no estaban de acuerdo con

la implantación de la ciencia moderna en nuestro medio. Rechazaban también la idea de realizar esta actividad como una tarea esencial de la Universidad en función de la formación científica profesional de las nuevas promociones de egresados.

Pronto también la Facultad de Ciencias desapareció y la Universidad Nacional se fraccionó en escuelas profesionales, prácticamente independientes unas de otras, cada una con un Rector a la cabeza.

Hubo que esperar hasta la década de los años 30 de este Siglo, para que se fundara como dependencia de la Universidad Nacional, el Instituto Botánico, luego denominado Instituto de Ciencias Naturales y se restablecieron las carreras dedicadas a la formación de nuevas promociones de Investigadores, a lo cual ya se hizo referencia al comenzar esta presentación.

De todo este acontecer que tanto ha influido en la situación actual de la ciencia moderna y en la invención tecnológica original en nuestro medio, me parece poder derivar una enseñanza y algunas estrategias dirigidas a incorporar la ciencia y la tecnología a nuestra cultura, de tal manera que con base en sus resultados fuéramos capaces, hacia el futuro, de generar un modelo de desarrollo endógeno, es decir, inspirado en nuestra propia circunstancia cultural y en las peculiaridades de nuestro entorno natural tropical montañoso y de marcada estratificación altitudinal. (Mora-Osejo, 1998 a.)

Lo primero, lo más urgente por hacer es conceder la más alta prioridad a la educación. Se requiere el mejoramiento a fondo de la calidad de la educación si queremos prepararnos para enfrentar los desafíos del próximo milenio, y convertirnos en una sociedad que aprecia y promueve la creación, la difusión, la preservación del conocimiento y su utilización en el establecimiento de sistemas de convivencia social y solidaridad ciudadana que justifique considerarnos una nación libre y soberana.

Nuestra sociedad va a atener que interactuar con el medio natural de tal manera que no obstante su elevada complejidad y fragilidad, no sufra deterioro irreversible. Pienso que estas consideraciones deberían quedar plasmadas en una nueva visión sobre los desafíos a los cuales debería poder responder la calidad de nuestra educación, en los niveles primarios, secundario y superior.

Desde luego, tenemos que comenzar por dejar de considerar a la educación como si fuera una simple mercancía, sujeta a la oferta y la demanda del mercado.

La metodología más apropiada para alcanzar estos objetivos educacionales debe ser la de fortalecer la capacidad innata de todo ser humano de elaborar representaciones de los hechos, objetos o fenómenos de la realidad, cada vez más generalizantes y abstractas, según la índole del objeto de estudio y de si se trata de niños, adolescentes, jóvenes o adultos. O sea, en pocas palabras, estimular la capacidad de pensar y reflexionar.

En la educación superior, el pensar, la confrontación crítica de conceptos, teorías, modelos debe ser el fundamento que sustente el surgimiento de verdaderas "escuelas de pensamiento" y la creación de una masa crítica de saberes científicos, en la cual pueda apoyarse el desarrollo de la ciencia y de la tecnología que al integrarse con las demás expresiones culturales conformantes de la identidad nacional, puedan ser utilizables en la instrumentalización tecnológica del sector productivo. De todos estos logros debería surgir, en un nivel más alto de la realidad, la solidaridad social, la superación del fraccionamiento de la sociedad y la construcción de la nación.

Para todo esto, el papel de los maestros, es definitivo. No solamente deberán estar dignificados por un alto reconocimiento social y económico, sino por un gran aprecio de toda la sociedad; cualquiera que sea el nivel del sistema educativo en el cual cumplan a cabalidad sus funciones de tanto significado para la sociedad. Quienes consagran su vida y su trabajo a la docencia universitaria y a la investigación científica en estrecha relación con aquella, debe ser también considerados "Maestros" y merecer el aprecio general de la sociedad, en reconocimiento a su tarea educativa.

Los maestros tienen que ser los creadores y gestores de sus propios proyectos educativos y curriculares. Sin substraerse, desde luego, de las particularidades regionales y locales donde se desenvuelve su actividad educativa.

La educación debe concebirse de tal manera, por otra parte, que sea un sistema sintetizador de todos los procesos en ella implicados. Así, la enseñanza de las ciencias y de las tecnologías debe estar dirigida, no solamente a la adquisición y retención de información, sino a convertir tal información, a través del pensar y reflexionar crítico, en la configuración y asimilación de un nuevo conocimiento, aplicable a la solución de problemas; primero sencillos, luego, cada vez más complejos. Uno y otro aspecto tienen que estar estrechamente asociados con el ambiente local, con la experiencia, lo mismo que con el método, la tradición y la cultura científica.

A la luz de las reflexiones anteriores, me parece que también las siguientes consideraciones resultan válidas para todos los niveles de la educación:

La conversión de una nueva formación en conocimiento, implica integrar críticamente tal información a una red de conceptos. En la medida que el estudiante retenga en su mente el concepto y pueda aplicarlo en un contexto diferente, se tendría un índice confiable de la comprensión de la información, de acuerdo con Piaget, (citado por **Labinowicz**, 1982)

De acuerdo con **Labinowics (l.c.)**, el lenguaje es una condición necesaria para el desarrollo del pensamiento lógico y juega un papel importante en el refinamiento de las estructuras del pensamiento, particularmente, en el período de su desarrollo formal. Además, sin el lenguaje los marcos de referencia conceptuales serían personales y carentes de regulación social, mediante la intercomunicación.

Pero si algún nivel de la educación, requiere un replanteamiento, en relación particular con la formación en las disciplinas de las ciencias exactas, físicas y naturales, es la educación superior.

Como ha ocurrido en muchos otros países, en vías de desarrollo, también en Colombia ha crecido la cobertura y el acceso a la Educación Superior. De trece millones en 1960, pasó a ochenta y dos millones, en 1995 el número de personas matriculadas en la educación superior. Sin embargo, a pesar de este avance, la disparidad cuantitativa en el acceso de personas a la universidad, entre los países industrialmente desarrollados y los países en vías de desarrollo, aumentó, en el mismo lapso.

Pero es sobre todo en la calidad, como se afirma en el "Documento de Política para el Cambio y el Desarrollo en la Educación Superior" de la UNESCO, en donde la disparidad entre los dos conjuntos de países, desarrollados y en vías de desarrollo, alcanza niveles aún más críticos.

Afortunadamente, también en este punto, es cada vez mayor el consenso sobre que ningún país podrá garantizar un nivel auténtico, endógeno y sostenible, si carece de Instituciones de Educación Superior de alta calidad, en las cuales se conceda a la formación científica papel protagónico. En tal medida, investigación y docencia deben ser actividades complementarias, tanto en la enseñanza como en el aprendizaje. Esto contribuye poderosamente a evitar caer en la simple repetición memorística de la información, por parte del profesor y en la recitación de la misma información, por el estudiante, en el momento de las evaluaciones. (**Mora-Osejo**, 1972).

Cada vez es más fuerte e incontenible la tendencia a cimentar en el **conocimiento** el desarrollo de las sociedades. De allí que la educación superior, en particular en los países en vías de desarrollo tiene que transformarse y

ponerse a tono con esta tendencia global. Sin embargo para que tal transformación sea posible y cierta, es indispensable y urgente que las instituciones de educación superior experimenten cambios cualitativos profundos, en lo que concierne a su misión, políticas, estrategias y estructura académica.

Tras este propósito, me permito proponer que las universidades se estructuren en "Unidades Académicas" o "Cátedras", para cada una de las líneas o escuelas de pensamiento científico y docente. Estas unidades o cátedras, como se quiera llamarlas, tendrían por función central la de realizar investigación, docencia y extensión de tal manera que estas tres actividades resulten complementarias. Al interior de las "cátedras" los estudiantes deben disfrutar de la atmósfera intelectual y científica más propicia para la asimilación crítica de los conocimientos y el desarrollo de su propia creatividad. (Mora-Osejo, 1972).

En los días que corren se halla, precisamente, reunida en París, la **Conferencia Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción**, convocada por la UNESCO, con la intención de encontrar soluciones para estos desafíos y poner en marcha un proceso de profunda reforma de la Educación Superior.

Tenemos que insistir en que el Estado considere a la investigación científica como una actividad imprescindible de toda verdadera universidad, por consiguiente, debe institucionalizarse como tal y realizarse, en estrecha interrelación con la docencia y como actividad indispensable en la formación académica e intelectual de los estudiantes.

El trabajo en las aulas, dirigido mas que todo al análisis de la información para transformarla en conocimientos articulables a la red de otros conceptos ya disponibles, tendría que estar complementada mediante prácticas en el laboratorio o en el campo, frente a la realidad natural; o también mediante la práctica social, a través de actividades curriculares y extracurriculares, realizables dentro o fuera de la sede de la universidad.

Toda universidad, así concebida, tendría la obligación de crear la infraestructura, instalar los equipos y establecer las demás condiciones favorables para desarrollar la investigación científica. Esta, a la vez debe estar integrada al **Plan "General de Formación Científico-Profesional"** que reemplazaría al tradicional Pénsum inflexible, formalista. La intensidad de la investigación en relación con las demás actividades formativas debe aumentar gradualmente, a lo largo del desarrollo del **Plan General de Formación Científico Profesional**.

Cualquiera que sea el nivel alcanzado por los Estudiantes, dentro del Plan General de Formación Científico-Profesional, debe propiciarse el contacto con los docentes, el intercambio de informaciones con ellos, e inclusive, programar trabajos y ejercicios de investigación. Todo, tras el objetivo de motivar a los estudiantes por la profundización de conocimientos, ampliar los horizontes de su propio pensamiento y superar aquella concepción, según la cual, del rigorismo formal depende la calidad en la formación personal de los estudiantes.

En lo que concierne a la situación ambiental, cada vez más crítica en nuestro país, y al logro de un modelo de desarrollo socio-económico equitativo y ambientalmente sostenible, se requiere desarrollar las capacidades científicas y tecnológicas endógenas e implementar las políticas de ciencia y tecnología innovadoras, dentro de un marco de cooperación regional y extraregional, como ya fue recomendado en el Segundo Taller Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología (1996).

Mediante el acrecentamiento del conocimiento de las leyes y regularidades que rigen el funcionamiento de los ecosistemas naturales tropicales, podremos desarrollar estrategias para resolver los problemas inherentes al sostenimiento de la armonía entre el impacto de las acciones humanas y las respuestas de la naturaleza; todo, de acuerdo con los valores culturales, la singularidad, la complejidad y la fragilidad de nuestro medio natural tropical.

El punto de vista holístico en el estudio de los fenómenos y problemas concernientes al medio ambiente, nos permitirá comprender mejor las citadas modalidades sui-géneris de nuestro entorno, a la vez que facilitará el manejo de la metodología interdisciplinaria.

Según el Council of Academics of Ingeniering and Technological Sciences, Kiruna, Suecia (1995), CAETS en un sentido amplio, debemos entender el desarrollo sostenible como un modelo de desarrollo que si bien soluciona las necesidades de la presente generación, no compromete la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. En síntesis, podría decirse que significa el balance de las consideraciones económicas, sociales, ambientales y tecnológicas; todas enmarcadas dentro del sistema de los valores éticos de la sociedad, en particular, los atinentes a la preservación de la vida y los factores que la hacen posible en los diferentes continentes y regiones del planeta.

Tendremos que evitar la pérdida de la biodiversidad en todos sus niveles: genes, individuos, especies, ecosistemas y biomas. Tenemos que ser conscientes que esta-

mos deteriorando a un ritmo cada vez más acelerado nuestro patrimonio natural quizás más apreciable: la biodiversidad, presente en el territorio de Colombia, una de las mayores del planeta.

Mediante la investigación científica, como lo recomienda **Mooney**, (1998), precisa crear conocimientos para resolver, entre otras, las preguntas siguientes: de qué factores depende la biodiversidad? De tales factores, cuáles son los decisivos para su mantenimiento? Cuáles son los papeles funcionales que desempeña la biodiversidad en la dinámica de los ecosistemas?

Ya existen acuerdos en los países en vías de desarrollo para el abordamiento de los problemas descritos, y se acepta que el área estratégica de mayor relevancia, es la ciencia. Por consiguiente, tenemos que dejar de considerarla como actividad ajena a nuestra sociedad y, consecuentemente, crear los procedimientos para insertarla en nuestra cultura y utilizar los conocimientos que se vayan obteniendo, en la instrumentalización de la tecnología, necesaria para incrementar la producción económica.

Tenemos que fortalecer los valores éticos y culturales que aseguren la persistencia de la vida en el planeta y el respeto a las diferencias, fundamento de la convivencia ciudadana de la intercomunicación social efectiva y de la racionalidad de las normas que las regulan.

### Bibliografía

**CICYT**: (Red Latinoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología). 1996. Segundo Taller Iberoamericano sobre Indicadores de Ciencia y Tecnología. Carta de COLCIENCIAS. 19 (7):5-7.

- COLCIENCIAS**, 1991. El Sistema Nacional de Tecnología Instrumentos Jurídicos. Ciencia y Tecnología para una Sociedad abierta. Primera Edición. Tercer Mundo Editores. Bogotá.
- González Bueno, A. & R. Rodríguez Nozal**, 1995. Conocimiento Científico y Poder en la España Ilustrada: Hacia la Supremacía Comercial a través de la Botánica Medicinal. *Antilia*. 1 (2):1-11.
- Heisenberg, W.**, 1974. La Tradición en la Ciencia. *FACETAS*, 7(1):47-57.
- Hoyos Vásquez, G.** 1990. Elementos Filosóficos para la Comprensión de una Política de Ciencia y Tecnología. En: La Conformación de Comunidades Científicas en Colombia. Misión de Ciencia y Tecnología. M.E.N., D.N.P. y Fonade. Tomo 3. Empresa Editorial Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Labinowicz, E.**, 1982. Introducción a Piaget. Pensamiento. Aprendizaje. Enseñanza. Fondo Educativo Interamericano. Bogotá
- Mooney, H.A.**, 1998. What are we doing about the loss of Biodiversity? *Science International. News Letter No.68*. International Council for Science. ICSU.
- Mora-Osejo, L.E.**, 1972. Planteamientos Básicos para la Reforma de la Universidad de Nariño. Pasto.
- \_\_\_\_\_, 1998. La Formación para un Medio Ambiente Tropical. *Rev. Acad. Col. de Cs. Ex. Fis. y Nat.* 22 (85): en prensa.
- \_\_\_\_\_, 1998a. Biodiversidad, Tropicalidad y Modelo de Desarrollo. *Aleph No.104*. Enero/Marzo. 1998.
- Ohashi, H.**, 1996. Proposed ICSU Programme on Capacity Building in Science. ICSU General Assambly. Washington, D.C.
- Salam, A.**, 1988. Notes on Science, Technology and Science Education in the Development of the South. South Commission. Prepared for the 4<sup>th</sup> Meeting of the South Commission 10-12 December 1988. Kuwait.
- UNESCO**, 1998. Documento de Política para el Cambio y el Desarrollo en la Educación Superior. UNESCO. París.
- Villegas, R. & G. Cardoza**. 1993. The Evolution of Science in Latin America. World Science Report 1993. UNESCO Publishing. París