REFLEXIONES SOBRE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA: COLOMBIA AL INICIAR EL SIGLO XXI

MOISÉS WASSERMAN,
JOSÉ MARÍA RINCÓN,
CARLOS CORREDOR,
DIÓGENES CAMPOS

ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
COLECCIÓN MEMORIAS No. 11
COMISIÓN PERMANENTE PARA EL FOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
COLECCIÓN MEMORIAS No. 11
COMISIÓN PERMANENTE PARA EL FOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

REFLEXIONES SOBRE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA: COLOMBIA AL INICIAR EL SIGLO XXI

*MOISÉS WASSERMAN**
*JOSÉ MARÍA RINCÓN**
*CARLOS CORREDOR*****
*DIÓGENES CAMPOS**

* *Universidad Nacional de Colombia*
** *Universidad Javeriana*

Bogotá, D.C.,Colombia, 2001

Reflexiones sobre Ciencia y Tecnología: Colombia al iniciar el Siglo XXI

© Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

© Moisés Wasserman
José María Rincón
Carlos Corredor
Diógenes Campos

Corrección de los textos: Angélica Vargas

Primera Edición 2001

ISBN: 958-9205-50-x Obra completa
958-9205-49-6 Volumen

Clasificación Dewey: 306.45
R 332 r

Armada digital e impresión:
EDITORA GUADALUPE LTDA.
e-mail: guada@col1.telecom.com.co
Apartado 29765 - Tel.: 269 05 32, Bogotá, D.C.

Printed and Made in Colombia - Impreso en Colombia, 2001

CONTENIDO

Pág.

PREFACIO ix

SIMPOSIO SOBRE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO

PRESENTACIÓN
Objetivos del Simposio 3

INAUGURACIÓN
Intervención, Jorge Martínez 5
Intervención, Moisés Wasserman 6

PRIMER PANEL
CIENCIA Y TECNOLOGÍA, *AD PORTAS* DEL AÑO 2000 9

1.1 Consideraciones generales sobre Ciencia y Tecnología en Colombia 11
Eduardo Posada
1.2 Política sobre Ciencia y Tecnología 13
Gabriel Misas
1.3 Economía Política en la toma de decisiones 20
Rafael Orduz
1.4 Política Científica y Plan Nacional de Desarrollo 25
Mauricio Nieto

SEGUNDO PANEL
LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE 33

2.1 Intervención 35
Luis Eduardo Mora Osejo
2.2 Diversidad Biológica en Colombia 36
Enrique Forero
2.3 Investigación Científica e Interdisciplinariedad 42
Jairo Sánchez
2.4 El Plan Nacional Ambiental 53
Juan Mayr
2.5 Discusión 57

TERCER PANEL
EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO 65

3.1 Intervención 67
Carmenza Duque
3.2 Continentes Científicos y Patrimonio Público 68
Víctor Manuel Moncayo
3.3 Investigación: Esencia de la Universidad 73
Carlos Angulo
3.4 Ciencia para nuestro pueblo 77
Eduardo Aldana
3.5 Discusión 85

REFLEXIONES DE LOS ACADÉMICOS

PRESENTACIÓN 93
Carlos Corredor

REFLEXIONES 97

5.1 ¿Por qué investigar en Colombia? 99
Moisés Wasserman
5.2 Ciencia, Tecnología y Desarrollo 117
José María Rincón
5.3 ¿Qué puede hacer la Academia para fortalecer la Educación Básica en Ciencias? 121
Inés Bernal de Ramírez

5.4 Debate sobre la situación de la Ciencia en el país 125
Luis Eduardo Mora Osejo
5.5 Ciencia y Tecnología vs Desarrollo 129
José Lozano

REFERENTES HISTÓRICOS Y PERSPECTIVAS 137

6.1 Visión del papel del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología 139
Carlos Corredor
6.2 Aportes para la definición de una política científica y tecnológica con función social para Colombia 148
Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia
6.3 El inventario de la biodiversidad de Colombia: los actores involucrados y sus logros 154
Jorge Orlando Rangel

Bibliografía 168

Prefacio

Este libro recopila las principales reflexiones que se dieron por iniciativa y al interior de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales sobre el papel que deben tener la Ciencia y la Tecnología en el desarrollo Colombiano durante el presente siglo. El lector encontrará múltiples opiniones, que difieren seguramente en la visión particular de realidad que las sustenta, y en la formación académica y las preocupaciones de cada expositor. Pero, así mismo, verá en todas ellas un objetivo y una preocupación común, la promoción del desarrollo y del bienestar en Colombia, y una convicción única, la de que no se puede lograr ese objetivo sin un concurso importante de la Ciencia y la Tecnología. Todos los participantes en el libro coinciden en su clamor por aumentar la inversión en Ciencia, por mejorar los sistemas de educación básica media y superior del país y por enriquecerlos en contenido científico, por mejorar el conocimiento de nuestra realidad física y social y por llenar la actividad económica de una creatividad, y de una inventiva, que sólo pueden provenir de la sólida incorporación de la Ciencia en la Cultura Nacional.

Es muy posible que muchas de las ideas acá expuestas se hayan oído también en otros ámbitos y en otros foros. Los participantes esperan que así haya sido. Muchos han coincidido en denunciar esa agobiante característica del subdesarrollo, que consiste en invertir ingentes esfuerzos en diagnósticos profundos y sofisticados, mientras que se posterga siempre la decisión política de ejecutar las recomendaciones de los mismos diagnósticos. Esta deficiencia en la acción, excusada por omnipresentes problemas económicos, lleva a aplicar soluciones mediocres, paliativos, que perpetúan los mismos problemas y que agrandan las distancias en conocimiento, tecnología y bienestar que nos separan del mundo desarrollado.

Los editores han pensado que es importante hacer conocer del público general las reflexiones acá presentadas y buscar un eco, para ellas, en todos los ámbitos sociales. Se quiere además, dejar una nueva constancia del pensamiento del mundo académico, y hacer un llamado para que en este nuevo siglo por fin se tomen las decisiones que hay que tomar y la Nación se enrumbe en una ruta de progreso, de paz, y de bienestar para todos los colombianos.

Simposio sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo

Organizadores

Universidad Nacional de Colombia
Vicerrectoría Académica
Dirección Nacional de Investigación

Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Comisión permanente para la investigación

Comité organizador:
Moisés Wasserman
José María Rincón
José Lozano
Jorge Martínez
Diógenes Campos

El Simposio "Ciencia, Tecnología y Desarrollo"
se realizó en el Auditorio Alfonso López Pumarejo
de la Universidad Nacional de Colombia
el día 6 de diciembre de 1999

PRESENTACIÓN

La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, como cuerpo consultivo del Gobierno, y la Universidad Nacional de Colombia, como universidad del Estado, están interesadas en promover de manera conjunta la reflexión sobre temas de interés nacional.

Se espera que el Simposio sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo, sea un espacio de reflexión que contribuya a que las diferentes entidades públicas y privadas, y sus integrantes, avancen hacia la identificación de propósitos comunes de carácter nacional como: fortalecer la Ciencia y Tecnología, contribuir a mejorar la Educación Superior y preservar el Medio Ambiente.

Es importante que la comunidad académica y la sociedad conozcan los lineamientos contemplados en el Plan Nacional de Desarrollo (1999-2002) e identifiquen programas y acciones específicas a realizar.

OBJETIVOS DEL SIMPOSIO

1. *Conocer y apropiarse de los direccionamientos del Plan Nacional de Desarrollo, en lo referente a Ciencia y Tecnología, Medio Ambiente y Educución Superior.*
2. *Promover la reflexión conjunta de las instituciones, en referencia a temas de importancia nacional.*
3. *Identificar acciones que fomenten la articulación de las instituciones y de la comunidad académica con el Plan Nacional de Desarrollo.*

INAUGURACIÓN

INTERVENCIÓN, JORGE MARTÍNEZ*

A nombre de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y de la Universidad Nacional de Colombia, doy a Ustedes la más cordial bienvenida a este evento, convocado con el fin de analizar algunas temáticas de interés nacional, en aspectos como la Ciencia, la Tecnología y el Desarrollo. Ha sido el interés de la Academia como cuerpo consultivo del Gobierno, y de la Universidad Nacional como la universidad del Estado, propiciar espacios de discusión como éste, alejados de intereses individuales, donde se identifiquen propósitos comunes de carácter nacional, como el fortalecimiento de la Ciencia y la Tecnología, el mejoramiento de la Educación Superior, y la preservación del Medio Ambiente. Seguramente, estos aspectos requieren de deliberaciones más extensas, pero en esta oportunidad iniciamos con planteamientos que nos permitirán avanzar en una discusión particular sobre cada una de éstas temáticas en el futuro.

La aparición del Plan Nacional de Desarrollo ha generado diferentes reacciones en la comunidad académica por el direccionamiento que se da a la política del Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, la continuidad de las políticas trazadas en años anteriores en estos aspectos, los propósitos de reorganización del Sistema Nacional de Educación Superior y las propuestas de su financiación, y la concepción de estrategias que permitan el conocimiento y el

---

* Licenciado en Matemáticas de la Universidad Pedagógica Nacional, Master of Arts en Matemáticas, Master of Science en Estadística, Ph.D en Estadística de la Universidad de Stanford en Estados Unidos. Trabaja en investigación sobre el modelamiento de series de tiempo. Ex-Vicerrector Académico de la Universidad Nacional y miembro de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

uso racional de nuestros recursos. Como menciona el Plan de Desarrollo de la Universidad Nacional, recientemente presentado a la comunidad, "el conocimiento científico adquiere cada día un papel más crucial en el Desarrollo de nuestro país, la Ciencia y las formas de racionalidad científica tienen además, una fuerte incidencia en la configuración de las imágenes del mundo y de la naturaleza, y de las posibles formas de acción del hombre sobre el mundo".

El conocimiento científico, tanto en el terreno de las ciencias del hombre y la sociedad, como en el de las ciencias de la naturaleza, tiene hoy día una importancia económica, social y cultural cada vez mayor. La conformación y el fortalecimiento permanente de comunidades científicas, de grupos de investigación, de una infraestructura investigativa básica, son actualmente condiciones necesarias para que el país pueda avanzar e interactuar de manera solvente en el concierto internacional. Son también requisitos necesarios para que la adaptación de ideas foráneas sea adecuada a nuestras condiciones, y permita construir plataformas sólidas de desarrollo económico. Por todo ello, hemos invitado a representantes del gobierno, del poder legislativo y de la Academia, a intercambiar ideas en la búsqueda de acciones que propicien el propósito común del desarrollo de nuestro país.

A nombre de las dos entidades organizadoras damos nuestros agradecimientos por haber aceptado esta convocatoria, con la seguridad de que la comunidad académica aquí reunida, hará los aportes que le corresponden en la implementación de un verdadero Plan Nacional de Desarrollo.

INTERVENCIÓN, MOISÉS WASSERMAN*

Posiblemente una de las características más agobiantes del subdesarrollo es esa postergación indefinida de decisiones políticas en los temas fundamentales, que paradójicamente son los únicos que nos permitirían superarlo. Esa postergación parece provenir de una aceptación acrítica por parte de nuestros líderes, de que lo importante es lujo para ricos y de que en los países pobres debemos contentarnos con atender medianamente a lo urgente. Perversión de prioridades que conduce a una autodisminución, perpetúa los problemas y nos lleva a no buscar soluciones sino a aplicar remedios y paliativos. Sucesivas crisis fiscales del pasado enfrentadas con esa actitud acomplejada, no nos

* Químico de la Universidad Nacional, Ph.D en Bioquímica de la Universidad Hebrea de Jerusalén. Profesor de la Universidad Nacional de Colombia. Se ha destacado por la investigación en Malaria, específicamente en la Bioquímica y Biología Molecular del parásito causante de esta enfermedad. Es actualmente el Vicepresidente de la Academia Colombiana de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales.

han dejado establecer las condiciones que permitan evitar las crisis fiscales del futuro.

Uno de los más fundamentales entre tales temas, es el de la posición de la Ciencia en el país y su relación con el desarrollo. La pasada década vivimos algunos eventos interesantes: dos misiones nacionales que produjeron un diagnóstico profundo de la situación y recomendaciones muy inteligentes, la promulgación de una Ley General y el establecimiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Tuvimos algunos años de mejora relativa, aunque insuficiente en recursos para investigar; se desarrollo un programa pionero de apoyo a formación de doctores, que produjo un crecimiento apreciable de la comunidad científica y la consolidación de algunos grupos de excelencia. Pero en este momento atravesamos la peor de las crisis y en lugar de dar pasos hacia delante, estamos a punto de perder, por una coyuntura, los esfuerzos e inversiones de todo un siglo.

Dos de nuestras más importantes instituciones, la Universidad Nacional de Colombia, y la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, que tienen a la Ciencia como su preocupación y prioridad central, han decidido hacer esta invitación abierta a diversos sectores de la vida nacional y a los miembros de la comunidad académica y científica del país, para reflexionar sobre algunos aspectos del problema.

Hemos escogido tres temas: la Ciencia y la Tecnología y su papel en el Desarrollo, el papel de la investigación científica en la conservación del Medio Ambiente, y las relaciones mutuas entre la Educación Superior, la Ciencia y la Tecnología. La simple enunciación es suficiente para destacar su relevancia.

De esos temas fundamentales vamos a hablar hoy, no traemos posiciones preconcebidas desde algún grupo, sino argumentaciones individuales, en algunos casos con la fuerza y la responsabilidad que da ocupar algún cargo directivo y político. Hoy, me resulta claro, que precisamente porque somos pobres, debemos desarrollar una capacidad científica de primera línea, porque somos pobres debemos tener una universidad pública fuerte, inteligente y moderna, cabeza de un Sistema de Educación Superior excelente y abierto a toda la Nación.

Los organizadores quisiéramos que este Simposio fuera el comienzo de un foro permanente y que cada uno de los participantes se convierta en un activista de la Ciencia, que lleve a sus círculos de actividad las preocupaciones, las ideas y las propuestas que aquí van a discutirse.

Primer panel

Ciencia y Tecnología, *Ad Portas* del año 2000

Presidente de la mesa

Dr. Eduardo Posada, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Consideraciones generales sobre Ciencia y Tecnología en Colombia.

Ponentes

Dr. Gabriel Misas, Universidad Nacional de Colombia.
Política sobre Ciencia y Tecnología.

Dr. Rafael Orduz, Congreso de la República.
Economía política en la toma de decisiones.

Dr. Mauricio Nieto, Departamento Nacional de Planeación.
Política Científica y Plan Nacional de Desarrollo

1.1 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN COLOMBIA

Eduardo Posada *

Para empezar, algunas consideraciones generales sobre la situación de la Ciencia y la Tecnología en el país. Estamos atravesando por una crisis realmente muy seria, el presupuesto de Colciencias se ha reducido en los últimos años tal vez a la tercera o cuarta parte de lo que fue en el año 1996 y hoy en día no pasa de unos U$15.000.000 para sostener la investigación en el país; a título de comparación quiero mencionar que ese es el valor de un helicóptero Black Hawk. Lo peor de todo, es que ese "helicóptero" lo entregan por pedazos, yo no sé que opinaría el General Serrano si un día le entregan la hélice, al día siguiente el motor y un mes después la cabina, evidentemente esa no es una situación ideal. Aspiro realmente a que como conclusión de este panel podamos reconocer de manera decisiva, que el país necesita una política clara de Ciencia y Tecnología.

Quiero mostrar los resultados de una investigación que hizo un compatriota nuestro, Guillermo Cardoza, Secretario de la Academia de Ciencias de América Latina con sede en Caracas, quién durante una estadía en Harvard como profesor invitado, produjo un trabajo sobre el impacto que la Ciencia y la Tecnología han tenido en el Desarrollo. Recomiendo el trabajo de Cardoza porque es realmente un trabajo muy completo e interesante.

---

* Físico de la Universidad de Lausanne y Doctor en Ciencias de la misma. Su trabajo de investigación ha estado centrado en los materiales superconductores y en la física aplicada al café y a otros productos naturales. Actualmente es Presidente de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC), Director del Centro Internacional de Física y Presidente de la Junta Directiva de Maloka y de Innovar. Miembro de Número de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Él decidió comparar dos regiones de nuestro planeta, dos regiones que históricamente, por lo menos hasta hace unos 30 años, tenían una situación similar. Se trata de América Latina y los países del Sudeste Asiático, el caso de éstos últimos ha sido muy discutido, pero creo que una vez más vale la pena mencionar algunas cosas, como los indicadores de Ciencia y Tecnología referentes a esas dos regiones del mundo. En el trabajo de Cardoza se comparó la inversión en Ciencia y Tecnología como porcentaje del PIB, que es un indicador importante para medir el esfuerzo que un país hace en este campo. Quiero destacar que la comparación se realizó respecto a un período de trece años, un periodo de tiempo corto. En 1981 todos estos países estaban al mismo nivel, todos invertían por debajo del 1% del PIB, pero los países del Sudeste Asiático plantearon políticas claras de apoyo a la Ciencia y la Tecnología, de fomento al desarrollo tecnológico, de educación y de formación de investigadores. El resultado de esa política es que, por ejemplo, en tan sólo trece años la inversión en Corea pasó del 0.6% a más del 2% en 1994 y se estima que hoy se acerca al 4% del PIB. Igual cosa ocurre en los demás países y quiero resaltar el caso de Malasia, que empezó hace poco tiempo y ya empieza a destacarse.

Considero que lo más importante, es que como resultado de esta política de inversión, se ha producido ciencia en esos países. Los que afirman que la industria del Sudeste Asiático se basa en tecnología o capital importados se equivocan, porque lo que sucede es que se ha creado en ellos una capacidad importante de generación de conocimiento, que se puede apreciar mediante un indicador muy clásico: el número de investigadores por millón de habitantes. Los asiáticos han sido capaces de multiplicar ese número en 13 años de una manera muy notable, tal es el caso de Corea, que al alcanzar 2.500 por un millón de habitantes, se acerca mucho al índice de un país industrializado como Japón o Alemania. Igualmente es notable el incremento en el número de publicaciones científicas (índice que mide la producción de Ciencia y conocimiento). Por el contrario, en países de América Latina hemos tenido una tendencia a disminuir el número de investigadores, manteniéndonos en niveles muy bajos.

Estos ejemplos reflejan indudablemente que la fisonomía de un país se puede cambiar en tiempos muy cortos, si se tiene continuidad. Para concluir quiero resaltar el caso de Taiwán, hace 15 años no tenía industria microelectrónica, no producía un solo chip, su primera industria microelectrónica se monto con las uñas en 1984, y hoy día ese país es el primer productor mundial de memorias para computador. Muy buena parte de su producción se hace con tecnología propia, porque han desarrollado capacidades de generación de conocimiento.

1.2 POLÍTICA SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

*Gabriel Misas**

Quisiera tratar tres puntos centrales: El problema de la política sobre Ciencia y Tecnología en el país, los cambios en el entorno internacional y una reflexión sobre la formación que tenemos y la formación que necesitamos en Educación Superior.

Como se ha señalado en este Simposio, Colombia se ha caracterizado en este siglo por no tener una política clara en torno a la Ciencia, la Tecnología y la Educación Superior. En el caso de la Educación Superior, podemos tener tres o cuatro grandes hitos desde el siglo pasado: la creación de la Universidad Nacional como política de Estado desde 1.867; posteriormente, ya en este siglo, la decisión de Alfonso López de crear la Universidad Nacional reuniendo las diferentes universidades que existían, la Universidad Nacional de Ingeniería y la Universidad Nacional de Medicina, en un solo cuerpo y construir la Ciudad Universitaria; otro hito importante fue la creación de la Escuela Normal Superior, donde se dieron los primeros núcleos de investigación en Ciencias Sociales.

Posteriormente ha sido poco el desarrollo de políticas de Estado, aunque se creó Colciencias, no ha habido una política de Estado en torno a la Ciencia, la Tecnología y la Educación Superior. Si nos comparamos, no con los países

---

* Economista de la Universidad Nacional y con Postgrado en la Universidad Católica de Lovaina en Bélgica, ex-decano de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional. Fue Director de la Misión de Ciencia y Tecnología que se desarrolló a finales de la década pasada y que por primera vez hizo un balance de la situación de este tema en el país, y que posteriormente sirvió para consolidar el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. La Misión estuvo también involucrada en el proceso de formulación de la Ley 29 de Ciencia y Tecnología y en los decretos-ley asociados a ésta. En la actualidad es miembro del Consejo Superior de la Universidad Nacional.

desarrollados o los países del Sudeste Asiático, sino con los mismos países de América Latina, encontramos como en Argentina y en México, desde inicios del siglo se montaron políticas que hoy llamaríamos de Estado en Ciencia y Tecnología. La universidad argentina crea los primeros doctorados a comienzos del siglo con muy poco éxito al principio, pero hacia 1915 y 1920 Argentina había desarrollado, a partir de esos doctorados, una sólida industria farmacéutica y tenía un gran desarrollo de la industria química. Igualmente Argentina logra en los años 50 y principios de los 60 un gran desarrollo en energía atómica, que significó un enorme crecimiento en todos los campos: la física, la química, las matemáticas y las ingenierías, y un vuelco sobre su desarrollo industrial. Igualmente México con sus centros de investigación estuvo en los primeros lugares en 1940, cuando se iniciaron los estudios en cibernética con Winier, había investigadores mexicanos como Arturo Roseblouth y otra serie de personas.

Entonces esos son países que han tenido una visión de futuro, una visión de hacia donde se quería ir en esas sociedades. En Colombia hemos tenido un mecanismo totalmente diferente. Fernando Enrique Cardozo, hace muchos años en su libro clásico sobre América Latina, caracteriza a Colombia como un desarrollo liberal, esto significa que el libre juego de las fuerzas de mercado ha determinado hacia donde deben ir los procesos económicos y políticos del Estado. Eso obviamente nos diferencia de ciertos países, por ejemplo cuando se hace un análisis de las políticas de industrialización de los países del Sudeste Asiático, como lo ha señalado el profesor Posada con sus datos, se encuentra una diversidad enorme de políticas, pero hay un elemento común en todas ellas; tanto en Japón donde las políticas vienen desde el siglo pasado, como en Corea que lo hacen desde los años 50, y en Taiwan desde los 60, en todas ellas se le dio un papel fundamental a la educación, a la mejora en la cobertura de la educación y a su calidad, tanto en la educación básica y secundaria como en la universitaria. El gran éxito de Corea está ligado al enorme desarrollo de 16 institutos de investigación científica y al desarrollo tecnológico generados en los inicios de los años 60, es lo que ha permitido que Corea y posteriormente Taiwán tengan ese auge industrial. Ellos pasaron de ser productores de bienes intensivos en mano de obra a ser productores de bienes intensivos en tecnología. Como lo señalaba el profesor Posada con los datos del Profesor Cardoza, Taiwán al igual que Corea y en menor medida Malasia se han convertido en importantes creadores de desarrollo científico y tecnológico, fundamentalmente en el campo de la microelectrónica. Entonces la gran diferencia que tenemos nosotros es que en las políticas de Estado el campo de la Ciencia y la Tecnología ha estado relativamente marginado.

Lamentablemente, desde mediados de los años 70 la economía colombiana ha estado signada por el corto plazo. No pensamos sino como va a ser la inflación o el déficit fiscal del próximo trimestre y no estamos pensando cómo

vamos a hacer el proceso de acumulación de capital o cuáles son los problemas fundamentales. No solamente es que los ocultemos, además no nos hemos planteado como sociedad y como país cuáles son. Entonces nosotros, los economistas, y ahí tengo que reconocer que algunos de la Universidad Nacional no compartimos este pecado, pero todos tenemos que llevarlo, nos hemos dedicado a discutir que los problemas centrales de la economía y de la sociedad colombiana son si el valor alcanzado cada año es 1/10 más o menos de la inflación o 1/10 más o menos del déficit fiscal. Pero los problemas de formación, hacia dónde vamos, qué ramas industriales, qué industria y qué desarrollo deseamos tener, no nos los hemos planteado.

La Academia está lejos de haber podido plantear ese problema y todos los países lo han planteado; por ejemplo Malasia escribió hace unos 10 años un texto que es la guía de la política que se llama Malasia 2020, en una proyección a cuarenta años. Lo mismo *Made in USA* o *Made in France*, otros trabajos con las mismas características sobre a donde se quiere que vaya la sociedad. Si nosotros queremos desarrollar una sociedad basada en la reprimarización de nuestras relaciones internacionales, ésto es, más énfasis en exportación de petróleo y carbón, necesitamos una clase de investigación; si queremos desarrollar una agricultura fuerte, o tener un desarrollo industrial elevado y altas tasas de crecimiento y bienestar para la población, necesitamos otro tipo de formación totalmente diferente, son enfoques totalmente distintos. Sin embargo, el Estado, para no hablar de ningún gobierno en particular, no ha planteado ninguno de estos problemas y la sociedad tampoco los ha planteado, entonces seguimos en una inercia. Ese es el punto central que nos diferencia de otros países. No tenemos claro qué horizonte tenemos y en consecuencia qué formación tenemos que tener.

En el entorno internacional ha habido dos cambios importantes en las últimas décadas. El primero es la creación de un nuevo sistema técnico basado en las tecnologías de la información, la telemática, la robótica, la electrónica y la informática. Lo anterior implica que los procesos de formación de la fuerza laboral de cada uno de los países donde se implementa el nuevo sistema técnico, exigen niveles cada vez más finos y profundos. El segundo cambio, es que hemos pasado mediante ese nuevo sistema técnico de las ventajas heredadas a las ventajas construidas. Antes era muy importante que un país contara con abundantes recursos naturales y mano de obra numerosa para que fuera barata, y de esta forma pudiera competir en el mercado internacional. Eso era claro hasta los años 50. Pero esas ventajas se fueron perdiendo, y hoy día son las ventajas construidas, la capacidad de crear, manejar y desarrollar las tecnologías, el elemento central para poder manejar ese nuevo sistema técnico. La abundancia de materias primas o mano de obra no hace la diferencia. Están como ejemplo nuevamente los países del Sudeste Asiático, Japón, Corea del Sur y Taiwán; se caracterizan por su pobreza en recursos naturales, mineros o

energéticos, son países que no tienen petróleo, difícilmente pueden utilizar la hidroelectricidad, y tienen una mano de obra cara, pero altamente calificada. En consecuencia, esas viejas ventajas que supuestamente nosotros tenemos, son las ventajas que no se requieren en el nuevo contexto internacional. Las necesarias son las ventajas que se construyen, y el elemento central de la construcción de esas ventajas está en la formación y en la capacidad de dominar las nuevas tecnologías, y eso solamente se hace con formación a todos los niveles, pero fundamentalmente con una Educación Superior de alta calidad, de alto cubrimiento, y de investigación y desarrollo científico y tecnológico, donde el Estado tiene que jugar un papel central, porque la Ciencia y la Tecnología no se desarrollan por la dinámica de las fuerzas del mercado.

Toda sociedad para poder ser viable necesita por lo menos de seis campos fundamentales. Necesita tener formación, un conocimiento y programas de investigación que le permitan desarrollar y dominar la tecnología, con el fin de construir los servicios básicos. También necesita de educación y salud. Debe desarrollar su seguridad alimentaria, y debe tener capacidad de manejar el sistema productivo y de manejar la gobernabilidad del sistema político y social. Sin esos seis elementos una sociedad no es viable. Pero con los cambios que se están produciendo a nivel internacional y los nuevos desarrollos en el campo de la Ciencia y la Tecnología, se han generado cambios en las normas de producción de los conocimientos en todas las áreas. Por ejemplo, es cierto que desde el siglo I o antes, se vienen construyendo puentes y carreteras, pero hoy en día se construyen bajo las nuevas normas técnicas de producción, que permitan el tránsito de camiones o trenes más veloces o más pesados. En consecuencia las tecnologías que se requieren actualmente para construir ese tipo de infraestructura física son totalmente diferentes a las que se requerían en los años 50 o en los años 60. Si se construyen puentes válidos para los años 60, no pueden utilizarlos ni los trenes ni los camiones de hoy, ni soportar el flujo vehicular tan grande que tenemos. En consecuencia este objetivo demanda nuevos retos.

¿Qué estamos haciendo nosotros para enfrentar esos retos?. Hay que decirlo, nuestra formación en Educación Superior, ni cuantitativa, ni cualitativamente, está respondiendo a las necesidades que requiere el país; a continuación señalaré algunas de sus deficiencias:

Primero, tenemos una de las más bajas tasas de escolaridad en Educación Universitaria, esto es la relación de estudiantes universitarios sobre la cohorte de población de los 18 a los 24 años. Según las estadísticas hemos hecho un paso importante del 13% como a un 15% o 16% en los últimos años, pero hay un error en el cálculo, dado que más o menos el 30% de los jóvenes están entrando menores de 18 años a la universidad. Si uno hiciera la corrección del cálculo, eliminando a los jóvenes menores de 18 años para poder calcular la tasa bruta de escolaridad entre el número de estudiantes mayores de 18 años con la cohorte de edad correspondiente, tenemos que no hemos variado en absoluto la cobertura en Educación Superior.

Segundo, nuestra Educación Superior cualitativamente tampoco está bien, el 60% de los matriculados en Educación Superior están en tres áreas: Ciencias Administrativas, Ciencias de la Educación y Derecho, y menos del 2% están en Ciencias Naturales, cuando nuestros vecinos tienen alrededor del 4% o 5%, y algunos como Brasil superan el 8%. ¿Por qué esa gran afición a las Ciencias de la Educación, a las Ciencias Administrativas, Economía, Contaduría y Gestión Empresarial?, pues sencillamente porque son oferta fundamentalmente nocturna.

Tercero, tenemos cerca de 50% de nuestros estudiantes en centros educativos nocturnos y todos saben la baja calidad que predomina en dichos centros. No solamente en los nocturnos, sino también en muchos diurnos.

Cuarto, es una característica colombiana prácticamente única en el mundo, mientras hacia los años 50 cerca del 60% de la educación, de la matrícula total en Educación Superior en Colombia, estaba en universidades públicas, hoy día esa participación es del 30%, en tanto que el promedio en América Latina es del 62%. A nivel internacional, por ejemplo en Europa, la casi totalidad de la matrícula está en universidades públicas y en los mismos Estados Unidos el 80% de la Educación Superior tiene carácter público. Es importante señalar que muchas universidades son de carácter público por el sistema de financiamiento; si bien universidades de calidad como Harvard o Stanford son universidades privadas, en el caso de Stanford, sólo el 23% de sus ingresos proviene de las matrículas y el resto proviene del financiamiento de la investigación con fondos públicos. Todos ustedes conocen que en Estados Unidos son tan importantes la inversión en defensa como en el Sistema Nacional de Salud y en otras agencias estatales que financian la investigación. Es así como el Estado no solamente financia al "Colciencias" de Estados Unidos, sino a todas las agencias gubernamentales que para su desarrollo requieren de grandes cantidades de investigación. Entonces es una utopía pretender financiar una educación de calidad a través del cobro de matrículas, pero esa es la universidad que tenemos y una muestra de la poca calidad que estamos produciendo como país está en la débil calidad de los cuadros de dirección tanto a nivel político y económico, como en los medios de comunicación.

Esas enormes discusiones que a veces tienen los colombianos con muy poca orientación, como alguien los ha llamado en algún artículo de periódico, unos expertos en "despistología", se limitan a cosas totalmente intrascendentes y esto es el resultado de la formación que la universidad colombiana está produciendo. Por supuesto que reconozco que tenemos excelentes universidades, pero globalmente no estamos creando los cuadros que el país requiere.

Entonces, ¿cuál es la universidad y la formación que requerimos? Necesitamos una formación donde los alumnos puedan plantearse y solucionar problemas, conectar saberes y darles sentido. Queremos una universidad que permita a los alumnos plantearse problemas, buscarles soluciones alternativas y no solamente repetitivas. A veces se dice que la universidad colombiana es muy teórica, lo que quieren decir con eso es que es una universidad repetitiva y memorística. Desafortunadamente no es cierta esa acusación, aunque sería lo mejor que se pudiera decir de la universidad: que es eminentemente teórica, que tuviera teoría, que pudiera dominar con esa teoría y plantearse problemas. Pero la universidad que tenemos es todo lo contrario, es una universidad no teórica, centrada en los procedimientos y no en los fundamentos. Obviamente en una universidad donde casi las tres cuartas partes de su profesorado no tienen un nivel de formación más allá del pregrado y no poseen experiencia investigativa, lo único que pueden enseñar son sus prácticas profesionales. Entonces van los abogados, los economistas, los ingenieros a las aulas, y ¿qué enseñan en sus cátedras?, la practica profesional en sus oficinas, en sus ministerios o en otro tipo de instituciones, pero no pueden enseñar teoría.

Necesitamos primero que todo definir qué es el Sistema de Educación Superior y tener una jerarquización clara. No todas las universidades pueden ser de investigación, pero sí tenemos que crear y consolidar unas universidades de investigación como las hay en todas partes del mundo, no solamente para dedicarse a la investigación, sino al proceso de formación avanzada, pues existe una relación fuerte entre los dos. Los estudios que se han hecho últimamente, el de Uricoechea sobre el mundo académico, y el trabajo anterior de Mariana Zapata y Lucio, demuestran que esas características de universidad fuerte donde hay investigación y profesores con nivel de formación avanzada, sólo las poseen cinco dentro de todo el elenco colombiano, entre ellas: la Universidad Nacional, la Universidad de Antioquia, la Universidad del Valle y la Universidad de los Andes. De las que se habla en estos estudios, cuyos resultados coinciden a pesar de haberse hecho con metodologías diferentes, hay cuatro universidades públicas y una universidad privada.

Requerimos evidentemente que la calidad de la formación en todos los niveles sea muy buena, porque necesitamos consolidar esas universidades de investigación si queremos construir los cuadros de dirección que el país requiere. Primordialmente necesitamos una formación que algunos llaman de analistas simbólicos, esto significa con capacidad de abstracción y de manejar sistemas altamente formalizados, con un pensamiento sistémico, no reduccionista, que les permita aprender los fenómenos complejos. Esta formación debe estar centrada en que cada uno de los presupuestos que se enseñan sean debatidos, basándose en la experimentación. Además las personas deben ser capaces de trabajar en equipo y tener policompetencia, es muy difícil abordar un problema solamente con las competencias de su propia disciplina; por ejemplo, para

hablar del campo de los economistas, es muy difícil que un economista con una gran formación en teoría económica pueda enfrentar muchos de los problemas, si no tiene sólidos conocimientos en el campo de las temáticas para modelizar, si ese es su objetivo, o en el campo de ciencia política, la sociología o en otros campos nuevos como el de la ecología. Desde un único campo disciplinario, si no se tienen otras competencias, es difícil trabajar en equipo y poder comprender problemas de alto grado de complejidad.

En consecuencia, la universidad que necesitamos debe estar centrada en los fundamentos y no en los procedimientos, tenemos que empezar a definir qué es lo que podemos enseñar en el pregrado y qué enseñar en los postgrados. La enseñanza debería ser un núcleo de saberes fundamentales que le permita a los estudiantes construir hacia el futuro nuevos conocimientos. Hablando con algunos colegas llegábamos a la conclusión de que si una universidad colombiana en el campo de la ingeniería, particularmente en Ingeniería de Sistemas, por ejemplo, le diera a una persona la mejor formación del mundo, de forma tal que al graduarse estuviera en un punto muy alto de actualización, si esa persona no aprende a aprender, ni tiene capacidad de desarrollarse hacia el futuro, cinco años más tarde estará por fuera del mundo de la computación y estará alejado del campo que dominaba cinco años atrás. Entonces el gran reto que tenemos es cómo formar a las personas para que sigan desarrollándose y sigan aprendiendo y en eso la universidad tiene que jugar un papel central en dos campos fundamentalmente, en el campo de la formación de base que se les da y en el de crear condiciones para un contacto permanente con sus egresados.

Finalmente viene la pregunta, ¿cómo contempla todos estos elementos el Plan de Desarrollo? Yo escribí un artículo que publicó la revista de la Facultad, no quisiera entrar en detalle, pero lo único que podría decir es que nuestro actual Plan de Desarrollo no ve ni a la Educación Superior, ni a la Investigación Científica como problemas centrales. Se limita a un problema de asignación de recursos y todos sabemos que es muy fácil destruir un equipo de investigación cortándole los fondos o devolviendo al país estudiantes de doctorado porque llevan cuatro o cinco meses sin recibir las becas. Eso es muy fácil de hacer, lo difícil es volver a reconstruir ese tejido una vez que se ha perdido, restituir los laboratorios una vez que se han disgregado sus miembros, o enviar doctorandos nuevamente una vez que han regresado al país. Por eso creo que no estamos haciendo el esfuerzo que deberíamos hacer como sociedad para construir el futuro.

1.3 ECONOMÍA POLÍTICA EN LA TOMA DE DECISIONES*

*Rafael Orduz***

He trabajado un año y cuatro meses en el Congreso, lugar donde se aprueban finalmente las leyes, el presupuesto y el Plan Nacional de Desarrollo, hoy quisiera hacer algunas reflexiones sobre algo que podría llamar la economía política en la toma de las decisiones: cómo es que se toman las decisiones y qué hay detrás de ellas.

Me preocupa, estando en el Congreso, cuán difícil puede llegar a ser la gestión de las personas que participan en misiones de Ciencia y Tecnología como el Dr. Gabriel Misas o los Sabios en el año 1994, y cómo finalmente, cuando se toman las decisiones, si no existe detrás una voluntad política que tenga claro para que sirve lo sugerido por las misiones, no hay nada que hacer. Es increíble que nuestra crisis presupuestal haya generado en Colombia una crisis de pensamiento. El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, aunque precario, venía construyéndose bloque a bloque, pero infortunadamente pienso que actualmente es un sistema compartimentalizado, y no existe una voluntad política que lo respalde.

La idea que yo quisiera presentar es que mientras no se cumplan ciertos requisitos mínimos de voluntad política, bien sea una voluntad política autogenerada por la llamada clase dirigente colombiana, o una voluntad política resultado de una presión, no hay concepto que pueda valer. Mencionaré

---

* Transcripción de grabaciones del Simposio "Ciencia, tecnología y desarrollo".

** Economista de la Universidad Nacional y de la Universidad de los Andes, Doctor en Economía de la Universidad de Göttingen. Ha ocupado numerosas posiciones en el sector público y privado en Colombia, fue Director de la Unidad de Industria del Departamento Nacional de Planeación, Viceministro de Educación, Director del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y Vicepresidente de la Unión de Industrias Químicas de Colombia. En la actualidad es Senador de la República.

brevemente cuatro puntos: el primero, algunas ideas sobre cómo se generó el Plan de Desarrollo; el segundo, cuestionamientos sobre la ausencia de voluntad política; el tercero, algunas consideraciones para reflexionar sobre la nueva piel de la tecnocracia; y por último, quiero abordar el falso dilema entre el neoliberalismo y la socialdemocracia.

Quisiera antes de comenzar, leer unos párrafos de *El Tiempo* de hoy, que reproduce en la tercera sección una página del Wall Street Journal Americas, dice lo siguiente: "Las acciones tecnológicas acaparan todo el brillo en el firmamento de Wall Street. Las acciones de empresas tecnológicas no sólo están liderando el mercado sino que prácticamente lo están sofocando. Los títulos tecnológicos, incluyendo los relacionados con internet, son los que han encabezado la tremenda alza bursátil durante los últimos meses, y también han acaparado la atención de los inversionistas y de Wall Street". Algunos podrían preguntarse si existe algo más en el mercado bursátil, pues se ha convertido en una fiebre en Wall Street, todos están concentrados en las acciones relacionadas con internet, todos las poseen o las están negociando.

En cambio la revista *Semana*, que aparece hoy, destaca como personaje industrial del año 1999 al presidente del grupo que produce cerveza. Así mismo, estaba pensando en unas declaraciones del Dr. Cárdenas, Presidente de la Federación Nacional de Cafeteros, relacionadas con el alza del precio del café hace apenas tres días, literalmente dijo: "se nos apareció la virgen, subió el precio internacional del café", y recuerdo un titular de *El Espectador* hace dos meses, cuando nuestro actual presidente viajó a San Antonio, Texas, que decía: "Pastrana tras el milagro petrolero". Entonces yo creo que el problema de la voluntad política está íntimamente relacionado con el problema de la clase dirigente colombiana, que se ha quedado con, lo que el Dr. Gabriel Misas llama, las ventajas heredadas, y que no tiene una visión a largo plazo para construir ventajas competitivas.

Se nos aparece la virgen porque hay heladas en Santa Catalina, Brasil, o porque hay una rabieta entre Hussein y Clinton, y sube el precio del petróleo. Respecto a este punto, el ministro estrella, no importa su nombre, es aquel que defiende un modelo minero exportador, por lo tanto ¿qué voluntad política podría haber?

Con referencia al primer punto de mi exposición, considero que no hay mucho que esperar del actual Plan de Desarrollo, pues la Ciencia y la Tecnología no aparecieron dentro de las ofertas del Presidente Pastrana en su campaña electoral. La presentación en octubre del primer proyecto del plan prácticamente excluía a la Ciencia y la Tecnología, aparecían algunos islotes en el capítulo de comercio exterior, algo en el de salud, algo en el de educación y finalmente, con la ayuda del Dr. Eduardo Posada, se presionó para que apareciera un capítulo

que al menos le daba vida al capítulo de Ciencia y Tecnología. El resultado es bastante pobre pues tan sólo se tienen retazos institucionales en este sector: el Ministerio de Agricultura cuenta con su sistema de Ciencia y Tecnología, y con su fondo; el Ministerio de Comercio Exterior cuenta ahora con su fondo que es el Fondo de Productividad, y así sucesivamente. Estamos ante la destrucción de una serie de esfuerzos que aunque modestos han sido trascendentales, por ejemplo, Colciencias está prácticamente en proceso de disolución y el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, en mi opinión, está languideciendo. Así mismo, se han llevado a cabo misiones de Ciencia y Tecnología, muy pertinentes en la teoría pero absolutamente desaprovechadas por la voluntad política.

Respecto al segundo punto, la ausencia de voluntad política, quisiera cuestionar el papel de los protagonistas, quienes deberían promulgar un nuevo concepto. Tengo la impresión que muchos de los industriales sacan cero en tecnología y en lugar de aprovechar la apertura económica para comparase con el estado del arte internacional, siguieron reproduciendo viejos vicios, como limitarse a hacer antesala al gobierno para lograr algún tipo de renta específica. Hay gremios industriales que incluso han desaparecido, tal es el caso de FEDEMETAL, y aunque sus afiliados metalmecánicos y siderúrgicos fueron absorbidos por la ANDI, no ha habido ningún planteamiento de tipo tecnológico.

En el Congreso es posible distinguir quién hace cabildeo y con qué objetivos, cuando hay una reforma tributaria algunos industriales lo hacen por prendas; por ejemplo, la botella de cerveza no paga IVA, pero los medicamentos si lo hacen. Esto sucede porque el grupo dueño de esta industria había pagado campañas de senadores. Por el contrario, no ha habido ni un solo cabildeo de parte de algún grupo industrial a favor de un régimen tributario específico relacionado con Ciencia y Tecnología o con apropiación tecnológica. En este punto ha sido importante la gestión del Dr. Eduardo Posada quien ha logrado se concedan algunas excenciones tributarias a cambio de inversión en Ciencia y Tecnología.

Considero que la Academia debería, en este sentido, ejercer más presión, pues ha estado ausente de la protesta civil, no se ha movilizado activamente, y de alguna manera, por omisión, ha permitido que pase lo que está ocurriendo. El Gobierno y el Congreso miran a la Ciencia y la Tecnología con cierta simpatía benévola porque como son de largo plazo, piensan que no se entrometen en sus planes de corto plazo. Incluso permiten este tipo de foros, porque es sabido que no tendrán la menor efectividad a menos que se construya un tejido social en torno a la Ciencia y la Tecnología.

Por otra parte, quisiera hablar un poco sobre la crisis actual de la tecnocracia colombiana. Desde la época de los presidentes Valencia y Lleras, había habido continuidad y no se presentaron saltos en el gobierno al estilo de Fujimori en el Perú. En Colombia había existido equipo, incluso a pesar de algunas

diferencias ideológicas en los gobiernos de Samper, Gaviria, Barco, Betancour y Turbay. Sin embargo, impresiona el desenvolvimiento de la tecnocracia actual, considero que por primera vez está en crisis, pues la tecnocracia solía sustituir al Congreso de alguna manera en el diseño de las políticas, era capaz de reemplazar al clientelismo, tenía concepto y equipo, pero ahora carece de ellos. Por ejemplo, a pesar de los problemas evidentes de nuestro país, el Departamento Nacional de Planeación y el Ministerio de Hacienda, son un orgullo de la clase dirigente. Estos estamentos, desde el punto de vista del manejo macroeconómico, se jactan de haber mantenido tasas de interés, de cambio e inflación en unos niveles relativamente bajos desde hace muchos años.

Si se le preguntara a los ministros, quienes son hombres y mujeres brillantes, ¿cómo se imaginan el país en el 2020?, las respuestas serían diversas; por ejemplo, al preguntar al Ministro de Minas, cómo se imagina la balanza de pagos de Colombia en el año 2020, su respuesta estaría relacionada con un modelo minero exportador, mucho petróleo. Si se le pregunta a la Ministra de Comercio Exterior, ella diría que en estos dos años se van a duplicar las exportaciones no tradicionales y se van a triplicar los servicios diferentes al pago de deuda, con lo anterior quiero señalar que no hay equipo.

La tecnocracia generalmente está compuesta al alto nivel por individuos intelectualmente bien formados que han estudiado en el exterior, que hablan muchos idiomas etc., pero que tienen un cuarto negro, que en mi opinión son sus relaciones oscuras con el Congreso; éstas consisten simplemente en conceder partidas presupuestales y empleos, a cambio de la aprobación, por parte del Congreso, de los planes que presenta el Gobierno. Yo fui testigo de cómo se aprobaron los presupuestos de los años 1999 y 2000, en ese entonces el presupuesto era de 46.5 billones, 15 se invirtieron en el pago de deuda, 6 en inversión y el resto en funcionamiento. Es evidente que cuando hay limitación presupuestal y no es posible agrandar la sábana, lo que se puede hacer son cambios internos dentro de ella, que en la última sección de aprobación se dieron de la manera más excluyente. Políticos relacionados con el Gobierno obtuvieron ciertas partidas para programas que eran de su interés particular o para sus regiones, esa vez no hubo debate televisivo y el presupuesto fue aprobado sin discusión. Eso es lo que considero el cuarto oscuro de la tecnocracia, un lugar perverso donde se denota que no hay independencia entre el ejecutivo y el legislativo. ¿Entonces, qué ocurre?, que si no hay Ciencia y Tecnología en el Congreso, pues la Academia y la industria moderna están sub-representadas allí, no hay quien las defienda.

Otra circunstancia que me alarma, es que en el pasado se habían planteado una serie de supuestos que no se cumplieron. En 1991, cuando se adelantaron las reformas que 8 años más tarde, es decir hoy en 1999 deberían poderse verificar, se apuntaba a una mayor competitividad del aparato productivo co-

lombiano, hoy somos menos competitivos y esto está relacionado con la crisis de la tecnocracia, la apertura económica y todas las reformas que se hicieron alrededor de la misma. Al decir esto no estoy hablando con nostalgia del modelo anterior, ni mucho menos. Se habló de las privatizaciones como un medio razonable para sacar al Estado de donde no debía estar, y como una manera de eludir la corrupción, Foncolpuertos ilustra exactamente lo contrario. Pese a que se hizo una inversión considerable en justicia, hoy tenemos una altísima impunidad y una tasa de homicidios, secuestros y masacres por las nubes. Adicionalmente, la descentralización de la crisis fiscal está afectando a más de 500 municipios y prácticamente a 20 departamentos. Entonces, ¿qué está pasando en Colombia?, el Congreso no da la talla en lo absoluto, y la tecnocracia que supuestamente lo sustituía en el concepto, tampoco la está dando, pues se encuentra en crisis en este momento.

Finalmente, quiero abordar el dilema entre el neoliberalismo y la social-democracia, pues me parece que es falso. Se dice que el país está en crisis por tener un gobierno neoliberal, pero considero que no es así, un Gobierno neoliberal tendría concepto, y en mi opinión carece de él. Por ejemplo, en las leyes de vivienda del modelo neoliberal chileno, existe un subsidio de vivienda a los estratos más bajos. Definitivamente considero que nuestro problema no es la falta de social-democracia, es un problema de falta de concepto.

Es probable que en la nueva piel que existe en la tecnocracia se encuentran jóvenes que reproducen, como decía Jaime Garzón, más de lo mismo a lo mismo que antes, grupo Santo Domingo: productor de cerveza, Ministerio de Minas: modelo minero exportador, entre otros muchos ejemplos, pero infortunadamente no existe voluntad política y no será generada por quienes estén interesados en un modelo rentista y cortoplacista. Entonces, hay que generar voluntad política basada en la menor presión posible. Ni la universidad, ni la academia, ni los industriales lúcidos avanzados, han hecho uso de los mecanismos que la Constitución tiene para presionar, y entonces se han quedado rezagados.

Es necesario realizar una alianza entre las personas que tengan claro el valor de la Ciencia para generar una economía de conocimiento hacia el futuro, pues el sistema político actual no implica el trabajar para una Colombia que esté basada en el conocimiento. En el Estado se está conceptualizando el capital social, que es concebido como el tejido social y detrás de él se habla de la sociedad civil entendida como lo publico no estatal. Yo creo señores de la Academia y señores de la Universidad que definitivamente tenemos movilizarnos de una manera mucho más agresiva, puesto que la clase dirigente colombiana no tiene un modelo para alcanzar una Colombia 20/20.

1.4 POLÍTICA CIENTÍFICA Y PLAN NACIONAL DE DESARROLLO*

*Mauricio Nieto***

Como representante del gobierno, espero que mi papel en este Simposio sea el de plantear un debate constructivo, pues es necesario que se conozcan tanto las dificultades como los esfuerzos que se están haciendo para mejorar la situación de la Ciencia y la Tecnología en Colombia. Aunque no es necesario insistir sobre la situación fiscal del país, si el problema que vamos a discutir es la capacidad de inversión del gobierno, es esencial tenerla como una realidad y un punto de partida. Sin desconocer el valor que tienen las comparaciones internacionales y las muy valiosas conclusiones de las misiones de los sabios, se tiene que partir de una situación económica del país bastante compleja.

A continuación presentaré el resumen de un documento de Ciencia y Tecnología del gobierno, que será la base de un documento CONPES que posiblemente saldrá el próximo año.

La introducción refleja el contenido filosófico de las propuestas que aquí se desarrollan. Primero que todo, es necesario considerar que los efectos de la inversión que pueda hacer un país en Ciencia y Tecnología deben ser entendidos a mediano y largo plazo. Por lo tanto la política en Ciencia y Tecnología no se puede reinventar con cada gobierno y los objetivos deben mantenerse, algu-

---

* Transcripción de grabaciones del Simposio "Ciencia, tecnología y desarrollo". Posteriormente a esta presentación se produjo un documento CONPES que constituye la política oficial. De todas formas se transcribe esta intervención para ser fiel a lo expuesto durante el simposio.

** Filósofo de la Universidad de los Andes, Ph.D en Historia de la Ciencia de la Universidad de Londres, ocupó el cargo de Director del Departamento de Historia de la Universidad de los Andes hasta 1997 y fue jefe de Desarrollo Tecnológico del Departamento Nacional de Planeación. (Viene en representación del Dr. Mauricio Cárdenas, director del DNP –1999-).

nos tan obvios como es el fortalecimiento de la comunidad científica, el aumento de la capacidad de innovación del sector productivo, etc.

El segundo punto es que la política de Ciencia y Tecnología debe estar de acuerdo a la política de desarrollo económico de un país. La política de Ciencia y Tecnología acompaña al Plan de Desarrollo con énfasis en apoyar al sector productivo, particularmente a su capacidad exportadora. Es un tema bastante debatido, incluso en la Universidad Nacional de Colombia ha habido debates sobre el tema.

Ahora, para que haya verdadera integración de la Ciencia y la Tecnología con la sociedad como una condición para el desarrollo, se piensa que es necesario romper con algunas dicotomías que, a mi modo de ver, son visiones algo artificiales de lo que la Ciencia y la Tecnología son en la sociedad y que deberían ser vistas de una manera distinta, es esencial romper la disyuntiva entre científico y tecnológico, entre ciencias básicas y ciencias aplicadas, entre la nación y las regiones, entre las políticas de Estado y las demandas del mercado, y entre lo publico y lo privado.

En la política de Ciencia y Tecnología se han planteado objetivos que coinciden con grandes dificultades:

- Fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Fomentar la investigación científica en áreas de interés prioritario para Colombia.
- Formar capital humano específico.
- Generar una dinámica de innovación y desarrollo tecnológico en el sector productivo (esto es la columna vertebral de la política).
- Estimular la difusión de la comunicación pública del conocimiento .
- Optimizar los mecanismos de evaluación y seguimiento de las actividades científicas y tecnológicas.

Respecto *al fortalecimiento institucional del Sistema de Ciencia y Tecnología*, el gobierno reconoce que este sistema debe fortalecerse, evento visto como un proceso, pues no puede ser simplemente un decreto. Un sistema joven tiende a acelerar todos los procesos posibles para fortalecerse, pero es necesario que institucionalmente funcione. El diseño de la Ley 29 está bien concebido y hay que luchar para que funcione. Se proponen estrategias para el Consejo Nacional y los Consejos de Programas, estrategias de regionalización y estrategias de internacionalización.

El punto anterior es de carácter más institucional que de frentes activos de la política y constituye las recomendaciones sobre las cuales se debe actuar.

Además quiero hacer énfasis en que el funcionamiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología no depende exclusivamente del Departamento Nacional de Planeación, también tiene participación el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, constituido por un grupo de personas que son las responsables de que esta política se empodere. En este consejo participan la Academia, la comunidad científica, los ministerios, la industria, Colciencias con un papel protagónico como secretaría técnica, y Planeación Nacional, quien preside ese consejo. Es necesario entonces que haya un mayor liderazgo propositivo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, esto se resume en que cumpla a cabalidad lo que ordena la Ley 29.

Es absolutamente necesario que para el diseño de una política pública e institucional eficiente se tenga la información adecuada, pero carecemos de indicadores de información acertada y oportuna para poder tener una política estratégica; por lo tanto es necesario crear información adecuada para ese propósito específico. Posteriormente se mencionará que ya se constituyó el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, una institución mixta en la cual participan las universidades. Es necesario pensar en las normas legales o en una renovación de las existentes con un objetivo claro, que es mantener y reforzar los incentivos que existen para la inversión privada en Ciencia y Tecnología. Esto es algo necesario aún en los países industrializados, por ejemplo en Estados Unidos, la inversión privada es más alta que la pública, mientras que en Colombia la inversión privada es mínima. Es necesario que la empresa privada entienda la importancia de la renovación tecnológica y de la inversión en ese propósito.

Sobre la creación de redes y canales de articulación, el sistema debe crear y facilitar vínculos, particularmente entre la empresa, la universidad, las agencias del Estado que tienen que ver con Ciencia y Tecnología, y los centros de desarrollo tecnológico. Es necesario entonces fortalecer las funciones de la secretaría técnica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, que es asumida por Colciencias. Este organismo debe tener una capacidad de convocatoria fuerte, debe liderar procesos de convocatoria a otras entidades para que formen parte del sistema. Puesto que el presupuesto de Colciencias es bastante limitado, ésta no puede ser simplemente una entidad ejecutora del presupuesto, su papel es mucho más importante que ese. En este punto debo aclarar que la secretaría técnica de los distintos programas nacionales no es sólo responsabilidad de Colciencias, es compartida con los ministerios. Por lo tanto, hay que llamar a éstos para que tengan también liderazgo en la secretaría técnica en cuanto al diseño y la ejecución de políticas en Ciencia y Tecnología de manera coherente. Los ministerios no deben hacer su plan de Ciencia y Tecnología individualmente, pues rompen la estructura del sistema, cuya finalidad es que institucionalmente los ministerios tengan una representación fuerte en Ciencia y Tecnología.

Finalmente está el objetivo de la unificación de criterios en la asignación y ejecución presupuestal. Es importante también aclarar lo que para algunos ha sido motivo de confusión, y es que el presupuesto de inversión en investigación de Colciencias no es sólo aportado por Colciencias. En 1998 el Estado aportaba apenas el 29% de la inversión total, otras entidades importantes aportaron, como el Ministerio de Agricultura y la Universidad Nacional, en total fueron 111 entidades. Por esta razón el presupuesto está atomizado y no existe una capacidad de control con una política coherente, excepto con el presupuesto de Colciencias. Es necesario que con la integración y el fortalecimiento de la secretaría técnica, y con algún mecanismo que podría conducir Planeación Nacional, exigiendo conceptos previos para todos los proyectos de Ciencia y Tecnología, se ejerza una política coherente.

Sobre el tema de la regionalización sólo voy a decir dos cosas importantes. Primero, se ha dicho que es importante romper con la disyuntiva de nación-región. Segundo, es importante entender que el problema de la regionalización no es responsabilidad de las comisiones regionales y no es responsabilidad de instancias dedicadas a pensar en el tema de la regionalización como si fuera un tema aparte del problema de Ciencia y Tecnología. Por el contrario la regionalización debe ser vigilada por todos los frentes de la política, en apoyo a grupos y centros de investigación, y debe ser tenida en cuenta en la financiación de proyectos de investigación, en la formación de capital humano, en la divulgación, en el seguimiento, etc. En resumen en todos los puntos de la política.

Desde luego deben existir instancias regionales que ayuden a que esto pueda ocurrir, las regiones deben ser las que gestionen sus planes de Ciencia y Tecnología. Es muy distinto pensar el problema regional en Antioquia con una industria pujante que en la Amazonía; entonces es un problema decretar qué debe pasar en las regiones, porque cada región debe tener su propia mecánica. Las comisiones regionales o cualquier otra instancia que se dedique a ese asunto tampoco pueden ser ejecutoras de presupuestos, deben ser gestoras de recursos frente a industriales, gestoras de ideas frente a las universidades regionales y gestoras de proyectos. Hay algunos ejemplos interesantes que funcionan con bastante éxito, como el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, al igual que el Centro de Desarrollo Tecnológico en Santander, donde se han logrado vínculos importantes entre la universidad y la empresa.

La internacionalización es un tema obvio que no requiere de mayores explicaciones, en una globalización agresiva no podemos darle la espalda a lo que está pasando en el exterior. En cuanto a la gestión de recursos internacionales, éstos han sido desaprovechados en varios casos. Por ejemplo, la Fundación JICA del Japón está ofreciendo becas para colombianos con un presupuesto mayor que el de Colciencias, y sin embargo no son utilizadas. Me parece que es

importante que Colciencias asuma el liderazgo de canalizar esos recursos y también que todas las entidades del sistema los aprovechen.

El segundo objetivo de las políticas que es ***fomentar la investigación científica en áreas de interés prioritario para Colombia*** tiene dos estrategias básicas: el apoyo a centros y grupos, y la financiación de proyectos.

El apoyo a centros y grupos se está haciendo con los siguientes criterios: se preferirá a aquellos grupos que tengan actividades científicas al nivel internacional, la excelencia será un criterio importante. Estos grupos deben tener a la investigación como una herramienta de formación de capital humano, además deben cumplir con el objetivo de descentralización. Los centros preferiblemente deben tener conexiones y deben existir centros fuertes en las regiones con menor desarrollo relativo en el país. Deben existir vínculos entre la Academia y el sector productivo y debe haber un fomento a la investigación interdisciplinaria. Estos son algunos de los elementos principales.

Colciencias tiene un sistema de evaluación de grupos y centros. Este año se hizo una adición presupuestal de 1.000 millones de pesos, que ya se distribuyó entre los centros y grupos mejor calificados, es decir los de calificación A, llamados grupos de excelencia. Para el año 2000, Colciencias cuenta con 2.000 millones de pesos y se está estudiando una propuesta, que está bastante adelantada, para crear bonos especiales para el fomento y apoyo a centros y grupos de investigación. Esta propuesta será presentada al Consejo de Ciencia y Tecnología antes que termine 1999.

La financiación de proyectos es un tema bastante polémico, que se ha discutido tanto con industriales como con investigadores, y ha sido difícil llegar a un punto de acuerdo. Una decisión política es que la investigación debe tener unas prioridades que correspondan a las prioridades del país. Todos los programas nacionales tienen planes estratégicos que están escritos y algunos de ellos publicados, y las convocatorias se realizaron de acuerdo con las prioridades de los distintos planes estratégicos. Desde luego, hay temas en los cuales la dirección política de la investigación es más delicada. Por ejemplo, aunque las Ciencias Básicas requieren de una reflexión algo distinta, creo que es adecuado exigirle a cualquier investigador que demuestre su legitimidad política, económica, epistemológica, social, filosófica, etc, pues ningún gobierno, ni ninguna institución financia a aristócratas que trabajen en temas para su entretención particular, tienen que ser investigaciones al servicio de las necesidades del país.

El tercer objetivo de las políticas es la ***formación de capital humano***, otro tema lleno de dificultades pues carece de recursos importantes. Mencionaré brevemente algunas de las posibilidades y los frentes de acción en los que Colciencias y el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología han venido trabajando: el apoyo de estudios de postgrado en el exterior, el programa de jóvenes

investigadores, y el apoyo a doctorados nacionales, y a la movilidad de investigadores del exterior hacia Colombia.

Respecto a los estudios de postgrado en el exterior, el mantenimiento de becarios le cuesta a Colciencias en este momento más del 30% de su presupuesto para el año 2000. Estamos hablando de 13.000 millones de pesos, que cubren los compromisos de lo que envió en el pasado. Es decir hay unas dificultades gigantes para reactivar el programa de becarios en el exterior; sin embargo, existen algunas alternativas muy interesantes como es la creación de un programa distinto, pues en este momento, con la capacidad de inversión del Estado, es imposible establecer un sistema igual al que existía. Es necesario crear un sistema viable de corresponsabilidad en el cual participen las agencias internacionales, las empresas o las universidades que presentan sus candidatos, el mismo candidato y Colciencias. En este momento la propuesta se concertó con la corporación Fullbright, en un sistema en el cual Colciencias aportaría mas o menos el 30% del costo total para un becario que hace un doctorado en el exterior, esta corporación pondría el 60%, y la universidad y la empresa un porcentaje menor; el becario también aportaría pues será responsable de su propia educación. Esta idea es más fácil de vender en el momento de tomar la decisión de hacer un aumento en la inversión en educación.

Sobre el programa de jóvenes investigadores, Colciencias cuenta con 600 millones de pesos en el 2000 para seguir con ese programa. Se desea alcanzar una mayor capacidad, implementando el sistema de corresponsabilidad, de este modo Colciencias no financiaría la totalidad de los salarios de sus jóvenes, esta función sería compartida ya sea con las empresas, con el Estado o con las universidades. Así podría seguir adelante con el programa de jóvenes investigadores, que hasta el día de hoy no ha generado ningún comentario negativo.

Para apoyar los postgrados nacionales, Colciencias tiene una suma lamentable que en el año 2000 será de 400 millones de pesos. Por esto deben buscarse alianzas con universidades extranjeras y ser muy creativos e imaginativos. Debemos luchar por sacar adelante los doctorados nacionales, que son tan o más importantes que los que se llevan a cabo en el exterior, fortaleciendo instituciones nacionales e investigadores preocupados por temas colombianos. En cuanto a la movilidad de investigadores, basados nuevamente en la filosofía de la corresponsabilidad, se estará en capacidad de seguir trayendo investigadores de afuera a trabajar por periodos de uno o dos años en universidades o en centros de investigación colombianos.

El punto de mayor fortaleza, y que se ha expresado en el Plan Nacional de Desarrollo, es ***generar una mayor dinámica de innovación y desarrollo tecnológico en el sector productivo***, particularmente apoyar la capacidad de exportación con el ánimo de despertar el motor de la economía nacional. Las estrategias que se han puesto en marcha en esta dirección son las siguientes: la

implementación o creación del Fondo Nacional de Productividad, del Fondo Nacional de Riesgo, de la Red de Centros de Desarrollo Tecnológico, la integración del SENA al Sistema Nacional de Innovación, y el desarrollo de los Programas Nacionales de Innovación y de las Redes Universidad –Empresa – Centros Tecnológicos.

El Fondo Nacional de Productividad servirá de motor a la demanda empresarial de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico. Tiene recursos del IFI, de BANCOLDEX y de Colciencias. En este momento se dispone de 40.000 millones para cofinaciamiento y de 32.000 millones para crédito, y ya está listo un reglamento para que empiece a ejercer su función.

El Fondo Nacional de Riesgo está pensado en términos de incubación y nacimiento de empresas, es quien apoya ideas con potencial productivo. En este momento cuenta ya con un fondo mixto privado y estatal de 2.500 millones, y tiene una meta muy ambiciosa de 80.000 millones de pesos para el año 2000. Tiene además una filosofía bastante interesante pues quiere vincular a estudiantes universitarios para que propongan ideas con capacidad productiva. Por ejemplo, muchas tesis de grado de Ingeniería Industrial se quedan en los anaqueles de las bibliotecas, estas ideas podrían proponerse para que sean financiadas y se conviertan en empresas reales.

Al hablar de la Red de Centros de Desarrollo Tecnológico estamos hablando de 34 centros existentes en distintas regiones del país. Para este fin Colciencias cuenta con 6.760 millones de pesos para el año 2000.

Finalmente quiero aclarar otro punto, tal vez el más importante, y es que el SENA dispuso en 1999 de 55.340 millones de pesos, los cuales ya han sido distribuidos para apoyar centros de desarrollo tecnológico en el país, proyectos de innovación tecnológica en el sector empresarial, centros regionales, proyectos de jóvenes e incubadoras de empresas. Para los años 2000, 2001 y 2002 el SENA calcula que dispondrá de 100.000 millones de pesos por año.

El presupuesto de Colciencias tuvo un pico, un máximo en 1996 y posteriormente una caída hasta el año 2000. Esto genera graves problemas, pues un aumento en el presupuesto genera altas expectativas y la creación de nuevos centros de desarrollo y centros de investigación, luego por la caída drástica del presupuesto parece que se perdiera toda la inversión que se ha hecho. Entendiendo la dinámica de los programas nacionales de innovación y las redes de innovación universidad – empresa –centro tecnológico, a pesar de los recursos invertidos, los efectos negativos de la disminución en la capacidad de inversión del gobierno podrían ser difíciles de superar. Obviamente sería más conveniente un progreso en la inversión más o menos gradual pero sostenido.

Segundo Panel

La Investigación Científica en la conservación del Medio Ambiente

Presidente de la mesa:

Dr. Luis Eduardo Mora Osejo, presidente de la Academia Colombiana de las Ciencias Físicas Exactas y Naturales.

Ponentes:

Dr. Enrique Forero González, Universidad Nacional de Colombia.
Diversidad Biológica en Colombia

Dr. Jairo Sánchez Acosta, Universidad Nacional de Colombia
Investigación Científica e Interdisciplinariedad

Dr. Juan Mayr, Ministerio del Medio Ambiente.
El Plan Nacional Ambiental

2.1 INTERVENCIÓN

*Luis Eduardo Mora Osejo**

En primer lugar agradezco a los organizadores del Simposio por concederme el alto honor de presidir este panel, que se refiere a un tema de gran importancia en el umbral del nuevo siglo y milenio: la investigación científica y la problemática de la conservación del Medio Ambiente, un fenómeno de orden planetario.

A medida que ha transcurrido la segunda mitad de este siglo, ha sido más evidente el problema de la disminución de los recursos que aseguran la vida en el planeta, en particular del agua, del suelo, y como consecuencia de los alimentos; adicionalmente se están produciendo cambios climáticos que afectan a todo el planeta. Si seguimos el ritmo que llevamos, la situación de deterioro va a agudizarse cada vez más, y los fenómenos y desastres ecológicos van a resultar irreversibles, especialmente en la zona donde está ubicado nuestro territorio, dada la fragilidad del ambiente tropical unida a su complejidad.

---

* Botánico de la Universidad Nacional de Colombia, Doctor rer. nat. de la Universidad de Johanes Gutemberg (Alemania), Postdoctorado en Harvard y Heidelberg, Profesor Emérito y Maestro Universitario de la Universidad Nacional. Además de sus trabajos en sistemática botánica, investiga la relación entre la morfología de las plantas, su fisiología y ecología. También se preocupa por el mejoramiento de la calidad de la enseñanza de las ciencias en varios niveles de la educación. Obtuvo el Premio Nacional de Excelencia en Biología de ASCUN, el Premio Nacional del Mérito Científico de la ACAC y recibió la Gran Cruz de Nariño. Presidente de la Academia Colombiana de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, cargo que ha ocupado durante ocho periodos consecutivos.

2.2 DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN COLOMBIA

*Enrique Forero González**

De los muchos temas que se pueden hablar sobre Medio Ambiente e investigación, yo escogí uno con el que me siento cómodo que es la biodiversidad. Como la audiencia es bastante heterogénea, voy a empezar por presentar unos datos comparativos de lo que es la riqueza en diversidad biológica en el mundo y en Colombia, y sobre el estado del conocimiento de los organismos vivos en general.

De todos los organismos que existen en el mundo se han descrito entre 1.400.000 y 1.750.000, pero los cálculos de las especies que habría por descubrir y describir todavía, llegan a 10.000.000, a 180.000.000 de organismos. Sólo es preciso pensar, por ejemplo, en el número de insectos que debe haber sobre la tierra para imaginar porque se tienen estas cifras.

Hasta el momento se han descrito 250.000 especies de plantas superiores (plantas con flores). Para Colombia se conocen 35.000 especies, pero se cree que debe haber unas 50.000, es decir no conocemos todavía lo que tenemos al respecto. Aquí no se incluyen musgos, líquenes, algas, ni otros grupos.

* Botánico de la Universidad Nacional, Ph.D de la Universidad de la ciudad de New York, Director de investigaciones del Missouri Botanical Garden entre 1986 y 1991, Director del Instituto de Botánica Sistemática del Jardín Botánico de New York entre 1992 y 1995. Obtuvo el Premio de Excelencia Nacional en Ciencias de la Vida de ADEXUN en 1990. Decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia (1996-2000), Miembro de Número de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, y miembro del Consejo Superior Universitario de la Universidad Nacional en representación del Consejo Académico (1998-2000).

Acerca de insectos de los órdenes Lepidóptera, Hymenóptera, Coleóptera y Díptera, el número de especies en Colombia se conoce en términos generales, puesto que en algunos grupos hay más información que en otros. El número de especies descritas en cada uno de estos grupos asciende respectivamente a 3.000, 2.000, 7.000 y 547, pero los estimativos que se tienen son mucho mayores (8.000, 6.000, 12.000 y 2.500 respectivamente).

En el caso de los vertebrados, los datos para Colombia son los siguientes: especies de anfibios (descritas: 558; estimativo: 700), reptiles (505 y 600), peces (2.000 y 2.200), y aves (1.750 y 1.800).

Entonces, ¿cómo hacemos para superar la falta de conocimiento que tenemos de muchos grupos? Es posible y necesario hacer muchos tipos de investigación relacionados con la biodiversidad y con su conservación. Presento una lista parcial de las áreas en las que deberíamos estar trabajando: inventarios, investigación de grupos taxonómicos y áreas geográficas menos conocidas, estudios sobre fragmentación de hábitat, evaluación y monitoreo de especies amenazadas, impacto y control de especies invasoras, restauración de hábitat degradados, uso de la biodiversidad, y sostenibilidad. De igual forma es necesario trabajar en temas como: valoración económica, mercadeo o biocomercio, política y legislación, y capacitación, que aunque no están directamente asociados con la investigación básica, pueden considerarse aspectos aplicados al estudio de la biodiversidad.

De esta lista, que es parcial, en estos países sólo nos hemos concentrado en las dos primeras: inventarios y estudios taxonómicos. Sin embargo, el conocimiento de los grupos taxonómicos es muy pobre y hay muchas áreas geográficas del país que no son conocidas. En las demás áreas la investigación en Colombia es incipiente, tal es el caso del estudio de la fragmentación de hábitat, la evaluación de especies amenazadas –esto tiene que ver con la investigación *in situ* y *ex situ*–, y la investigación en el ambiente en que crecen los organismos y fuera de él, como en los jardines botánicos, zoológicos, y a través de cultivos de tejidos.

¿Qué se ha hecho entonces en el ámbito nacional e internacional para atacar estos problemas del estudio y conservación de la biodiversidad?

Estas son algunas de las iniciativas internacionales que se han adelantado desde el año 1992 en particular sobre estos temas. Lo primero es *la Conferencia de Río Sobre el Medio Ambiente y Desarrollo* en el año 1992, donde se firmó la *Convención sobre Diversidad Biológica* –esta convención ha sido firmada hasta ahora por más de 170 países del mundo–. *Systematics Agenda* 2000, que es una iniciativa de los Estados Unidos. *El Programa Diversitas* que es un programa internacional sobre diversidad biológica. El programa *Species 2000* que busca

básicamente hacer un listado de los organismos que hay y las fuentes de información sobre esos organismos. *La Organización Internacional para la Información sobre Plantas* que tiene dos subprogramas, la Lista de Plantas del Mundo y el Proyecto sobre Especies de Plantas. Sin embargo, es un hecho que en este momento no existe en el mundo una lista completa de grupo alguno de organismos.

La Convención sobre Diversidad Biológica es un elemento primordial en el trabajo que nosotros adelantamos actualmente y tiene tres misiones que fundamentalmente son:

- La conservación de la diversidad biológica.
- El uso sostenible de sus componentes.
- La distribución equitativa y justa de los beneficios que resulten del uso de los recursos genéticos.

Hablaré un poco sobre cada uno de estos puntos, pero principalmente sobre el primero, el de la conservación de la diversidad biológica. Partamos del punto que requerimos mayor conocimiento de la diversidad biológica si la queremos conservar, pues nadie puede conservar ni utilizar lo que no conoce. En 1998, se realizó como parte del *Programa Internacional de Conservación de la Diversidad Biológica* dentro de la Convención, una reunión en la ciudad de Darwin en Australia. En esta reunión se reconoció por primera vez, al nivel internacional, en una organización de esta clase y a través del Grupo de Consultores para Asuntos Científicos de la Convención, que existe un fenómeno denominado el *impedimento taxonómico*. Para muchos es un término extraño, sobre todo porque nunca se había aceptado como una realidad en todo lo que tiene que ver con el estudio y la conservación de la diversidad biológica.

La Taxonomía o Sistemática es la ciencia que se ocupa del estudio comparativo de las especies que existen o han existido sobre la tierra, se encarga de descubrir, organizar e interpretar la diversidad biológica, y tiene dos tareas fundamentales que son: la taxonomía, que es la ciencia que trata del descubrimiento, descripción y clasificación científica formal de especies o grupos de especies; y el análisis filogenético, que es el descubrimiento de las relaciones evolutivas entre especies y grupos de especies; el *impedimento taxonómico* tiene que ver con esta clase de tarea, pues si bien el trabajo taxonómico es bastante completo en organismos tales como mamíferos, aves y algunos grupos de plantas superiores, éstos constituyen sólo una pequeña porción de la flora y la fauna del mundo, y poco se sabe sobre la taxonomía, la distribución, la biología y la genética de la mayoría de los organismos. La expresión *impedimento taxonómico* describe las brechas de conocimiento en el sistema taxonómico, la falta de taxónomos y curadores capacitados, y el impacto que estas deficiencias tienen sobre nuestra habilidad para manejar y usar la diversidad biológica.

La Declaración de Darwin, *Darwin Declaration*, propone tareas concretas para intentar resolver el problema del *impedimento taxonómico*, referidas a las obligaciones que tienen los gobiernos y las entidades internacionales para solucionarlo, pues es fundamental en cualquier trabajo que se quiera hacer sobre la conservación de los recursos naturales del mundo. Al nivel nacional, los gobiernos y las autoridades deben comprometerse a invertir en el desarrollo de la infraestructura adecuada para realizar colecciones nacionales.

La Universidad Nacional de Colombia posee las colecciones científicas más importantes del país. Estas colecciones constituyen un patrimonio cultural nacional que desafortunadamente no ha sido aún reconocido como tal, y que es el resultado de muchos años de trabajo. En realidad, el trabajo que la Universidad adelanta a través del Instituto de Ciencias Naturales y del Observatorio Astronómico Nacional tiene sus orígenes en la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada, dirigida por José Celestino Mutis. Es decir, que el estudio de la diversidad biológica de Colombia es un esfuerzo de más de 200 años. El Instituto de Ciencias Naturales guarda colecciones tanto botánicas como zoológicas, que son la base que permite generar cifras, como las mencionadas anteriormente, para describir la riqueza biológica del país.

Los gobiernos, de acuerdo con la Declaración de Darwin, deben comprometerse a adoptar niveles de calidad acordados internacionalmente para el cuidado de esas colecciones, establecer estrategias de protección contra el fuego y las plagas, condiciones de salud y seguridad para los trabajadores, y la utilización máxima de sistemas de información en el manejo de las colecciones. Aquí en Colombia, se está trabajando sobre esto en coordinación y con la colaboración del Instituto Alexander von Humboldt.

Al nivel internacional, la Declaración de Darwin dice que los gobiernos, principalmente de los países desarrollados, y las fundaciones o los donantes internacionales deben comprometerse a fomentar la colaboración entre instituciones de los países desarrollados y en desarrollo, a establecer y financiar programas de capacitación a diferentes niveles educativos, técnicos, universitarios y de postgrado, y que los donantes internacionales deben entender que la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales en los países tropicales depende, entre otras cosas, de una infraestructura física y de sistemas de información completos y actualizados. La Declaración de Darwin insiste en que los donantes internacionales deben apoyar el fortalecimiento de la infraestructura para el cuidado de las colecciones científicas.

En Colombia hemos propuesto una serie de iniciativas, que hemos llamado la *Agenda de Investigación en Sistemática para el siglo XXI*. Quiero también enfatizar que es un trabajo realizado en coordinación con 150 científicos colombianos y extranjeros que trabajan en Colombia. Sin embargo,

dadas las difíciles circunstancias por las que atraviesa la investigación científica en el país, las prioridades propuestas no se podrán conseguir a menos que se cumplan, entre otras cosas, los postulados de la Declaración de Darwin.

Vale la pena indicar que cuando se inició el trabajo de preparación de la Agenda en 1996, no se conocía el número exacto de taxónomos que trabajaban en el país, hoy se tiene una base de datos de 150 especialistas que trabajan en plantas o en animales. La Agenda se ha planteado tres objetivos relacionados entre sí. El primero es descubrir, describir y hacer el inventario de la diversidad biológica en Colombia, interpretar sus relaciones filogenéticas y conocer su distribución geográfica. El segundo objetivo es fortalecer la capacidad para realizar investigación sistemática biológica, y el tercero es fortalecer a la comunidad científica.

Cada uno de los grupos de especialistas que se reunió para preparar la *Agenda en Sistemática* identificó también los grupos menos conocidos, teniendo en cuenta que una de las prioridades consiste en trabajar sobre estos grupos. Los organismos de agua dulce fueron señalados como el grupo menos conocido.

Aunque el grupo de los hongos es uno de los más importantes desde el punto de vista agrícola e industrial, Colombia cuenta con tan sólo 15 micólogos en este momento. Lamentablemente, es uno de los grupos que menos especialistas tiene a pesar de su importancia en investigación aplicada. De las plantas terrestres todavía hay muchos grupos que no se conocen, a pesar de que se ha adelantado bastante en su estudio. En los grupos de invertebrados terrestres prácticamente no hay nadie trabajando en Colombia, además muchos grupos que se han estudiado por muchos años, todavía tienen mucho por conocer, como los anfibios y los reptiles. Todo lo que les he dicho hasta este momento estuvo relacionado con el conocimiento y la necesidad de eliminar el *impedimento taxonómico*.

La segunda misión de la *Convención sobre Diversidad Biológica* es el uso sostenible de sus compónentes, que tendría por lo menos estos cuatro elementos:

a) El estudio de los usos tradicionales de los organismos, pues es poco lo que se sabe. En Colombia hace unos 10 años se empezaron estudios de etnobotánica –el estudio de los usos de las plantas por las comunidades nativas–, pero han disminuido, y son necesarios para saber qué hacer, qué utilizar, o qué tiene posibilidades económicas.

b) Estudios de sostenibilidad. Aunque se sabe que hay una cantidad de recursos que pueden ser aprovechados, se invierte muy poco dinero en investigación sobre este tema.

c) Dar el paso adicional de saber qué existe y qué se emplea, para ver como se utiliza sosteniblemente.

d) Valoración económica. Sobre este punto, el Instituto Alexander von Humboldt hizo recientemente una reunión de varios economistas para comenzar a pensar en la valoración económica y el comercio de los recursos naturales.

Por último, la *Convención sobre Diversidad Biológica* definió su tercera misión como la distribución equitativa y justa de los beneficios que resulten del uso de los recursos genéticos. Y en esto hay dos cosas que se salen ya de la investigación científica, que son: los incentivos que se podrían dar a las personas y a las entidades para obtener recursos, y la distribución equitativa de los beneficios. Aquí se necesitan una política y una legislación adecuadas para poder llevar a cabo mucho del trabajo que se adelanta en diversidad biológica. Aunque existe gran cantidad de legislación, ésta a veces es contradictoria y en ocasiones interfiere con el trabajo que los científicos realizan en el campo. Lo que se requiere es aclarar muchos de los problemas que existen con la legislación para que sea posible cumplir con los fines de la Convención y, en general, con el apoyo que la investigación científica tiene que dar al conocimiento y la conservación de los recursos naturales.

INTERVENCIÓN DEL PRESIDENTE DEL PANEL
Dr. Luis Eduardo Mora Osejo

La prensa habla todos los días de la megadiversidad de nuestro país, pero como nos lo ha mostrado el Dr. Forero, es realmente muy poco lo que conocemos, pues existe un vacío enorme de conocimiento sobre los inventarios y la clasificación de los organismos. Antes que desaparezca esa biodiversidad, a causa de la tala y quema de nuestros bosques, y de la contaminación de nuestros ríos y mares, es urgente conocer cómo es la vida de muchos organismos y sus interrelaciones con el medio. A partir de esta información sería posible diseñar modelos para evitar que se incremente el deterioro de nuestros ambientes naturales. No debemos olvidar que apenas contamos con el 29% de los bosques nativos que otrora crecieron en nuestro territorio; todavía al comenzar el siglo XIX contábamos con el 75%. El trabajo en el área debería enfocarse a garantizar que las próximas generaciones al menos cuenten con las mismas potencialidades existentes actualmente en nuestro medio; de esta forma es como la Conferencia de Río de Janeiro definió el concepto de sostenibilidad, mas no una ganancia sostenida, como muchas veces se ha querido interpretar.

2.3 INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA E INTERDISCIPLINARIEDAD

*Jairo Sánchez Acosta**

Debo advertir que quien les habla no es un investigador, en el mejor de los casos, y no se si pudiese ser demasiado pretencioso, se me podría calificar como un ensayista, pues me ocupo básicamente de revisar diversa literatura de ciencias naturales e históricas con el fin de mejorar la comprensión de la realidad y en particular de algunos problemas de las temáticas que me preocupan, para finalmente comunicar mis reflexiones en artículos breves. No sé si esta actividad pueda ser calificada como investigación en el contexto de lo que voy a tratar y reflexionar en esta ponencia. Pero en cualquier caso, no me parece que esta actividad, que no encuadra totalmente en la concepción dominante del "investigador» tradicional, sea deshonrosa como ejercicio en un medio académico. Lo anterior no disminuye la admiración y el respeto que me merecen quienes hacen investigación en términos tradicionales. Los pocos grupos y personas que hacen este trabajo de manera seria en Colombia, como el Instituto de Ciencias Naturales, constituyen un esfuerzo continuado e indispensable para el desarrollo del país.

No puede haber desarrollo del país si no hay un conocimiento fundamental, básico y ojalá lo más detallado posible, de cómo es el país en que vivimos. Tal vez no es adecuado el uso del concepto de "recursos" que muchos filósofos ambientalistas critican, por su acentuado sabor antropocentrista, pero no hay duda de que debemos conocer como funcionan las relaciones del rico conjunto de elementos bióticos que interactúan con los sistemas físicos, sobre los cuales el hombre, a través de sus diferentes actividades, ejerce una influencia cada vez más peligrosa.

Quiero discutir básicamente los peligros que encierra una visión excesivamente estrecha de la noción de investigación y en particular su relación

* Profesor de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional, Director del Instituto de Estudios Ambientales IDEAM de la Universidad Nacional, Ex-vicerrector de Recursos de la Universidad Nacional, Economista de la Universidad Nacional, realizó estudios de Doctorado en Sociología de las Profesiones en la Universidad de Barcelona.

con las disciplinas históricas, y con su utilidad y pertinencia para contribuir a la solución de los problemas más relevantes de nuestra sociedad, en particular los referentes a la temática ambiental. En un segundo momento intentaré relacionar lo anterior con la importancia de la interdisciplinariedad y la cultura necesarias para abordar cualquier problemática compleja, tal como la conservación del Medio Ambiente, que nos convoca en este panel.

Tal vez lo que voy a expresar a continuación pueda parecer un poco filosófico y espero que, después de la presentación del Dr. Forero, quien se ocupó de una problemática supremamente concreta sobre lo que ha avanzado el país en materia de investigación sobre ciencias naturales y en particular sobre la biodiversidad, lo que voy a decir no sea excesivamente abstracto y generalista.

LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y LA INVESTIGACIÓN

El centro de la discusión gira alrededor de una visión particular sobre la investigación, la visión del pensamiento moderno, o de la llamada "modernidad", que privilegia una visión particular de la ciencia precisamente como investigación, y que a mi juicio ha sido y debe ser discutida o por lo menos matizada. Discutir si toda la ciencia, necesariamente, se tiene que basar en protocolos dentro de la lógica, los principios y los criterios de rigor que exige esa forma dominante particular de la evolución de la ciencia moderna que es la investigación. Quiero discutir ese tema porque tal vez es posible sugerir que los grandes problemas del mundo contemporáneo y en particular de nuestro país requieren algunos replanteamientos sobre las orientaciones de la ciencia y de la investigación, que no coinciden necesariamente en su totalidad con los protocolos y los programas de investigación que conocemos en el mundo desarrollado, y van más allá de las invocaciones genéricas sobre la importancia de la ciencia y la necesidad de destinar mayores recursos a lo que es considerado como investigación en un sentido estrecho, que enfatiza los procedimientos y no las substancias y las esencias de los problemas que desafían a algo más amplio: el conocimiento.

Lo anterior puede ilustrarse discutiendo el significado de la investigación o mejor del conocimiento en un campo o temática de reciente surgimiento como es el ambiental, que implica, por su propia naturaleza, el problema de la interdisciplinariedad. En la Universidad existen varios Institutos altamente especializados; uno de ellos, tal vez el de mayor tradición científica, mayor continuidad y acumulación, es precisamente el Instituto de Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, que recoge una tradición ya bicentenaria de investigación científica. Sin embargo, en los últimos años, dentro de la Universidad Nacional, han surgido varios Institutos

interfacultades que han centrado su atención en problemáticas que se podrían definir como interdisciplinarias. Dentro de ellos están el Instituto de Estudios Políticos y Relaciones Internacionales IEPRI, el Instituto de Biotecnología, el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA, el Instituto de Genética, y el Instituto de Estudios Ambientales IDEAM, tal vez uno de los últimos en aparecer. Uno se pregunta, cómo puede la investigación científica tradicional abordar estos "nuevos" campos o problemas dentro de los cuales probablemente el ambiental sea el que expresa una mayor complejidad y requiere un mayor trabajo interdisciplinario.

Cuando se habla de lo ambiental, se está haciendo referencia a múltiples dimensiones de la realidad y a las interrelaciones altamente complejas entre la naturaleza y sus componentes, a las interacciones bióticas, abióticas y ecosistémicas, y a la sociedad con toda su carga de valores, instituciones, ideologías, mitos y prácticas culturales, y también de aspiraciones e intereses muchas veces divergentes. Abordar esta problemática desde el punto de vista del conocimiento y la búsqueda de soluciones, seguramente exige replantear e ir un poco más allá de la investigación científica tradicional, de la mera suma de diferentes disciplinas y del recurso de sus métodos y protocolos convencionales. El problema ambiental por su propia naturaleza es complejo y exige el concurso de múltiples disciplinas, pero dentro de un enfoque que trasciende al de la ciencia en su sentido tradicional.

El tema de la sostenibilidad, tan invocado por los ambientalistas, ilustra lo anterior, pues desde varias disciplinas existen percepciones y acercamientos al tema. Los de los biólogos o los de los ingenieros forestales constituyen, sin lugar a duda, insumos valiosos para garantizar la continuidad de los procesos de extracción de "recursos" pesqueros o forestales. Pero para entrar a discutir la sostenibilidad de una manera integral, requerimos de entrada la mayor claridad y amplitud conceptual, y ello trasciende lo que nos puede aportar cualquier disciplina particular.

Ciertamente no se trata de garantizar la sostenibilidad del crecimiento económico, como lo enuncia la Ley 99 promulgada durante el Gobierno del presidente Gaviria. Dicha ley expresa un matiz mucho más regresivo que el que se plantea en la definición de desarrollo sostenible que contiene el Informe Brundtland. La ley colombiana lo define como el que conduce, en primer lugar, al crecimiento económico, añadiendo piadosamente: "sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta". Esta idea no está tan marcada en el Informe Brundtland, que lo define como el que "satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas", agregando a continuación, con mucha mayor claridad que la ley colombiana, que se hace referencia a las necesidades esenciales de los pobres. Las diferencias pudieran parecer sutilezas semánticas,

pero no lo son. Encierran profundas diferencias conceptuales sólo comprensibles por quienes conocen, por lo menos a nivel general, los fundamentos y antecedentes teóricos del concepto discutido. El problema de la sostenibilidad, como ha sido ya clásicamente definido, involucra variables de las ciencias biofísicas, pero también, con la misma importancia, variables tecnológicas, políticas, económicas y percepciones culturales que, no sé, si algún científico se aventure a expresarlas en términos de variables y mediciones.

EL CARÁCTER PARTICULAR Y LIMITADO DE LA VISIÓN TRADICIONAL DE LA CIENCIA

Quiero hacer referencia a una discusión planteada a mediados de este siglo por un conocido filósofo alemán, Martín Heidegger, pues creo que se hace pertinente para el tema que estamos tratando. El planteamiento central de Heidegger gira alrededor de su demoledora y sustantiva crítica a la pretensión de la ciencia y la investigación moderna de someter a las disciplinas de la historia, de la sociedad y en general de las humanidades al imperio de la técnica, a partir de una noción estrecha pero dominante de investigación. El punto es especialmente relevante para el intento de resolver la dicotomía entre las ciencias particulares y las ciencias de la complejidad que exigen obligadamente la interdisciplina.

Dice Heidegger "Toda ciencia, en cuanto a que es investigación en el sentido de la ciencia moderna, está fundamentada sobre el proyecto de una región de objetos circunscrita y por ello es necesariamente ciencia particular. Cada ciencia particular tiene que especializarse en el desenvolvimiento de sus proyectos, por sus procedimientos hacia determinados campos de investigación". Hay una disyuntiva entre quienes privilegian en el problema de la ciencia los aspectos teóricos conceptuales y los que privilegian los problemas de procedimiento. En el desarrollo de la ciencia ninguno de estos dos términos puede excluirse, pero indudablemente existe un problema sobre el conveniente equilibrio entre los aspectos conceptuales y teóricos y los problemas de procedimiento o metodología.

Continuando con Heidegger, "esta especialización no es en modo alguno la fatal secuela de la creciente imposibilidad de dominar los resultados de la investigación. No es un mal necesario, sino una necesidad esencial de la ciencia como investigación, la especialización no es el resultado, sino la causa del progreso de toda investigación. Sin embargo, esta no se diversifica y se pierde en su procedimiento, en pesquisas arbitrarias emprendidas, pues la ciencia moderna se determina por un tercer proceso fundamental, el de servicio o empresa". Esto define la relación cada vez más cercana entre la ciencia y sus aplicaciones, pero también a la ciencia simplemente concebida como una empresa investigativa en institutos a los que hacia relación Martín Heidegger.

Esta dificultad de entender la relación entre las ciencias complejas y las ciencias altamente especializadas, tiene una serie de problemas que pueden llevar a consecuencias indeseables, como las que se presentan por ejemplo entre las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales. Las Ciencias Naturales aparentemente más rigurosas, con mayor capacidad de medición, con grandes posibilidades de cálculo y de medida, y las Ciencias Sociales, pese a que normalmente pueden utilizar instrumentos matemáticos y estadísticos tienen más dificultades, sus condiciones de certeza son mucho más difíciles de lograr.

Pero, discutiendo lo anterior, añade el mismo Heidegger: "por el contrario, tienen todas las ciencias del espíritu, aún todas las ciencias de lo vivo, precisamente para seguir siendo rigurosas que ser necesariamente inexactas (...) no sólo resulta el proyecto y el afianzamiento de la región de objetos de las ciencias históricas de una especie diferente, sino que de logro mucho más difícil que la consecución del rigor en las ciencias exactas".

Sé que para algunos científicos convencionales las ideas anteriores pueden parecer demasiado abstractas, "ajenas a la realidad concreta" e incluso impertinentes e inútiles. Pero sé que muchos de los activistas de la ciencia y la investigación, que se preocupan casi exclusivamente de la escasez de recursos financieros y de Doctores (Ph. D.'s), conciben la investigación sólo en los canónicos marcos de la especialización y del rigor dado exclusivamente por la medición y la exactitud. Por ello considero pertinente recurrir a la apreciación de quien según nuestras mediciones estadísticas ha sido el economista más importante del país en toda su historia. Reflexionaba el profesor Lauchin Currie, a propósito de la reforma de esta universidad en 1966, algo que a mi parecer mantiene enorme actualidad para nuestro país, y para la discusión que intentamos plantear: "El país es tan pobre y la emergencia nacional es tan grande que debería orientarse más la enseñanza de los estudios sociales hacia la formulación de políticas, que hacia los aspectos de ciencia pura. Esto no significa en absoluto que nuestros estudios puedan ser superficiales. En realidad la formulación correcta de una política es mucho más exigente que el dominio de la metodología avanzada, o las técnicas, o la construcción de modelos hipotéticos en términos simbólicos. De cada cien personas con aptitud natural y talento para las matemáticas, y que a la vez dominen sus técnicas y puedan enseñarlas a otros, quizás sólo se encuentre una que posea la combinación indispensable de habilidades, de conocimiento de los diferentes campos, de cualidades de razonamiento personal y de valores , a quien se le pueda confiar la grave responsabilidad que implica la formulación de políticas al nivel nacional, que puedan afectar el bienestar de millones y millones de personas en el momento actual y en el futuro. Es particularmente en este campo, donde la prematura y excesiva especialización es más nociva."

Por supuesto, lo anterior no sólo es aplicable a las políticas económicas y sociales, podríamos, o deberíamos aplicarlo a nuestros intentos de diseñar una política de educación o de ciencia y tecnología, y seguramente la discusión debería ir mucho más allá que las simples, aunque a veces necesarias, lamentaciones sobre la escasez de recursos para la investigación. De pronto podríamos encontrar que, con los precarios recursos que hoy tenemos en las universidades e institutos de investigación, sería posible inducir una transformación en nuestros sistemas de educación, transmisión y creación de conocimiento que nos condujeran más claramente a una mejor comprensión de la realidad, especialmente de la de nuestro país, y que resultará más útil y pertinente para resolver sus problemas fundamentales.

Pero, probablemente lo anterior no sea posible si no logramos modificar la percepción dominante de la ciencia y la investigación, que a juicio de algunos ha adquirido el carácter de mito de la modernidad. En efecto, pese a los portentosos avances de la ciencia y la tecnología en aspectos particulares de la realidad, ni estos, ni las promesas del optimismo tecnológico, ni las de los economistas dominados crecientemente por el paradigma de la técnica, han logrado resolver los problemas fundamentales de la humanidad. Ninguna de sus previsiones generales se ha cumplido. Baste señalar el caso dramático del hambre en el mundo, ni la denominada "revolución verde" y seguramente tampoco la de los transgénicos y la biotecnología logró o logrará su objetivo fundamental.

En ese sentido, tal vez la única previsión global que si se ha cumplido fue la que lúcidamente anticipo Heidegger, precisamente alrededor del futuro de la ciencia y de la investigación: Decía hace 60 años "...con base en su carácter de servicio logran para sí las ciencias su cohesión y su unidad. Por eso una investigación histórica o arqueológica que funciona mediante institutos, está más cerca de una investigación física montada en la forma correspondiente de una disciplina en su misma facultad de ciencias del espíritu, que ha quedado rezagada aún en la simple erudición. El decisivo desenvolvimiento del carácter de servicio o empresa de la ciencia moderna requiere por ello a otro tipo de hombres, el sabio erudito desaparece; es reemplazado por el investigador que está en empresas investigativas, Éstas y no el cultivo de la erudición, dan la tónica de su trabajo. El investigador ya no necesita más en su casa de una biblioteca, pues siempre está de viaje. Él negocia en conferencias y se instruye en congresos, se ata a encargos de editores, estos participan ahora en la determinación de qué libros deben ser escritos. El investigador tiende de por sí, necesariamente a la figura del técnico en su sentido esencial". Y eso que en 1938 hasta ahora se iniciaba tímidamente la aviación comercial.

En las ciencias sociales particularmente, la tecnocracia ha asumido un papel protagónico tratando de reducirlas exclusivamente a aquello que es posible medir sobre una supuesta base de certeza. Quienes dominan teóricamente

estas disciplinas saben que esta base de certeza difícilmente existe, y que los intentos de conseguirla terminan casi siempre en burdas simulaciones, cuando no en resultados contrarios a lo que la realidad está mostrando, como bien lo ilustran la mayoría de las predicciones económicas.

Pero, contrariando la aspiración de unificación de las ciencias, y la necesidad de abordar la complejidad de la realidad, las tímidas y retóricas invocaciones a la interdisciplinariedad no logran superar el problema de fondo. Por ello concluye Heidegger: "El investigador tiende necesariamente al ámbito de la figura del técnico en su sentido esencial. Sólo así sigue siendo capaz de actuar y, con ello –en el sentir de su época– de ser verdaderamente real. A su lado puede sostenerse por algún tiempo más, en algunos lugares, el romanticismo de la erudición que se hace cada vez más magra y vacía, y de la Universidad".

Los resultados de la crítica de Heidegger a la noción de investigación basada en las ciencias particulares y en los métodos y procedimientos, podría sintetizarse en la tendencia constatada por E. Morin: "La ciencia al mismo tiempo se volvía cada vez más exangüe, pero su fracaso en cuanto a sistema de comprensión estaba enmascarado por su éxito en cuanto a sistema de manipulación". En una época en la cual la ciencia y la tecnología tienden a convertirse, cada vez con mayor claridad en un negocio, y a ser manejadas como tal, un país pobre, escaso en recursos financieros y humanos altamente calificados, debería intentar concentrarlos para enfrentar los problemas complejos asociados a los desafíos más urgentes de la sociedad. Hago referencia aquí a los campos de conocimiento de punta y a las actividades genuinas de creación de nuevo conocimiento, y no a la necesaria fundamentación científica sólida, actualización y creatividad de la educación profesional.

En mi opinión, contrariamente a la propuesta anterior, el activismo genérico de la investigación y la ciencia, conduce a la dispersión y a la mediocridad manifiesta en la "proyectitis" de investigación y consultoría, que hemos presenciado en Colombia en los últimos lustros. Además de que no logra mejorar la comprensión de nuestra realidad, termina por constituir, en la mayoría de las ocasiones, apenas un simulacro o caricatura del trabajo científico adelantado en los países ricos, sin importar que buena parte del mismo pueda estar sometido a una visión limitada y criticable de la investigación de acuerdo con Heidegger. Debe ser claro que una cosa es construir y mantener grupos altamente especializados, calificados y actualizados en las áreas de punta del conocimiento, y otra desarrollar programas sólidos de generación de nuevo conocimiento que respondan a las prioridades del país. En ambos casos debemos tener claro las diferencias entre lo necesario, lo prioritario y lo posible.

El primer caso, no implica necesariamente una adquisición significativa de nuevos conocimientos que pretenda competir con los procesos adelantados en los países desarrollados, pero sí, una práctica o actividad investigativa permanente, basada en el ejercicio de métodos y procedimientos debidamente soportados en instrumentos y laboratorios. Esta práctica responde generalmente a los criterios de la investigación tradicional en campos especializados, y además de mantener sólidos núcleos de científicos permanentemente actualizados en los mismos, debe establecer unos pocos programas prioritarios a partir de las necesidades del país y de la exploración de líneas promisorias y factibles dentro de nuestra limitación de recursos. Para referirnos a la Universidad Nacional, institutos como el de Ciencias Naturales, o al de Salud, en el campo de salud en el trópico, corresponden a campos prioritarios que deben ser necesariamente generadores permanentes de nuevo conocimiento, puesto que sus objetos de estudio, la biodiversidad y la salud tropical, responden a campos específicos desde el punto de vista territorial, que deben ser abordados necesariamente por los investigadores criollos. A diferencia de ellos, casos como el del Instituto de Biotecnología, requieren un proceso de exploración y selección de líneas y programas de profundización mucho más difícil de lograr.

En el segundo caso, se debe responder más específicamente a las problemáticas más urgentes del país debidamente contextualizadas y jerarquizadas. Estos campos corresponden a problemas casi siempre altamente complejos como el ambiental, el del sector rural, el de los sistemas de salud o de educación, o incluso el de la misma ciencia y tecnología, vistas integralmente con propósitos de política. Aunque en tales casos, es necesario el concurso y apoyo de los grupos de investigación especializados señalados anteriormente, este tipo de investigación es necesariamente interdisciplinaria, y ya no responde total ni prioritariamente a los criterios de investigación tradicionales. Los Campos de Acción Institucional, y programas estratégicos, que se tratan de construir en la Universidad Nacional, responden a este segundo tipo de investigación.

Los problemas a los que nos referimos son de por si complejos e interdisciplinarios. Necesitamos urgentemente comprenderlos para evitar que el país siga desangrándose y en un vertiginoso descenso que lo acerca al caos y la disolución. Debemos hacer un esfuerzo por comprendernos a nosotros mismos y a nuestra realidad específica. Los simulacros de ciencia no nos ayudarán. A diferencia de lo que pregonan lo áulicos del neoliberalismo y el cientificismo, el país no requiere de más competencia, sino de más cooperación. Y ésta debe iniciarse en la Academia a través de una genuina y ágil actividad interdisciplinaria.

UNA DISCUSIÓN SOBRE CIENCIA Y CONSERVACIÓN

Quiero terminar con una ejemplarización de una idea de lo que debe ser y no ser la interdisciplinariedad, a propósito de la conservación. Un conocido

paleontólogo y divulgador de la ciencia, profesor de Harvard, el Dr. Stephen Jay Gould, quien ha escrito múltiples e interesantes ensayos sobre los problemas de la ciencia contemporánea, nos trae en uno de sus libros titulado *Los Ocho Cerditos*, un ensayo que a mi juicio es muy interesante para ilustrar lo que he querido decirles anteriormente. El ensayo titulado *La regla áurea: una escala apropiada para nuestra crisis ambiental*, discute un problema típico de conservación. La Universidad de Arizona estaba, a finales de la década de los ochenta, muy interesada en construir una red de telescopios y el sitio más adecuado para ello, desde el punto de vista astronómico, era precisamente un área o ecosistema endémico, conocido como El Monte Graham, situado en el sur de Arizona y Nuevo México, hábitat de una curiosa subespecie denominada la ardilla roja del Monte Graham. Este lugar es un eslabón singular y de transición entre las dos más grandes regiones faunísticas, la neoártica y la neotropical. ¿Podía una ardilla constituirse en un obstáculo para el progreso de la ciencia y el conocimiento?

Este tipo de dilema es usual entre los ambientalistas y particularmente entre los economistas ambientales. Encuentra el profesor Jay Gould, un artículo publicado en el Wall Street Journal, por un "ilustre" economista, titulado *¿Ardillas rojas? La madre naturaleza estaría mejor sin ellas*, en el cual se defiende un punto de vista muy típico entre los economistas desarrollistas, quienes sostienen que las consideraciones de tipo ambiental y conservacionista, deben ceder su puesto a los magnos objetivos que implica el desarrollo, particularmente al crecimiento económico. Por tanto supone que lo más importante es esa curiosa idea de progreso que ha logrado calar en la civilización moderna, y que para muchos está definida, básicamente, por el crecimiento económico y el avance científico. Lo que más molesta a Jay Gould es que nuestro distinguido economista, Michael Coopeland, Director Ejecutivo del muy pomposo Centro de Investigación en Política Económica de Bostman, Montana, utiliza como argumento de su "aguda" opinión, una constatación de los paleontólogos para llegar a su conclusión de que podríamos vivir mejor sin las ardillas rojas.

El argumento, muy conocido seguramente por la mayoría de ustedes, es que prácticamente todas las especies se extinguen solas, sin necesidad incluso de que el hombre intervenga. En el momento actual el 99%, aproximadamente, de las especies que han existido alguna vez en el planeta, ya están extintas, es decir, sólo nos queda un 1%. Si uno obviamente utiliza ese tipo de consideraciones, la misma especie humana en algún momento tendrá que extinguirse. Evidentemente, lo que está detrás de la discusión y del exabrupto planteado por el economista, es su omisión de cualquier consideración del problema de las escalas temporales. La afirmación de los paleontólogos está referida a escalas temporales o periodos de tiempo geológicos, que no puede ser aplicable a los horizontes temporales de los seres humanos o de las civilizaciones, para justificar la decisión de aceptar la extinción de una especie. Pero, desgraciadamente, los economistas se distinguen precisamente, por su atención exclusiva sobre el corto plazo.

El problema planteado sugiere que son indispensables una reflexión y un diálogo entre diferentes disciplinas y sólo a través de ello es posible obviar argumentaciones tan débiles y prácticamente absurdas como las que nos presenta este distinguido economista. Esto implica un esfuerzo enorme para que las diferentes maneras de mirar la realidad, desde distintas perspectivas científicas puedan ser conciliadas.

Quiero terminar con una breve cita de una idea muy cercana a la sostenida por Martín Heidegger, pronunciada por Ortega y Gasset en una conferencia en el paraninfo de la Universidad de Madrid en 1930, sobre el papel de la universidad en esta discusión y particularmente sobre la necesidad de clarificar las relaciones, que en ella se dan, entre la investigación, la formación profesional y la cultura. Lo cito a pesar de que algunos sostienen que en España no se produce filosofía. Pero a mi se me antoja que esta reflexión de Ortega y Gasset propone un justo equilibrio entre estos tres elementos, llamando la atención sobre lo peligroso que puede ser conceder toda la importancia a la investigación en detrimento de la formación profesional y especialmente de la cultura. Si esta última no existe, a mi juicio, sólo podremos generar simulacros de investigación y profesionales mediocres e incompetentes.

Cultura, como lo señala o define Ortega y Gasset, es el sistema vital de las ideas en cada tiempo. Es característico de nuestra cultura actual que una parte cada vez más importante de su contenido proceda de la ciencia, y en esa medida toda persona educada o cualquier profesional requiere conocer a un nivel adecuado sus fundamentos, sus métodos, sus alcances y limitaciones. Pero la cultura, definitivamente no se agota en la ciencia y mucho menos puede reducirse a la investigación. Tanto ésta como el profesionalismo estrecho y endogámico, basados ambos en la hiperespecialización, en ausencia de la cultura y de la contextualización, producen como resultado, según Ortega y Gasset, "el nuevo bárbaro, más sabio que nunca, pero más inculto también –el ingeniero, el médico, el abogado, el científico–." Termina este autor, señalando de una manera un poco fuerte, lo que sucede cuando la preocupación por la investigación y la especialización profesional desplazan la atención de la cultura como eje fundamental de cualquier formación académica: "Es sobre manera inverosímil que un hombre así pueda en verdad ser un buen médico, un buen juez o un buen técnico. Pero es seguro que todas las demás actuaciones de su vida, e incluso las profesionales mismas trascendiendo del estricto oficio, resultarán deplorables. Sus ideas y sus actos políticos serán ineptos. Sus amores, empezando por el tipo de mujer que preferirá, serán extemporáneos y ridículos. Llevará a su vida familiar un ambiente inactual, maniático y mísero que envenenará

para siempre a sus hijos, y en la tertulia del café emanará pensamientos monstruosos y una torrencial chabacanería".

Estas ideas las expresaba el profesor Ortega y Gasset antes de que sucediera esa terrible tragedia que fue la guerra civil española, seguida de la segunda guerra mundial. Esos son los peligros de no orientar, en el mundo moderno, el problema de la Educación Superior, y la formación de las clases dirigentes de la sociedad dentro de un adecuado y necesario balance entre la ciencia y la investigación, la técnica, las profesiones y sobre todo, lo más importante, la cultura.

Quiero disculparme finalmente si estas desordenadas ideas puedan parecer inútiles, iconoclastas o incluso ofensivas para algunos. Por ello quiero terminar esta exposición citando a un economista, tal vez el más famoso economista del siglo XX J.M. Keynes: "Las palabras deben ser un poco salvajes, pues son el asalto del pensamiento sobre lo que no se ha pensado".

INTERVENCIÓN DEL PRESIDENTE DEL PANEL
Dr. Luis Eduardo Mora Osejo

Quisiera destacar de la anterior intervención, el énfasis que el Dr. Sánchez ha puesto sobre la necesidad de conocer nuestra compleja realidad y de acercarnos al entorno tanto social como natural, que por muchos años ha permanecido desconocido, creo que la Ciencia es precisamente el instrumento que permite hacer ese acercamiento. Es evidente que la solución a los problemas del Medio Ambiente implica conocer todas las variables que allí interactúan, la simple concepción lineal resulta insuficiente, se necesita de una interdisciplinariedad real y efectiva. Es prioritario que los futuros profesionales científicos se formen abiertos al diálogo y con capacidad de interrelacionar conocimientos de diferentes disciplinas; así mismo es importante abandonar los programas académicos monolíticos y rígidos, que eran muy comunes en el medioevo. En este momento necesitamos desarrollar conocimiento dirigido al entendimiento de la realidad del medio en que vivimos, para lo cual se necesita un cambio cualitativo muy profundo en nuestro Sistema Educativo, que implica dejar a un lado el aprendizaje de memoria y repetitivo, para pasar al conocimiento contextualizado con la realidad, que es en donde se encuentran los problemas, las preguntas, y los intentos de resolverlos. De igual modo resulta fundamental llevar efectivamente a la práctica cotidiana la interdisciplinariedad y acabar con el aislamiento entre las carreras.

2.4 EL PLAN NACIONAL AMBIENTAL

Juan Mayr*

Gracias al diálogo cercano entre el Ministerio del Medio Ambiente y la Academia, se han realizado múltiples reuniones en conjunto, en donde se ha hecho evidente la importante contribución de la Academia al desarrollo sostenible de nuestro país. En nuestra última reunión se analizaron el Plan Colectivo Ambiental y la Política Nacional Ambiental del Gobierno del Presidente Andrés Pastrana. Así mismo, se realizó un debate sobre el Plan Nacional Ambiental inmerso dentro del Plan Nacional de Desarrollo. Además de las coincidencias encontradas, las diferentes observaciones de la Academia fueron tomadas en cuenta para la formulación de nuestro Plan Nacional Ambiental.

Después de aprobado el Plan Nacional de Desarrollo en el Congreso de la República, el Ministerio del Medio Ambiente ha realizado visitas y reuniones en diferentes regiones del país, para intentar articular el Plan Nacional Ambiental con las particularidades de cada región. Es claro que la definición de metas del Proyecto Colectivo Ambiental debe ser coherente con el conocimiento existente sobre los temas que involucra. Debido a la situación actual del país, es fundamental seleccionar ciertos temas de investigación y tecnología, sin cuyo desarrollo será difícil avanzar en forma correcta hacia la mejora del ambiente y el desarrollo sostenible del país.

Un punto de reflexión importante es la sostenibilidad y su relación con el proceso de paz. En el Ministerio somos conscientes de su importancia, pues

---

* Ministro del Medio Ambiente; se diría que se encuentra aquí por derecho propio, por esa labor que ha cumplido con gran vocación, dedicación, tenacidad, venciendo todos los obstáculos, para primero fundar y luego mantener y cumplir con los objetivos que él se propuso cuando creó la Fundación Pro Sierra Nevada de Santa Marta, ejemplo de lo que realmente podemos hacer en nuestro país a favor de la conservación del medio ambiente.

no tendría sentido priorizar investigaciones y desarrollos tecnológicos que no estén dirigidos a obtener conocimiento para construir un nuevo país desde una perspectiva ambiental. Del mismo modo, existe la certeza de que el conocimiento para lograr una paz justa debe ser interdisciplinario, son tan importantes los aportes de las Ciencias Sociales, como los de las Ciencias Físicas y Naturales, porque el problema ambiental del país es complejo, y para su solución se requiere el estudio de los ecosistemas y de las culturas, con todos los instrumentos proporcionados por la ciencia y la filosofía. Es difícil generar respuestas a los interrogantes del país, a partir de los aportes de cada ciencia de manera aislada, es el conjunto de todas ellas el que nos proporcionará las claves para solucionar nuestros conflictos y superar nuestros problemas.

En el Sistema Nacional Ambiental (SINA), los institutos de investigación y las universidades juegan un papel fundamental. Aspectos tan importantes para la vida diaria y la economía nacional, como la conservación y el adecuado manejo de las aguas, y la protección y aprovechamiento sostenible de nuestra diversidad biológica, deben ser objetivos de trabajo no sólo de institutos de investigación como el IDEAM, el INDEMAR, el SINCHI, o el Instituto del Pacífico, sino de todas las demás instituciones que integran el Sistema Nacional Ambiental, quienes deben aplicar sus conocimientos científicos y tecnológicos, y su experiencia al estudio de los recursos naturales y sus potencialidades, lo cual incidirá necesariamente en la consecución de una paz duradera.

La biodiversidad sólo puede manejarse en una forma sostenible. Si al conocimiento generado por los diferentes institutos de investigación en ciencias naturales se le agrega el aportado por las ciencias económicas y humanas, con el fin de diseñar tecnologías apropiadas, sería posible alcanzar el desarrollo sostenible de las regiones y conformar modelos de producción endógena, capaces de competir en la globalización. Por ejemplo, *El Plan Verde*, que ha sido diseñado por el Ministerio del Medio Ambiente, busca la reforestación productora y protectora de 160.000 hectáreas en nuestras microcuencas abastecedoras de acueductos y de distritos de riego, e involucra el conocimiento reunido y aplicado laboriosamente por las facultades de ingeniería forestal, ecólogos, botánicos y CONIF.

Ahora quiero hablar sobre las primeras acciones que hemos programado con Colciencias sobre investigación ambiental. Teniendo en cuenta que la colaboración de tan diversas aproximaciones científicas y tecnológicas sólo será fértil si se hace dentro de contextos interdisciplinarios y transdisciplinarios, se ha convocado a cuatro talleres, iniciando así un proceso en el que serán los mismos investigadores los que planifiquen su quehacer.

En el primero de estos talleres se pretende establecer la disponibilidad de recursos, fondos, e instrumentos legales y económicos que permitan financiar adecuadamente el plan, pues son conocidas las enormes dificultades por las que actualmente atraviesa el financiamiento de la investigación en Colombia. El segundo, buscará definir las prioridades de trabajo y establecer qué investigaciones básicas, vitales, innovadoras y estratégicas son necesarias para avanzar en el proceso de lograr un desarrollo sostenible en nuestro país. El tercero, abordará las estrategias metodológicas. En el cuarto taller se comenzará el estudio de un desarrollo tecnológico innovador aplicable a la producción limpia y a otros mercados verdes.

Considero que a partir de estos cuatro seminarios podremos constituir el gran comité científico que el SINA requiere. A medida que se ven más claramente las necesidades del Proyecto Colectivo Ambiental, nos hemos dado cuenta que el país necesita de un cuerpo científico y tecnológico amplio, en donde tengan cabida, a través de diversos grupos de trabajo, las mentes ilustradas del país; de este modo, no nos perderemos en la complejidad de lo que nos hemos propuesto. Por ejemplo, se organizó un grupo de trabajo que presta asesoría técnica y científica al Ministerio del Medio Ambiente sobre el desarrollo de la Sabana de Bogotá, uno de los ecosistemas estratégicos de nuestro país. Igualmente, se ha convocado a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, a Colciencias, y a los Institutos de Biotecnología y de Genética de la Universidad Nacional, a conformar con otros ministerios, entidades, universidades e investigadores, un grupo de trabajo en torno a la normativa que requiere el país en materia de bioseguridad.

Este es un tema que ha generado un debate extenso en todo el mundo, por ejemplo en la última Cumbre de Comercio de la Organización Mundial del Comercio en Estados Unidos, uno de las discusiones centrales fue el tema de biotecnología. Infortunadamente todavía no hay un consenso mundial sobre la materia, una muestra de esto es que en la Cumbre de Seattle no se llegó a los acuerdos previstos inicialmente. Sin embargo, se espera proponer pronto un Protocolo de Bioseguridad mundial fundamental para nuestro planeta. En el caso nacional, se está trabajando con el equipo que les mencioné anteriormente, para generar una reglamentación nacional en torno al tema, que considero esencial en uno de los países con más alta diversidad biológica.

Estoy convencido que con el concurso de todos los colombianos podremos avanzar hacia una visión del desarrollo sostenible de nuestro país y hacia una concreción en los procedimientos para alcanzarlo. Pese a las dificultades económicas por las que atraviesa Colombia, el enorme déficit fiscal y otros problemas, y a que no hay momento más difícil para la preservación del medio ambiente que aquel cuando se está en extremas dificultades económicas, el Gobierno viene buscando e implementando medidas para hacer los correctivos necesarios y poder liderar a nuestro país hacia un futuro seguro.

En vista de la preocupación por el financiamiento de la investigación, el Fondo Nacional de Regalías aprobó mi propuesta de destinar parte de los recursos del paquete de Medio Ambiente a la investigación. Este fondo tiene recursos de los entes territoriales, municipios y departamentos, pero el Ministerio del Medio Ambiente es quién define en el área ambiental, cuáles son los sectores a financiar. Por esta razón invito a todos Ustedes a fortalecer la investigación en los entes territoriales, a entrar en contacto con los municipios y departamentos, y a involucrar a las universidades regionales, con el fin de formular proyectos conjuntamente y alcanzar una interpretación de las particularidades de cada una de las regiones de nuestro país. Considero que de esta manera podemos fortalecer la investigación en Colombia.

2.5 DISCUSIÓN

Sesión de preguntas (P), respuestas (R) y comentarios (R)

(P) Dr. Moisés Wasserman. Dr. Sánchez, en su calidad de director del Instituto de Estudios Ambientales podría decirnos muy esquemáticamente ¿cuál es la agenda de investigación científica que usted ve como necesaria para nuestro país?

(R) Dr. Sánchez. Considero que la obligación que tiene cualquier país con sus intelectuales y con sus científicos, es apoyar a los grupos que han logrado destacarse en las diferentes disciplinas especializadas, inclusive si están emulando desarrollos y agendas de investigación que se están llevando a cabo en países desarrollados. Sin descartar las líneas de trabajo de esos grupos, es importante impulsar a los generadores del conocimiento que se construye sobre nuestra propia realidad. El conocimiento producido por institutos como el de Ciencias Naturales, el Instituto von Humboldt y el Instituto Nacional de Salud, entre otros, mas el conocimiento perteneciente a las Ciencias Sociales, generado por economistas, sociólogos, y antropólogos, debe ser utilizado para realizar consensos sobre las soluciones a nuestros problemas, sobre la identificación de los aspectos más críticos en los que tenemos falencias o las áreas en donde existen lagunas de conocimiento que sea necesario explorar. Por ejemplo en el campo de las enfermedades tropicales hay muchas cosas que aún no sabemos.

Del mismo modo, considero que en Colombia prácticamente no existen comunidades académicas consolidadas, además muchas veces los acuerdos entre estas comunidades son muy escasos. Entonces, es fundamental conocer la información que ya tenemos y plantear cuáles son las formas cómo podemos utilizar creativamente el conocimiento ya existente y el que vamos adquiriendo en nuestros pequeños grupos de investigación, para resolver y enfrentar adecuada y concertadamente los problemas de la sociedad colombiana que sobrepasan completamente alguna inquietud científica particular, pues existen muchos temas que requieren investigación urgente.

(P) Profesor Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. ¿La universidad colombiana sí está investigando para dar respuesta a las necesidades prioritarias del país o investiga sobre cosas ajenas a la realidad social? ¿Cómo hacer para que la Ciencia y la Tecnología garanticen una armonía con el Desarrollo Sostenible, si se ha definido sostenibilidad como el equilibrio entre lo económico, lo tecnológico, lo social, lo político y las relaciones ecológicas?

(R) Dr. Sánchez. Puedo responder parcialmente la primera pregunta. Sí, en la Universidad Nacional hay institutos que hacen investigación pertinente y que asumen aspectos de la realidad que el país debe conocer, por ejemplo el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional trabaja sobre problemas prácticos y reales; pero más allá de eso, el reconocimiento que ha hecho la universidad de la necesidad de responder a esos problemas se demuestra en el Plan de Desarrollo que prácticamente acaba de aprobar, donde los problemas que se consideran prioritarios para la universidad lo son también para el país, por ejemplo la seguridad alimentaria es uno de los campos de acción institucional que prima en el Plan de Desarrollo. Así mismo, hay otros 10 temas fundamentales que la universidad debe atender. Infortunadamente también existen problemas de jerarquización, de prioridad y de pertinencia, que incluso han sido reconocidos en documentos oficiales. Adicionalmente hay un problema que está relacionado con la investigación y es que parte importante de los estudios, que utilizan recursos científicos o académicos de la universidad, son consultorías, y muchas veces los temas de trabajo no se jerarquizan; para poder hacerlo es necesario tener una visión comprensiva y adecuada de la realidad, es sumamente difícil el jerarquizar porque cualquier problema es importante. Entonces, se debería ahondar en los temas que exigen un mayor cuidado y una mayor concertación básica de la comunidad académica antes de abordar una agenda exigente y rigurosa.

(P) Dr. Miguel Tovar (Colciencias). A través de las universidades, institutos de investigación, centros de investigación y agencias del Estado se han venido financiando investigaciones en taxonomía sistemática y en la búsqueda de principios activos de plantas y animales marinos. Una inquietud que ha surgido es hasta dónde pueden y deben llegar los grupos de investigación, puesto que en el país no es posible realizar pruebas especializadas de las sustancias aisladas, y muchas veces es necesario enviar estas sustancias a laboratorios de Estados Unidos, como por ejemplo al Instituto Nacional de Salud, al Instituto de Cáncer o a laboratorios multinacionales.

Es conocido el caso de Costa Rica que prácticamente vendió a una multinacional sus recursos naturales, o el caso de Panamá donde hay un programa de búsqueda de principios activos en los jardines botánicos a cargo de países desarrollados. Así mismo las Naciones Unidas están interesadas en moléculas bioactivas y en productos derivados de la biodiversidad no maderables.

Entonces, ¿qué estrategias deberían tener el país y las universidades en cuanto a los resultados en la investigación de principios activos que logran obtener los grupos de investigación?, y ¿qué capacidad negociadora debería tener el país al respecto?

(R) Panelista. Puedo dar algunas ideas generales, pero considero apropiado pedirle a la Dra. Carmenza Duque, quién está involucrada en el asunto, nos dé un poco más de detalle.

Nosotros somos perfectamente conscientes de lo que pasó en Costa Rica y nos hemos opuesto a que en Colombia tengamos experiencias siquiera semejantes a lo ocurrido allá. Respecto a la investigación en sustancias bioactivas, considero que en Colombia tenemos la capacidad científica para adelantar una buena cantidad de este trabajo; pese a que actualmente hay un límite hasta el que podemos llegar, podríamos superarlo trabajando en colaboración con instituciones de otros países, pero necesitamos primero tener un programa nuestro. Aunque existe un proyecto escrito por profesores de la Universidad Nacional y de otras universidades, sobre la bioprospección en Colombia, la propuesta de ese programa ha caído en oídos sordos, pues a pesar de que se presentó en Medellín, donde había representantes del Ministerio del Medio Ambiente, no hubo ninguna respuesta. Sé que en Colciencias hay interés sobre el tema, pero no hemos logrado la comunicación necesaria para poderlo echar a andar. Considero que lo primero que debemos tener es un programa de bioprospección propio, lo segundo por hacer es definir quién nos puede colaborar para completar el proceso.

(C) Dra. Carmenza Duque. Las investigaciones que hacemos sobre principios bioactivos aplicables en los campos farmacéutico e industrial están bastante adelante, pero los investigadores de este país tan sólo llegamos al punto de aislar las sustancias, determinar su estructura y saber para qué pueden ser utilizadas. De ahí en adelante proseguiría el desarrollo de esa sustancia en la parte industrial o en la parte farmacéutica, pero desgraciadamente en Colombia no tenemos una verdadera industria farmacéutica nacional. Ese es el problema fundamental por el cual nosotros no podemos desarrollar los fármacos en Colombia, de modo que tenemos que acudir a multinacionales, ya sea las establecidas en Colombia o en el extranjero, para poder desarrollar medicamentos a partir de esas sustancias. Entonces la limitante no se encuentra en la parte científica, la limitante es que no existe una industria nacional que permita realizar estos desarrollos. ¿Cuál sería la salida?

Esta pregunta es complicada, pues en este momento es difícil para la comunidad científica decir para donde vamos y plantear cómo hacemos para completar la investigación dentro del país. Pueda que dentro de 10 años la situación cambie, si es que se soluciona el problema de la industria, pero nosotros como investigadores no podemos hacerlo todo, no podemos convertirnos

nosotros mismos en industriales y establecer una industria farmacéutica en Colombia. Algún día si esta parte se soluciona, si logramos que los inversionistas colombianos inviertan en la industria farmacéutica nacional, quizá entonces podamos hacer la investigación completa y desarrollar medicamentos para muchas de las enfermedades que aquejan al pueblo colombiano.

(P) Héctor Barbosa, sociólogo Universidad Nacional. Dr. Sánchez, ¿Existen proyectos encaminados a establecer un balance de los recursos naturales que tiene el país, para saber realmente qué es lo que tenemos? ¿Ha avanzado la propuesta de un sistema de cuencas ambientales dentro del sistema de cuencas nacionales, ya sea en el Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional, en otros como el DAMA o específicamente en el Ministerio del Medio Ambiente?

(R) Dr. Sánchez. Con relación a su primera pregunta, conozco dos intentos en diferentes direcciones. El primero está encaminado a obtener información sobre la Amazonía; Colombia nunca ha tenido una política clara frente a esos enormes territorios de selva húmeda tropical, sólo hay una política de soberanía militar y de defensa, pero no hay una política basada en el conocimiento científico de la biodiversidad, de las diferentes culturas o de las posibilidades que tiene esa zona. El segundo intento, investiga el problema de desequilibrio en el poblamiento de nuestro territorio, y en el acceso y la utilización de sus recursos. Esta iniciativa se está generando en la esfera del urbanismo, dentro de los núcleos profesionales de los arquitectos, y pone al país a pensar en el problema de cómo asume la sociedad colombiana el territorio desde diferentes puntos de vista: político, administrativo, técnico, de transporte, de conservación de sus ecosistemas estratégicos, etc. Obviamente estos problemas requieren de trabajos interdisciplinarios, y se está fomentando la cercanía entre urbanistas, geógrafos, economistas, y biólogos para intentar abordar esos temas. Considero que sí hay intentos importantes en esa dirección.

Respecto a las cuencas ambientales, yo coordiné en algún periodo ese proyecto, que cuando nació hacía parte de Planeación Nacional, la conclusión a la que llegamos, después de mirar un poco el estado del arte al nivel internacional, es que aquí en Colombia nos hace falta mucho trabajo preliminar, porque la información biofísica de la que dispone el país no está sistemáticamente organizada y es todavía muy escasa. La desinformación sobre el funcionamiento de los ecosistemas es grande; por ejemplo, los estudios sobre la calidad del agua en Colombia son absolutamente fragmentarios, no tenemos modelos que evalúen la dinámica de nuestros recursos hídricos desde el punto de vista de calidad y sin esa información no se pueden evaluar las cuencas ambientales. Si no se tiene buena información geofísica sería un poco tonto meterse en cuencas ambientales, de hecho el país ya ha desperdiciado gran cantidad de recursos, al traer expertos internacionales, que si bien enseñan metodologías muy interesantes que hay que conocer, eso no resuelve los problemas. Yo creo

que el país debe hacer un esfuerzo para adquirir un conocimiento biofísico de su realidad y de su territorio como un insumo importante, para que en unas cuantas décadas podamos tener las cuencas económicas, ajustadas ambientalmente de una manera seria.

(C) Participante. Pienso que a pesar de nuestras carencias, en Colombia sí hay buenos ejemplos de interdisciplinariedad, la labor del Instituto Alexander von Humboldt es sobresaliente en relación con el estudio, la conservación y el manejo de la biodiversidad. Gracias a este instituto se ha avanzado dentro de la Agenda en Sistemática, y hay esfuerzos importantes en la conservación de jardines botánicos, intentos que no existían hace unos años. Así mismo es destacable el trabajo del grupo de productos naturales, organizado por la profesora Carmenza Duque, pues allí trabajan profesionales de distintas áreas; igualmente los trabajos que se están haciendo en la Universidad Nacional en los Institutos de Ciencias Naturales, de Biotecnología y de Genética son interdisciplinarios.

La labor del Instituto de Ciencias Naturales ha sido meritoria, se ha mantenido durante muchos años, cuando la importancia de la ciencia y del conocimiento no era clara en nuestra sociedad. No debemos olvidar que por razones históricas, la ciencia siempre fue considerada como un elemento extraño en nuestra cultura. La primera Facultad de Ciencias se creó en la Universidad Nacional en 1867 pero fue cerrada en 1885, nuevamente se abrió en 1935, pero se volvió a cerrar en 1955, y en realidad hay muy poca claridad frente al papel que tiene esta Facultad en la formación tanto de los profesionales, como de las nuevas promociones de científicos.

Por otra parte, quiero resaltar que el principio de fuerte unión entre la investigación y la docencia, es lo que ha permitido a los países desarrollados alcanzar el nivel científico que ahora tienen, por tanto considero que en las universidades se le debe dar a la investigación el mismo rango que a la docencia, proporcionando los medios, los recursos y las facilidades para posibilitar la investigación básica fundamental. Creo que la Universidad Nacional como *alma mater* colombiana, debe dar el ejemplo en esto, para evitar que entidades que simplemente repiten lo que ya es sabido y conocido sean llamadas "universidad".

Me parece que la investigación aplicada debe estar dirigida al desarrollo de nuevas tecnologías y a mejorar la capacidad del sector productivo. Es necesario crear institutos especializados dirigidos a estudiar los aspectos en los cuales nosotros tenemos ventajas comparativas, para darles el valor agregado por medio del conocimiento.

(C) Participante. A pesar de que la sociedad colombiana está padeciendo destrucción del medio ambiente, inseguridad en todos los medios, problemas a

causa de la guerrilla y el narcotráfico, escasez de alimentos y aumento en las enfermedades, pienso que la Ciencia y la Tecnología en Colombia no han contribuido a una mejoría; por ejemplo, no han realizado aportes contundentes para subsanar la destrucción del medio ambiente.

(C) Panelista. Yo no estoy de acuerdo con su afirmación. Sí se están haciendo cosas y se está respondiendo a muchos de los problemas del país, no a todos y ahora. La filosofía de la universidad es que tiene que hacer propuestas concretas para resolver esos problemas, ahora trabajamos en una serie de temas específicos. Por ejemplo, en la Universidad Nacional hay un grupo formado por gente de varias facultades trabajando sobre seguridad alimentaria en zonas rurales y en algunos barrios de Bogotá. Así mismo la Universidad Nacional ha liderado un proceso de análisis de la Ley 30 y las modificaciones que el gobierno propone a ésta, en el que han intervenido muchas universidades públicas.

Evidentemente tenemos que trabajar fuertemente para introducir la ciencia como un elemento esencial en la actividad cultural. No olvidemos que apenas en 1965 se organiza nuevamente la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional y después en las principales universidades del país; Colciencias se creó también hace poco, tenemos entonces una historia muy corta. El desarrollo de la ciencia y de nuestro conocimiento siempre se refería a medios extraños, aún la misma jurisprudencia, la constitución y la concepción del Estado eran adoptadas de países extraños. El acercamiento a nuestra realidad es de reciente data y el esfuerzo que hay que hacer es muy grande, justamente para consolidar el conocimiento y la labor que en ello tienen que cumplir las universidades, especialmente la Universidad Nacional.

Se ha dicho que el mundo va a girar el próximo siglo y milenio alrededor del conocimiento tanto básico como tecnológico, por eso es necesario que nuestros dirigentes entiendan el papel definitivo que tienen la ciencia y el conocimiento. Sería de gran importancia que la ciencia y los científicos tuvieran la posibilidad de insertarse en las instancias decisorias del Estado, para difundir su opinión y hacer ver la realidad, como personas que conocen el tema y están interesadas en el fomento del conocimiento como herramienta para poder resolver los problemas.

(P) Participante. Dr. Mayr, ¿Cuál es el impacto ambiental de las fumigaciones contra los cultivos ilícitos? ¿Hay consenso en el mundo sobre la utilización de alimentos transgénicos?

(R) Dr. Mayr. Yo creo que el tema del narcotráfico en Colombia hay que mirarlo con una visión más amplia. Por ejemplo, el mayor daño a la diversidad biológica del país es causado por las grandes talas de bosques para realizar cultivos, adicionalmente muchos insumos y subproductos del procesamiento

de drogas terminan en las fuentes de agua, afectando a la fauna acuática de una manera severa y por ende los ecosistemas.

La fumigación fue adoptada como un mecanismo de erradicación de cultivos de gran extensión, aquellos que son una industria organizada, producto de las mafias; por otro lado están los pequeños campesinos cultivadores de hoja de coca o de amapola, con los cuales tenemos unos acuerdos diferentes. Hay un programa de sustitución de ambos tipos de cultivos, con los cuales se trabaja de una manera diferenciada. Esa es la política nacional ambiental que se mantiene hasta este momento, pero estamos buscando nuevas alternativas. Así mismo, el problema del narcotráfico tiene raíces sociales y económicas, donde la Academia puede cumplir un papel sumamente importante en el análisis y la búsqueda de soluciones.

Acerca de los alimentos transgénicos, este es un tema que necesita una legislación internacional clara, actualmente hay un gran debate por todo el mundo y se está trabajando en un protocolo de bioseguridad equilibrado, donde todas las partes involucradas participen activamente. El comercio mundial es uno de los temas de mayor controversia, pues hay una posición de los países productores de alimentos transgénicos y otra de los países que podrían importarlos.

(P) Participante. ¿Cuál es el impacto ambiental de la explotación de petróleo en la región de los U'wa y las consecuencias de la destrucción de su cultura y su hábitat?.

(R) Dr. Mayr. El Ministerio del Medio Ambiente tomó la decisión de conceder una licencia a la compañía OXY- Occidental de Colombia- para la perforación de un pozo de exploración con un impacto en 4,5 hectáreas, perfectamente identificadas. Antes de tomar esa decisión se realizaron diversos diálogos con representantes de los U'wa, se evaluaron los antecedentes, los diferentes problemas y se plantearon posibles soluciones. Mi trabajo durante muchos años con los indígenas tradicionales de la Sierra Nevada de Santa Marta me enseñó que es primordial escuchar para buscarle solución a los problemas. Posteriormente asistí al Quinto Congreso U'wa, y regresé a su territorio varias veces; finalmente llegamos a algunos acuerdos para la definición de su territorio, amparado bajo la figura del resguardo.

Dos factores facilitaron estos acuerdos, el primero, estudios preliminares realizados por la Universidad Javeriana, el INCORA y el Cabildo Gobernador de los U'wa, donde se habían definido límites para la ampliación del resguardo U'wa de 68.000 hectáreas a 202.000 hectáreas; y el segundo las sugerencias del grupo de trabajo OEA-Harvard, establecido para alcanzar una solución amistosa al conflicto que se presentaba, cuya recomendación principal fue tratar de manera separada y diferenciada los temas de territorio y del petró-

leo. Se entregó el nuevo resguardo de 220.000 hectáreas e incluso conseguimos tres mil millones de pesos.

Con base en conceptos que recibí del INCORA, del Ministerio del Interior, del Instituto Colombiano de Antropología, y de estudios realizados sobre impacto ambiental, procedimos a dar licencia a la compañía OXY para hacer la exploración de un pozo petrolero. Los indígenas no estuvieron de acuerdo con el petróleo ni dentro de su territorio, ni fuera de él, y manifestaron su preocupación por el impacto ambiental y cultural, a pesar de que nosotros no los observamos dentro de los estudios realizados, que muestran claramente que la perforación de un pozo exploratorio no va a tener efectos más allá de las cuatro hectáreas donde se va a hacer la exploración y que son perfectamente mitigables. A causa de las preocupaciones de los U´wa se abrieron espacios de diálogo, para evaluar los problemas que se presenten y poderlos resolver conjuntamente.

Estoy convencido, a partir de mi experiencia, que podemos avanzar en proteger el medio ambiente y en garantizar la supervivencia cultural, en un país que respeta a sus comunidades indígenas y que tiene la legislación más avanzada en la materia en América. Además Colombia tiene el 28% de su territorio bajo el sistema de resguardo y de territorios colectivos para las comunidades indígenas.

En resumen hemos avanzado en el reconocimiento del territorio U'wa y en la ampliación de su resguardo, de acuerdo a los límites que ellos habían solicitado. Por lo tanto nuestra actuación fue correcta, amparada por nuestra legislación nacional, y con todos los espacios para dialogar sobre las repercusiones que pueden preocupar no solamente a ellos, sino a todos nosotros.

TERCER PANEL

EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Presidente de la mesa:

Dra. Carmenza Duque. Universidad Nacional

Ponentes:

Dr. Víctor Manuel Moncayo, Rector Universidad Nacional de Colombia.
Continentes científicos y patrimonio público.

Dr. Carlos Angulo, Rector Universidad de los Andes.
Investigación: escencia de la universidad.

Dr. Eduardo Aldana, Exrector Universidad de los Andes.
Ciencia para nuestro pueblo.

3.1 INTERVENCIÓN

*Carmenza Duque**

La universidad contemporánea es el punto de encuentro entre el saber universal y los problemas nacionales y algunas veces también los internacionales. La universidad tiene la misión fundamental de cumplir sus compromisos de generación de conocimiento y la formación de comunidades académicas en las distintas áreas del saber. Debe también formular programas académicos estratégicos, a través de los cuales se genere la Ciencia y la Tecnología que el país necesita para su desarrollo.

Por ejemplo, el Plan de Desarrollo de la Universidad Nacional ha planteado programas estratégicos en áreas de investigación en las cuales la universidad está tratando de ligarse con la realidad nacional y con la sociedad. Estos programas serán desarrollados en los grupos de investigación o en los institutos adscritos a la Universidad Nacional, por investigadores, estudiantes de maestría y doctorado, y estudiantes de pregrado que se encuentren en la última parte de su currículo académico. Algunos de estos programas se encuentran orientados al área de la seguridad alimentaria y al área ambiental (biodiversidad, conservación del medio ambiente, recursos naturales no renovables, producción limpia, ecología, etc.); existen también programas de cultura y comunicación, educación, espacio y territorio, estado y sociedad, salud, tecnologías de frontera, derecho, ética y justicia.

En ese sentido ya algunas universidades han empezado a incorporar dentro de sus planes de desarrollo a corto y mediano plazo, programas de investigación que están ligados con las prioridades del país.

---

* Miembro de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Química de la Universidad Nacional, Ph.D de la Universidad Tecnológica de Tokio. Su trabajo de investigación se centra en el estudio de compuestos bioactivos en organismos marinos y frutas tropicales. Es Profesora Titular de la Universidad Nacional, representante de la comunidad académica ante el Consejo de Educación Superior CESU, y es miembro del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar.

3.2 CONTINENTES CIENTÍFICOS Y PATRIMONIO PÚBLICO*

*Víctor Manuel Moncayo Cruz***

En los últimos años, en el país se ha venido asistiendo a un debate que quizá hace bastante tiempo no se daba, sobre la significación de la Educación Superior y en particular, de las universidades dentro de ese conjunto; así mismo ha habido una profunda reflexión sobre lo que llamamos Ciencia y Tecnología. Ese debate se ha planteado a propósito de las tendencias e ideas que vienen circulando en relación con cambios en el sistema de Educación Superior y en el régimen mismo de las universidades, tema que ha cobrado especial importancia en la actual administración presidencial. De igual modo, se ha discutido durante este año en muchos debates, especialmente en el Congreso de la República, el lugar asignado a la Ciencia y a la Tecnología en el Plan Nacional de Desarrollo (PND). Las extensas discusiones y análisis sobre el PND que se han dado este año, no tenían antecedentes en la historia nacional, pues en los planes de desarrollo que se propusieron en épocas anteriores, bajo gobiernos distintos, no participaban activamente los centros académicos, las organizaciones sociales, y los movimientos que ahora son llamados de la sociedad civil, que en esta ocasión participaron de manera importante en el debate de muchos temas que abordaba el PND.

Cuando se habla de la problemática de la ciencia, o preferiría mejor utilizar el plural, de las ciencias, necesariamente se tiene que hacer referencia a

* Transcripción de grabaciones del Simposio "Ciencia, tecnología y desarrollo".

** Abogado de la Universidad Nacional de Colombia, con una Maestría en Ciencias Políticas de la Universidad Católica de Lovaina, profesor Universitario desde 1969, ha trabajado en las Universidades Nacional de Colombia, de los Andes y Externado de Colombia. Profesor Emérito de la Universidad Nacional y Rector de la misma. Distinguido por el Presidente de la República francesa con el grado de oficial de la Orden Nacional de Mérito. Conjuez de la Corte Suprema de Justicia y del Consejo de Estado. Miembro del Consejo Nacional de Paz. Investigador en las áreas de Teoría del Estado, Políticas Públicas y Teoría del Derecho.

que aquello que nos es habitual del conocer o del pensar, es parte de nuestra realidad social. Al hablar de nuestra realidad social no me estoy refiriendo exclusivamente a la de la sociedad colombiana, sino a la de las sociedades existentes desde hace ya muchos siglos. Prácticamente el aislar la problemática del conocer y del pensar está relacionado con la disociación entre el saber y el hacer.

Sin discutir ahora antecedentes muy remotos, quizás en determinado momento, saber y hacer estaban unidos. Una obra de un autor que aprecio mucho, hace referencia a la distinción en las sociedades mercantiles entre saber y pensar, y justamente se llama Mente y Mano. En realidad se relaciona con el problema que representa, para quienes nos movemos en el mundo de la Academia, el identificar lo que alguien en algún momento calificó como los continentes científicos. Las distintas áreas de la ciencia, como lo han mostrado los historiadores de las ciencias, no son unidades permanentes y continuas, sino que se han venido constituyendo y reconstituyendo históricamente. En ese sentido el quehacer científico, en cuanto se exprese a través de agentes individuales, es un quehacer social y en la medida en que es un quehacer social, es histórico.

Por esa razón no es adecuado referirse a las ciencias en el sentido de permanencia histórica con que a veces se han bautizado, sino que seguramente cada continente científico y cada campo tiene una trayectoria particular, que al compararse con otros momentos históricos será distinta. Las ciencias están en íntima relación con el orden productivo y con su organización, al fin y al cabo el quehacer y los resultados de las prácticas científicas se articulan con los sistemas productivos, así quienes trabajen dentro de las ciencias no tengan esa determinación o esa finalidad.

Quizá el mecanicismo sea un problema más contemporáneo, debido a que el quehacer científico recibe demandas del sistema productivo en términos de la resolución de problemas que el orden productivo plantea. Sin embargo, el quehacer científico puede en determinado momento aparecer como independiente y autónomo, sin ninguna ligación pragmática o utilitaria con el orden productivo. En ese sentido, en determinado momento es frecuente pensar que lo que hacen los científicos no sirve para nada, sin embargo, después se ve como un anticipo, porque más tarde se articula a las necesidades del orden productivo. Pero es indudable también que el quehacer científico no solamente se articula al sistema productivo, sino que está en íntima relación con el mundo de las necesidades individuales o sociales, a pesar de que existan ciencias puras o ciencias abstractas o lo que llamaríamos hoy las ciencias básicas, y a pesar de que allí los niveles de abstracción y de aislamiento sean muy grandes. Sin embargo, hay una determinación en función de las necesidades de la sociedad, y es que a veces estas necesidades se ven interrumpidas o interferidas por el orden productivo. Todos sabemos el grado de contradicción que existe entre

los sistemas productivos vigentes y la problemática de satisfacción de necesidades, en el sentido de que no hay coincidencia entre los propósitos del sistema productivo y el imperativo de satisfacer las necesidades individuales y sociales.

La problemática de las ciencias, por consiguiente, tiene antecedentes históricos muy complejos, hasta el punto que como en este tipo de sociedades se acostumbra a asignar un valor cuantitativo a todo, el acumulado de la experiencia del quehacer científico es hoy invaluable. Es muy difícil conocer el valor de los resultados de la actividad científica, incluso si se incorporan a los sistemas productivos. Quizá pueden tener mayor valor los productos ligados a la tecnología, pero muchas veces no es posible cuantificar las múltiples adquisiciones del vastísimo conjunto de disciplinas científicas que se conjugaron en el proceso. Es un acumulado de siglos, de abandonos, regresos, y reformulaciones los que están presentes en cualquier cosa o aparato que utilicemos. Es una conjugación de infinitas adquisiciones del quehacer científico, pero ahora no es importante siquiera a que principios obedece, como cuando se conduce un vehículo, se enciende un computador o se aprende a manejar un software.

Entonces, de alguna manera el conocimiento adquirido se ha ido convirtiendo en patrimonio común y público de la sociedad en su conjunto. Aunque existen formas de monopolizar ciertos resultados o cierto saber como las marcas, las patentes, y la propiedad intelectual, para conseguir fuentes de apoyo a la tarea individual o de grupos, son conocidos los límites desde el punto de vista jurídico y político de esas protecciones, y cómo ese conocimiento exclusivo se difunde a la sociedad completa, en forma global y sin limitaciones. Por ejemplo, creo que no hay propiedad intelectual sobre las leyes de la física, o sobre los principios matemáticos.

Seguramente si hoy hubiese un descubrimiento se trataría de patentar y de registrar la propiedad intelectual, pensando en que es el resultado de la obra genial de un investigador. Sí, seguramente es así, sin embargo, él es portador de toda la trayectoria y del acumulado que se expresa en él, como resultado del conjunto social. Esto forma parte de las condiciones de nuestra organización social y productiva, el investigador interviene, pero su real cuantificación, si así pudiera definirse, es imposible, pues estaría dilatada a lo largo de los siglos, quizá en los inventarios o en los análisis de costos se encontraría simplemente la factura de este o aquel aparato, pero no del acumulado de la producción de la ciencia a través de los siglos.

Estamos viviendo una época en la que se ha agigantado el papel de la ciencia y del conocimiento, actualmente aparece como una novedad, hasta el punto de que muchos dicen que estamos en la sociedad del conocimiento. Sí, seguramente ahora hacemos aún más explícita la conciencia del lugar, del alcance y del significado que eso tiene, pero en todas las sociedades ha sido

central y fundamental el papel de los resultados del quehacer científico. Por ejemplo, la historia más reciente del capitalismo está marcada justamente por los impactos del desarrollo científico; el maquinismo o la Gran Industria son inconcebibles sin pensar en los resultados de la tarea científica. Lo que hoy ocurre, es que los resultados de esa tarea han traído unas consecuencias que todavía no se han analizado respecto a su impacto sobre el orden social productivo, especialmente sobre el papel de nuestra labor puramente subjetiva en los procesos sociales.

Pues bien, cuando se alcanzó un cierto grado de racionalización en la forma de apreciar esos procesos y se estimó el valor inmenso que supone la tarea científica que la sociedad requiere, se pensó en determinada época que el Estado tenía que asumir una responsabilidad en ese orden, así como lo hacía en otros. Entonces de una época para acá en las sociedades desarrolladas especialmente, pero también en las nuestras en menor medida, el Estado jugó o ha querido jugar un papel importante en el campo del desarrollo científico. Por eso nosotros, de cuando en vez, tenemos que volver a reflexionar sobre qué está haciendo el Estado y cual es la materialización del Estado en políticas públicas relacionadas con la Ciencia y Tecnología. Es sabido que soplan vientos distintos y que el Estado se está desprendiendo de la participación en las condiciones materiales que constituyen bienes públicos como la ciencia y la educación, bienes que intentan incorporarse a la esfera del mercado; es indudable que este proceso ha sido ejercido, no solamente por el Estado, sino por los particulares. Pero los particulares siempre protegidos y ayudados por el Estado, porque al fin y al cabo es difícil pensar que ese quehacer científico sea una actividad por sí misma rentable. Y justamente las actividades que no son rentables fueron las que se le dejaron al Estado por los altos costos que suponían y además porque sus productos no podían circular tan fácilmente como la crema dental, los relojes o los aparatos de sonido.

Por esa razón, por esa misión y responsabilidad que se reconoce ha asumido el Estado y que seguramente está en trance de abandonar –y fue lo que ocurrió recientemente en el Plan Nacional de Desarrollo–, es que buscamos angustiosamente encontrar algo sobre Ciencia y Tecnología en los borradores del PND, pero no lo hallábamos por parte alguna pues estaba escondido como sirviente de una estrategia y de una política distinta. Era un elemento al servicio de la política de promoción de exportaciones con un eje teórico enmarcado en un "sabor tecnologísta" de innovación tecnológica. Allí donde se hablaba de Educación Superior no aparecían la Ciencia y la Tecnología, que tan sólo ocupaban un lugar secundario en el esquema de la estrategia política de innovaciones tecnológicas, que a su turno era un subnumeral de la política de promoción de exportaciones. Obviamente los borradores del PND fueron a parar al cuerpo que el Estado tiene para este fin, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, creado a principios de la década cuando se organizó Colciencias. Aun-

que este consejo realmente no tiene una función propia, definida, ni influyente, sí tiene funciones de orientación, de recuperación y de análisis. Obviamente con los elementos discursivos que poseen sus miembros, fue posible hablar en otros términos y proponer algunas cosas adicionales para el PND, pero realmente la orientación permaneció igual. Al fin y al cabo era la política que el gobierno quería plantear, y a eso se unía, obviamente, el problema financiero que, aunque afecta a todos los sectores, perjudica fundamentalmente a los sectores considerados a corto plazo como no rentables. Por esta razón no hay dinero ni para salud, ni para educación y mucho menos hay dinero para Ciencia y Tecnología, pero sí hay dinero para el salvamento de los bancos.

Las dimensiones de las sumas asignadas a Ciencia y Tecnología para el año pasado y los venideros son lamentables. Se presentaron diversos pronunciamientos, desde distintas esferas, frente a la postración presupuestal de Colciencias. Las universidades con recursos presupuestales limitados, que han intentado realizar trabajos en investigación y desarrollo, como la Universidad Nacional, contábamos con el soporte y el apoyo adicional de parte del gobierno, para impulsar, promover y estimular el quehacer científico. Hoy prácticamente los recursos son insignificantes para las áreas en las que es prioritario trabajar.

Frente a ese panorama los retos de las universidades son cada vez más exigentes, porque deberán financiarse por sí mismas y olvidar los recursos externos que algún día serán eliminados, si no se realizan suficientes manifestaciones para evitarlo. Es necesario canalizar las orientaciones internas hacia la investigación y el quehacer científico, es por ello que en la Universidad Nacional de Colombia, hemos tratado de vertebrar las estrategias y los programas alrededor de lo académico; pero no alrededor de lo académico genéricamente entendido, sino poniéndonos de acuerdo sobre líneas estratégicas, tratando que nuestros distintos campos en la formación, en la investigación y en la extensión, giren alrededor de ese eje estratégico principal, que es lo académico, en unas líneas específicas. Esa es al fin y al cabo nuestra razón de ser, como Sistema de Educación Superior que combina las tareas inmediatas y más conocidas de formación con el soporte necesariamente investigativo. Quizá el Estado tendría que hacer lo mismo de una manera global, al aportar no solamente los recursos sino señalando también qué le conviene a la nación y qué tareas exigen los problemas nacionales.

Como conclusión, considero que en este momento es central que las universidades rescatemos y preservemos nuestro carácter, para que no se nos identifique únicamente con la formación, sino que se reconozca que las universidades son centrales para la nación, debido a lo que pueden hacer en el campo del conocimiento científico.

3.3 INVESTIGACIÓN: ESENCIA DE LA UNIVERSIDAD

*Carlos Angulo Galvis**

Quiero compartir con Ustedes algunas de las actividades que estamos adelantando en la Universidad de los Andes y tal vez, como decía el rector Moncayo, señalar la forma como estamos solucionando los problemas de falta de recursos, buscando siempre el avance de nuestros programas y naturalmente el beneficio del país.

En la Universidad de los Andes siempre hemos considerado que la actividad investigativa es parte esencial de la universidad. Lamentablemente, en Colombia hay muy pocas universidades en las cuales se hace investigación, pero en las universidades donde se adelantan estas labores, como en la Universidad Nacional y en la Universidad de los Andes, estamos haciendo un aporte bastante importante al desarrollo. Investigación y docencia son indisolubles, ya lo anotaba la doctora Carmenza Duque, se comienza a nivel de pregrado, de manera algo tímida, y se fortalece en los programas de maestría y doctorado, de ahí la importancia de éstos programas en nuestras universidades.

Voy a hacer una referencia a la investigación que adelantamos y que se apoya en la estructura de la universidad. En la Universidad de los Andes tenemos facultades de Administración, Arquitectura, Artes y Humanidades, Ciencias, Ciencias Sociales, Derecho, Economía, Ingeniería y diversos centros de investigación. Tradicionalmente, la investigación se ha desarrollado en las diferentes unidades académicas en forma un tanto individual, en Ingeniería Civil se hace investigación en Ingeniería Civil, en Ingeniería Eléctrica se hace inves-

* Ingeniero Civil de la Universidad de los Andes, MSc de la Universidad de Pittsburgh, Profesor de la Universidad de los Andes desde 1964, miembro de su Consejo Directivo durante 14 años, Rector de la Universidad de los Andes desde 1997 e Ingeniero Consultor durante 39 años.

tigación en Ingeniería Eléctrica y en Ciencias Biológicas se hace investigación en Ciencias Biológicas. Ahora estamos tratando de integrar estas disciplinas, en algunos temas que señalaré más adelante, e integrar también los centros de investigación.

La Universidad de los Andes es una universidad pequeña tiene 27 programas de pregrado, 26 de especialización, 15 de maestría y 2 de doctorado; es decir, se tienen 17 programas formales de postgrado que constituyen la columna vertebral de nuestra investigación. La población es de 7,600 estudiantes de pregrado, complementada con una población del orden de 2,500 estudiantes de postgrado; en programas de magíster y de doctorado hay 900 estudiantes.

Los programas doctorales, son apenas incipientes porque los hemos querido desarrollar con una gran rigurosidad para que tengan una magnífica calidad académica. Todos los programas se apoyan en 500 profesores de tiempo completo, quienes desarrollan labores investigativas como complemento a su labor docente, un 30% de esos profesores tiene grado doctoral y un 40% tiene grado de magíster. Los profesores, quienes son la columna vertebral de la investigación, trabajan en temas de su interés, relevantes para país (la relevancia es muy importante) y desarrollan su investigación en forma individual inicialmente, y posteriormente es integrada a través de centros de investigación y de consultoría académica. Ya se comienzan a conformar grupos, primero de la misma disciplina, y luego grupos interdisciplinarios.

Tenemos un programa, denominado Compromiso con Colombia, que busca identificar áreas prioritarias que deseamos promover dentro de la universidad. Al motivar a los investigadores y al encontrar temas que originalmente se trabajaron unidisciplinariamente, buscamos que esos grupos de personas se integren, dentro de departamentos o centros de investigación. La investigación multidisciplinaria es tremendamente importante y da origen a muchos desarrollos. Las universidades obtenemos recursos provenientes de diversas fuentes, pero la investigación básica se financia fundamentalmente, con los recursos aportados por Colciencias o con recursos propios.

El señor rector de la Universidad Nacional anotaba con gran preocupación, que yo comparto, la necesidad de conseguir recursos para la investigación. La creación de grupos de trabajo es una labor que toma muchos años, y si no se dispone de los recursos financieros necesarios los grupos abandonan sus trabajos de investigación e inclusive podrían abandonar el país, en busca de oportunidades de trabajo, lo cual implicaría una gran pérdida para el país. En la Universidad de los Andes estamos haciendo grandes esfuerzos para conseguir recursos, y para fomentar y promover la investigación dentro de la universidad.

La labor de integración de la investigación en la universidad no es nada fácil. Los investigadores prefieren trabajar individualmente y esto dificulta la investigación interdisciplinaria. Por esta razón, hemos desarrollado una serie de encuentros entre diferentes áreas para detectar puntos de unión y de interés de los investigadores; hemos desarrollado también programas de consultoría académica o de investigación y tenemos un programa interesante que es el programa Universidad – Empresa. En esta escasez de recursos tenemos que buscar un compromiso tanto de la empresa pública como de la empresa privada para apoyar la investigación. El programa Universidad – Empresa busca combinar la docencia con la investigación y generar un acercamiento con la empresa; es un programa que la Universidad ha venido desarrollando desde hace algunos años. En nuestros programas de magíster hemos tenido cerca de 600 estudiantes que, paralelamente a su formación académica, han desarrollado trabajos con la industria, que sirven para identificar temas de interés y generan además algunos fondos para la investigación.

En lo que respecta a las áreas estratégicas de investigación, a las que hacía referencia anteriormente, las hemos agrupado bajo la denominación de Compromiso con Colombia. La primera área es la de *Educación y Tecnología*, de interés para nuestros profesores, particularmente de los departamentos de Ingeniería Industrial, Ingeniería de Sistemas, Física y Matemáticas. El segundo tema, mencionado tanto por el Rector de la Nacional como por el Ministro del Medio Ambiente, es el del *Medio Ambiente*, en el cual se ha conformado un grupo de trabajo donde colaboran las facultades de Ingeniería y Administración, en producción limpia, y el departamento de Ciencias Biológicas, en biodiversidad. En esta área hemos desarrollado un programa denominado "Misión Verde", que reúne la parte docente y la parte investigativa. El tercer tema, es el de *La Corrupción*, hemos logrado integrar los esfuerzos de cuatro facultades y del Centro Interdisciplinario de Estudios Regionales (CIDER), apoyando el programa presidencial de lucha contra la corrupción. La cuarta área, en la cual estamos trabajando, es la de *Regulación* y envuelve el trabajo de las facultades de Ingeniería, Economía y Derecho; en este momento, en el cual se están privatizando muchas entidades, el tema de la regulación es absolutamente fundamental para lograr un servicio equitativo y adecuado. La quinta es un área que solamente incluye a ingeniería, pero en la cual se busca integrar los esfuerzos que desarrollan otras facultades, en tres subtemas la *infraestructura de la competitividad, el medio ambiente para el desarrollo*, y la *tecnología de información para la productividad*. A estas cinco áreas les hemos venido dedicando nuestros esfuerzos, particularmente en este año, y hemos buscado motivar a nuestros investigadores.

La gran incógnita es la correspondiente a las fuentes de financiación. La primer fuente es la consultoría académica, pero los temas son naturalmente los de interés para la entidad contratante, y se limita así el ámbito del investigador.

La segunda, la constituyen los proyectos y convocatorias, a nivel nacional e internacional, que abren espacios de trabajo interesantes pero tienen la misma limitación de la primera fuente. Por eso es necesario tener un Fondo de Investigaciones para poder seleccionar temas de interés para el país y para los investigadores, y desarrollar líneas continuas de trabajo. Colciencias debería jugar un papel muy importante en el fortalecimiento de estos fondos. En los Andes, como lo han hecho otras universidades, movilizamos recursos y creamos un fondo, propio de la universidad para financiar investigaciones en las áreas prioritarias seleccionadas y que tengan el componente de la interdisciplinariedad. ¿Qué estamos buscando con eso? tener un capital semilla, en términos de investigación, para poder presentar en el futuro algunos de esos programas a entidades que puedan financiar esas líneas de investigación. Ha sido un esfuerzo muy grande el que hemos hecho en estos dos últimos años, con las restricciones de una universidad privada, pero los esfuerzos han sido plenamente recompensados, pues hemos mantenido el interés de nuestros investigadores y hemos logrado que continúen con investigaciones. Tal vez lo fundamental, aunque no ha sido fácil en el ambiente académico de la universidad, fue crear la conciencia de la investigación interdisciplinaria, de promoverla primordialmente a través de centros de investigación que trabajan como centros virtuales y reúnen investigadores que tienen interés en determinados temas, y que al sumar sus conocimientos, generan programas y proyectos muy interesantes.

La universidad colombiana tiene un reto muy grande en el futuro, porque con el desarrollo tecnológico tan amplio y tan rápido de los últimos años, es imprescindible tener un carácter propio y unas líneas de investigación apoyadas en el conocimiento, para no seguir rezagados en esta carrera tecnológica. Además de los contactos que las universidades tenemos en el exterior para realizar algunos proyectos de investigación, es fundamental estrechar los contactos entre las universidades nacionales. Con la universidad con la cual tenemos contactos más estrechos, aunque insuficientes, es con la Universidad Nacional, y el establecimiento de grupos de las dos universidades, y de otras universidades interesadas, que obviamente serían bienvenidas, podría llevar al desarrollo de investigaciones más relevantes y mucho más importantes para el desarrollo de Colombia.

3.4 CIENCIA PARA NUESTRO PUEBLO

Eduardo Aldana Valdés*

Santiago Ramón y Cajal, el Premio Nóbel español de medicina y fisiología en 1906, dijo alguna vez, probablemente a principios de este siglo: *"Al carro de la cultura española le falta la rueda de la ciencia"*. Traigo a colación esta frase porque la cultura colombiana adolece de lo mismo, y para enfatizar que la ciencia, y su hija moderna, la tecnología, hacen parte de la cultura de cualquier grupo social.

De manera similar, el desarrollo científico y tecnológico es parte del desarrollo general de un pueblo, y no es posible el primero sin el segundo, esta última afirmación me obliga a hacer explícito mi concepto de desarrollo. En la ponencia que me correspondió presentar en el panel sobre Educación y Desarrollo en el reciente Congreso Nacional de Educación Superior, afirme, siguiendo a Manfred Max-Neef, Antonio Elizalde y Martín Hopenhayn[1] en su estudio titulado Desarrollo a Escala Humana, que para mí, como seguramente para muchos de Ustedes, el desarrollo se refiere a las personas y no a los objetos. Por consiguiente, como los autores citados lo argumentan, *"el mejor proceso de desarrollo será aquél que permita elevar más la calidad de vida de las personas*, determinada por *las posibilidades que tengan éstas para satisfacer adecuadamente sus necesidades humanas fundamentales"*.

Estas reflexiones los llevan a dos postulados, primero, las necesidades humanas fundamentales son finitas, pocas y clasificables; y segundo, son las

---

* Ingeniero Civil de la Universidad de los Andes y de la Universidad de Illinois, Ph.D en Sistemas Urbanos del Instituto de Tecnología de Massachusetts, profesor y ex-rector de la Universidad de los Andes, ex-director de Colciencias, ha sido Gobernador del Tolima, fue miembro de la Misión Ciencia, Educación y Desarrollo y Coordinador de la Misión para el Desarrollo de la Educación Superior.

1 Desarrollo a Escala Humana: una opción para el futuro, Development Dialogue, Número especial 1986, Fundación Dag Hammarskjold.

mismas en todas las culturas y todos los períodos históricos. Lo que cambia, a través del tiempo y de las culturas, es la manera o los medios para la satisfacción de esas necesidades. La utilización de un criterio axiológico, los lleva a identificar las siguientes nueve necesidades humanas fundamentales: *subsistencia, protección, afecto, entendimiento, participación, creación, recreación, identidad y libertad.*

Cada necesidad puede ser satisfecha –o más apropiadamente realizada o vivida– a niveles diferentes, con distintas intensidades, en varios contextos y por diferentes medios o satisfactores. Los satisfactores son todas las formas de ser, estar, hacer y tener que contribuyen a la realización de las necesidades humanas, incluyen formas de organización, estructuras políticas, prácticas sociales, valores, normas, espacios, contextos, comportamientos y actitudes. Una necesidad se vive por medio de diferentes satisfactores o de sus combinaciones, y el no poderla realizar conduce a patologías sociales.

En esa misma ponencia, intenté destacar la similitud entre esta propuesta y la respuesta del Premio Nóbel de Economía Amartya Sen[2] a su pregunta *"igualdad, ¿de qué?"*. Su preferencia es la *potencialidad*, que define como el resultado de la libertad sin restricciones de un individuo para lograr los funcionamientos que valora. Los funcionamientos apreciados pueden abarcar desde cosas tan elementales como estar bien nutrido o tener buena salud hasta realizaciones más complejas como ser feliz, tener dignidad o participar en la vida comunitaria. Mi interpretación es que las necesidades humanas fundamentales definidas por Max-Neef y sus compañeros son, por lo menos parte y quizás la más importante, de los funcionamientos que valoramos, según el enfoque de Sen.

De cualquier manera, sea que aceptemos que el desarrollo se refiere a la potencialidad de las personas para realizar o lograr las necesidades humanas fundamentales, o que se manifiesta en la libertad de hecho, real, que éstas tienen para seleccionar los funcionamientos que valoran, es indiscutible que Colombia está lejos, por la desigualdad existente, de haber alcanzado un adecuado nivel de desarrollo. Pero, lo más preocupante, dado que las

2 Nuevo examen de la desigualdad, Alianza Económica,1995, Madrid, e Inequality Reexamined, Oxford University Press, 1992, Oxford, principalmente. Se usaron ambas versiones cuando no se encontró adecuada la traducción de algún término. Por ejemplo, en la versión en español se traduce capability como capacidad. Es obvio que si Sen hubiese querido significar capacidad hubiese utilizado el término capacity en inglés. Por esta razón aquí se utiliza el término potencialidad que parece captar mejor el significado que le da el autor.

entidades de Educación Superior de calidad –las mismas que hacen ciencia y tecnología– centran su atención en los pocos que, por su talento y formación previa, logran acceder a sus servicios, sería que de esa manera se está contribuyendo a ampliar la desigualdad. Agravada la situación porque, al ser el conocimiento una producción fundamentalmente social, como bien lo destacó el Rector Moncayo, se presenta un enorme distanciamiento entre los saberes académicos y los saberes populares y autóctonos. Cristovam Buarque[3], un destacado universitólogo brasileño, puso el dedo en la llaga, hace casi una década, al denunciar la existencia de intereses diferentes y aún antagónicos entre los universitarios y los de la mayoría de la población.

La anterior afirmación es probablemente bastante antipática en un panel que se lleva a cabo en la institución que más ha apoyado la tarea científica y tecnológica en la nación y ante el rector de otra universidad igualmente comprometida con esa finalidad. Tampoco deja bien parado a quien la presenta y quien se ha pasado más de 40 años en actividades relacionadas con ese quehacer. Pero nuestra responsabilidad es la de reconocer los hechos y reflexionar sobre las maneras de contribuir al desarrollo general del país. En este sentido, las entidades de Educación Superior interesadas en el desarrollo científico y tecnológico deben asumir un compromiso genuino con la búsqueda de una igualdad real de oportunidades y para ello pueden explorar diversos caminos como los siguientes:

PRIMERO

Multiplicar varias veces su matrícula estudiantil con el fin ofrecer la oportunidad de una educación de calidad a un porcentaje apreciable de la juventud. Actualmente la cobertura de la Educación Superior en el país es de aproximadamente un 15%; las entidades a que nos venimos refiriendo probablemente tienen menos de un tercio de la matrícula total a este nivel. Ese cubrimiento tan bajo no estimula la popularización de la ciencia y la tecnología –o endogenización, como la denominó la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo[4]– ni permite que el esfuerzo científico se articule con el desarrollo social, como ya se ha afirmado.

La ampliación de matrícula, en momentos de estrechez económica, puede hacerse de varias maneras y corresponderá a cada entidad escoger la que considere más apropiada. Solamente se mencionarán dos, a título de simples

3 *Navegando sobre los Cambios: La Educación en la Universidad Brasileña*, Educación Superior y Sociedad, Vol. 1, No. 2 , CREALC, Caracas, Julio - Diciembre 1990.

4 Colombia: Al filo de la oportunidad, COLCIENCIAS, Bogotá, 1995.

ejemplos. La primera es por medio de las nuevas tecnologías educacionales como la tele-informática y los multimedios. Comprendo la resistencia que encuentra, hoy en día, una propuesta de este tipo en el medio académico; yo mismo, en mis primeros pasos con estas herramientas, he tenido mis dudas cuando veo lo difícil que es abandonar lo que se aprendió a hacer bien a lo largo de toda una vida por algo que no se sabe manejar. Pero varias de las más prestigiosas universidades en Europa, Estados Unidos y el resto del mundo están adoptando estos enfoques y bien pronto competirán por nuestros estudiantes en nuestro propio país. La segunda es por convenios estables y duraderos con universidades o entidades tecnológicas en las diversas regiones colombianas. Estas últimas podrían ofrecer los primeros 4 a 6 semestres de ciertas carreras que no requieren a esos niveles ni laboratorios ni profesorado especializado, y transferir sus estudiantes a las universidades a que nos venimos refiriendo para los semestres finales que sí requieren profesorado y laboratorios exigentes.

SEGUNDO

Comprometer a los profesores y estudiantes, intelectual y afectivamente, con la suerte de los más desprotegidos, por medio de vigorosos programas de investigación y proyección social en temas relacionados con la problemática de esos sectores y regiones, articulando cada vez más estrechamente estas actividades con la docencia, como lo propuso acertadamente el Rector Angulo. Parece casi paradójico, pero cuando repaso mi lista de académicos residentes en el país y ampliamente reconocidos por la comunidad internacional, encuentro que la mayoría son o han sido expertos en asuntos cruciales para el desarrollo nacional. Esos programas deben ser parte de un proyecto institucional con una clara orientación ética, cultural y social, hondamente compartido por la respectiva comunidad académica. Esa fue la razón del éxito notable de la Escuela Nacional de Minas de Medellín en la primera mitad de la centuria que termina. A pesar del tiempo transcurrido, todavía encuentro aleccionadoras las palabras de su primer Rector, don Tulio Ospina, pronunciadas al iniciar tareas en 1888[5]:

> "Habré de concretar mis palabras a un punto al parecer extraño a la ocasión, pero cuyo estudio debe hacerse antes de dar principio a las tareas escolares, porque su influencia es decisiva en el porvenir de los alumnos que entran a cursar en la Escuela, y en los beneficios que de ella se promete el país: hablo del carácter del minero... El minero necesita ser de carácter valeroso, de ánimo sereno y de indomable energía... el minero antioqueño necesita ser sobrio, económico y ordenado. Ninguna industria se presta tanto al fraude como la minería porque en ella el público aventura su capital sobre la palabra del experto; y la honradez ha de ser la primera cualidad del Ingeniero de Minas".

5 En Mayor Mora, Alberto, Ética, trabajo y productividad en Antioquia, Tercer Mundo, Bogotá, 1989.

No me extraña que los tiempos modernos estén redescubriendo la importancia de la ética y la cultura para el desarrollo. Como ejemplo, la afirmación de Robert Solow, otro Premio Nóbel en Economía, al comentar un libro reciente que intenta explicar por qué unos países son tan ricos y otros tan pobres[6]:

> "Quien piense que el éxito económico de una sociedad es independiente de sus imperativos morales y culturales, está totalmente equivocado".

TERCERO

Establecer sólidos programas de asimilación crítica del conocimiento universal orientados a captar la ciencia y la tecnología, que permitan resolver con conocimientos avanzados nuestros viejos problemas económicos y sociales. Una rápida revisión de la práctica de la ingeniería en el siglo y medio que tiene de existencia como profesión en Colombia, revela que ésta, la mejor consolidada de las disciplinas con raíces científicas en nuestro país, debe mucho de su progreso a la excepcional capacidad de los ingenieros colombianos para asimilar con rapidez los adelantos tecnológicos del exterior. Sin embargo, casi siempre la dinámica de este proceso provino de las fuerzas del mercado o de la iniciativa individual y no de la existencia de programas con este propósito ni de las políticas que los promovieran.

La afirmación anterior requiere hacer una disquisición antes de presentar la última sugerencia. Un documento reciente[7] define la tecnología como:

> "La innovación humana en acción. Incluye la generación del conocimiento y los procesos necesarios para desarrollar sistemas que resuelvan problemas y extiendan las capacidades del ser humano".

Estamos lejos de los tiempos de Francis Bacon (1561-1626) pero muy cerca de su concepto sobre el propósito de la ciencia que, según él, *"no era otro que el de enriquecer la vida del ser humano con nuevos descubrimientos y poderes"*. Este controvertido pensador se nos presenta hoy en día como uno de los más importantes profetas de la tecnología y de la ciencia organizada. Su afirmación, *"el conocimiento es poder"*, es tan moderna que parece sacada de una revista

6 Landes, David S., The Wealth and Poverty of Nations, Norton, New York, 1998.
7 International Technology Association, Technology for All Americans: A Rational and Structure for the Study of Technology, Reston, VA, 1996.

científica contemporánea. Su ensayo inconcluso, La Nueva Atlántida[8], escrito en 1624 con el fin de rebatir la creencia predominante en su tiempo sobre la naturaleza no utilitaria de la ciencia, ha sido considerado como el punto de partida de la moderna tecnología y como un diseño idealizado de un sistema eficaz para producir conocimientos e impulsar el desarrollo tecnológico.

En la forma de una novela de aventuras de su época, describe el desconocido reino de Bensalem al que llegan, por accidente, unos navegantes que parten del Perú hacia el Japón. Los navegantes son enterados de los grandes conocimientos científicos del reino en disciplinas equivalentes a la medicina, la botánica, la biología, y la genética y la física de nuestro tiempo, y de su uso, en productos y artefactos, para el beneficio de sus habitantes. Pero, lo realmente notable es la organización que había logrado tan destacado progreso. Su punto focal era una asociación denominada la *Casa de Salomón*. Dirigida por un hombre sabio, era *el ojo del reino*, tenía como finalidad *el conocimiento de las causas, y los movimientos secretos de las cosas* y empleaba para ese propósito varios grupos de personas. El primero, integrado por los denominados *Mercaderes de la Luz*, tenía por función enviar a sus miembros a otros países para traer de ellos libros, documentos, manufacturas, inventos y patrones experimentales. Otros grupos complementaban ese trabajo:

- *Los Depredadores*, quienes debían desentrañar y evaluar los conocimientos traídos al reino.
- *Los Magos*, encargados de extraer y organizar los experimentos de las artes mecánicas y de las ciencias liberales.
- *Los Mineros*, que diseñaban nuevos y prometedores experimentos.
- *Los Compiladores*, con la función de organizar los conocimientos proporcionados por los cuatro grupos anteriores, de tal forma que se facilitara su estudio posterior.
- *Los Benefactores*, que examinaban el trabajo de sus compañeros en los otros grupos y debían extraer de ellos nuevos conocimientos.
- *Los Faros*, encargados del llevar a cabo estudios más profundos a partir de los trabajos de los demás, y decididos en consulta con ellos.
- *Los Inoculadores*, que realizaban el trabajo experimental y documentaban los resultados.
- *Los Intérpretes de la Naturaleza*, encargados de producir teorías generales a partir de los hallazgos experimentales.

8 The complete essays of Francis Bacon, Washington Square Press, New York, c1963.

La *Casa* de Salomón también contaba con aprendices para reemplazar a su debido tiempo a los miembros de los grupos, con un museo de inventos notables y con una galería para recordar a los grandes inventores del pasado y del presente. No es de extrañar que esta organización dotara a los habitantes del reino de Bensalem de la capacidad de construir torres de media milla de altura, de volar y de disponer de submarinos. Lo que sí sorprende es que otra isla, el Japón, hubiese adoptado un sistema similar para su acelerada industrialización, más de 300 años después.

Cerremos el paréntesis. El destacado investigador colombiano, Rodolfo Llinás, al notar el reducido número de científicos con que cuenta el país[9] (Sólo el 1% de los científicos del mundo son latinoamericanos, y de éstos sólo el 1% son colombianos), afirma:

> "Para tener una mas crítica que impulse el desarrollo, Colombia requeriría actualmente cerca de 36.000 científicos e ingenieros altamente entrenados y calificados."

Al unir la utopía de Bacon con la aspiración de Llinás, surge una interesante inquietud: para superar el atraso industrial del país y acelerar la transición hacia una economía basada en la manufactura y en el conocimiento, que facilitara la superación de las condiciones de miseria de tantos millones de colombianos, ¿no sería aconsejable concentrar el esfuerzo de los programas de formación de ingenieros y científicos, estrictamente durante la próxima década, en la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico, y aprovechar sistemáticamente los logros del 99.99% de la investigación y el desarrollo tecnológico realizados por fuera de nuestras fronteras?

CUARTO

Diseñar o apoyar audaces programas para la formación, al nivel de la educación superior, de campesinos y marginados en las ciudades. Me referiré únicamente a la formación de los campesinos. A estos se les ofrece, por razones largas de explicar, una educación de segunda clase que se trata de compensar con programas de transferencia de tecnología. El lenguaje utilizado refleja cierta concepción paternalista y de asistencia a minusválidos: por ejemplo, se habla del paquete tecnológico que se les entrega y no de las oportunidades que se les ofrecen de aprehender nuevos conocimientos. Los resultados son los obvios: las únicas posibilidades que encuentran los campesinos cuando emigran hacia las ciudades se relacionan con los oficios peor remunerados, y aquellos que se quedan en el campo desarrollan una marcada dependencia en una asistencia técnica poco efectiva para manejar sus problemas de producción, gestión y mercadeo.

9 *El Reto*, en Colombia: Al filo de la oportunidad, COLCIENCIAS, Bogotá, 1995.

Estas concepciones contrastan con los enfoques utilizados en otros países que tuvieron por finalidad profesionalizar a los jóvenes nacidos en las zonas rurales. Tal fue el caso en los Estados Unidos con la fundación, hacia 1860, de las grandes universidades en cada estado que se localizaron en pequeños pueblos con la función de adelantar programas de estudio e investigación en agricultura y mecánica para los habitantes de las áreas circunvecinas. Por supuesto, un alto porcentaje de los campesinos se formaron como profesionales y muchos de los que emigraron, ya en este siglo, lo hicieron en esta condición, agregando valor a las ciudades en donde se radicaron. Este ejemplo, y el de otros países industrializados, movió a la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo a proponer que en cada región con características homogéneas, dentro de cada departamento, se creara un Instituto de Innovación Regional. Actualmente hay varias iniciativas de este tipo, aunque no todas como resultado de la propuesta o con el nombre que les asignó la Misión. La iniciativa a la que me encuentro vinculado, en mi tierra natal, Purificación, pretende crear una entidad que se desempeñe en tres ámbitos complementarios:

Como un centro de estudios, encargado de identificar nuevos negocios, rentables y atractivos para los jóvenes de la región, y ambientalmente sostenibles. Intuimos que los negocios rentables requieren mercados más amplios que los locales y que aquellos atractivos para la juventud de nuestro tiempo deben basarse en la ciencia y la tecnología modernas.

Como una entidad de educación superior de carácter tecnológico y que funcione básicamente como una entidad virtual, apoyada en convenios con otras entidades de educación superior, de educación para el trabajo y de investigación, en el país y en el exterior, para ofrecer a los habitantes de su área de influencia la oportunidad de aprovechar los posibles nuevos negocios.

Como un foro comunitario de reflexión, de construcción de sentidos y compromisos, y de movilización de la participación de la comunidad en asuntos de importancia para el desarrollo de la respectiva región, como la educación básica y la gestión municipal.

Ojalá las anteriores sugerencias estimularan en nuestras universidades unos diálogos constructivos alrededor de los requisitos sociales necesarios para el desarrollo científico y tecnológico. Presiento que se requiere de un cambio profundo en la forma como lidiamos con la desigualdad y que éste quizás empezará cuando los universitarios nos decidamos –si ya no lo estamos haciendo– a hacer más ciencia para, y con, nuestro pueblo y menos para seguir los derroteros establecidos por la comunidad científica internacional.

3.5 DISCUSIÓN

Sesión de preguntas (P), respuestas (R) y comentarios (C)

(P) Participante. ¿Cuál es la finalidad de las maestrías o doctorados que investigadores y estudiantes están realizando en el exterior? ¿Qué vamos a hacer con esos expertos? Pienso que el estar haciendo investigación al nivel internacional, de pronto no puede ser muy conducente para entrar a satisfacer las grandes necesidades de Colombia, entonces, ¿cómo se puede orientar la Ciencia, la Tecnología y el desarrollo al servicio del país?

(R) Dr. Aldana. Hoy en día tratar de separar la Ciencia y la Tecnología es bastante difícil, hasta aproximadamente la última mitad de este siglo, la Tecnología iba muchas veces por delante de la Ciencia y es bien conocido que las invenciones de la máquina de vapor o la radio no tuvieron una base científica. Algunos sugieren que la creación de la bomba atómica determinó un cambio de dirección, puesto que fue el resultado de un largo proceso de investigación científica en el átomo y sus propiedades; después de este evento es muy claro que la ciencia se coloca por detrás de la tecnología, y empieza un proceso de simbiosis entre las dos, porque la ciencia produce tecnología, pero ésta facilita el desarrollo de la ciencia, entonces es casi imposible separar la una de la otra.

Respecto al objetivo de las investigaciones, se pueden escoger los problemas a investigar señalando como problema algo que uno siente que falta o algo que uno quisiera lograr, también se pueden definir los problemas a partir de las disciplinas, así mismo es posible investigar en temas trabajados por colegas internacionales, o definir los problemas de interés a partir del examen de la realidad nacional. Yo creo que hemos invertido mucho esfuerzo en los problemas planteados exclusivamente por la disciplina y es hora de que pasemos con mucha mayor fuerza a los problemas planteados por nuestra realidad. Por ejemplo, si yo encuentro que en el país hay personas desnutridas, enfermas, pobres e ignorantes, puedo plantear estas condiciones como problemas (que yo defino siempre y son creaciones de mi mente, porque yo soy el que encuentra que ahí hay un distanciamiento con una situación ideal). Para resolver estos

problemas es importante contar con investigadores de excelencia, formados en las diferentes áreas del conocimiento, pues se necesita el concurso de muchas disciplinas.

(P) Participante. En el congreso que se realizó recientemente sobre Educación Superior ¿se plantearon algunos lineamientos frente a la contribución de la Educación Superior al desarrollo científico y tecnológico? Con relación a las propuestas de reforma a la ley 30, ¿hay puntos específicos que conduzcan a tener una legislación en Educación Superior, que permita un desarrollo científico y tecnológico mucho más coherente y democrático para nuestro país?

(R) Dr. Moncayo. Mi participación en el Congreso de Barranquilla fue breve. Lo único que puedo decir es que cuando se organizó este evento y se definieron las líneas temáticas, una de ellas precisamente fue la de Ciencia y Tecnología, en la cual intervino el Dr. Aldana; la segunda línea tendiente a definir los compromisos de la Educación Superior y la Nación, y la tercera fue la temática de las políticas públicas.

Sobre la segunda pregunta, la decantación de las líneas centrales de lo que se ha llamado la Reforma de la Ley 30 del Sistema de Educación Superior, a mi manera de ver, todavía es muy limitada. Hasta el momento ha habido mesas, eventos, movilizaciones, foros, etc., pero creo que se entrecruzan muchos aspectos: la organización misma del sistema, la tipología de las instituciones dentro del mismo, la problemática de la financiación, los problemas de cobertura y equidad, etc. Un ejemplo de ésto es que en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología hay muchas discusiones sobre el tipo de líneas de investigación que el Estado patrocina, pues hay ausencia de organización programática. Ante la ausencia de un plan y de unas políticas al nivel nacional sobre la materia, tan sólo se analiza cada tema aisladamente y no dentro de una estrategia global, que permita reconocer las prioridades del país. Por eso yo creo que las universidades aportamos, al dar un ejemplo de cómo organizar los recursos para unos fines concretos, específicos, prioritarios y estratégicos.

Otro tema es el reconocimiento del soporte que debe dársele a la actividad investigativa en el mundo de la educación, especialmente en las universidades. Esto ha generado una controversia bastante aguda y a veces álgida, que tiene que ver con la apreciación de lo que hacemos y de cómo mostramos resultados de nuestro quehacer. Las tendencias de valoración se orientan más a lo cuantitativo, que evidentemente tiene importancia, pero que conduce a olvidar lo cualitativo. Por ejemplo, como consecuencia de lo que ha ocurrido en los últimos años, en cuanto a los cambios producidos en el Sistema de Educación Superior, es evidente la proliferación indiscriminada de programas de baja calidad en instituciones de Educación Superior, en detrimento de la actividad investigativa y del quehacer del conocimiento. Infortunadamente lo anterior

está determinado también por otras causas, razones de financiación, de mostrar rápidamente resultados, de cobertura, etc., como si eso pudiera plantearse independientemente del rigor, de la seriedad y del soporte que la actividad de formación supone.

Pese a lo anterior, también hay universidades como la Universidad de los Andes, que nos enseña cómo hay que obrar en esa materia, con mucho rigor y seriedad, con prudencia, y no cediendo a las tentaciones mercantiles. La Universidad de los Andes podría parecer modesta desde el punto de vista cuantitativo, pues sólo tiene dos doctorados; pero por el contrario este número está indicando el rigor de la universidad, no su deficiencia o su falta de audacia. Ofrecer doctorados no es simplemente un problema de formular un programa, sino que se necesita una trayectoria, una producción y un acumulado en investigaciones, de allí la importancia de los grupos de investigación.

(C) Dr. Aldana. Al hablar de la legislación siempre recuerdo que en nuestro medio existe una tensión creativa bastante interesante entre ley y cultura, que ha sido ampliamente discutida por el ex-rector de la Universidad Nacional Antanas Mockus. Los economistas institucionalistas han mostrado que las instituciones son las reglas del juego, y que hay reglas del juego formales e informales; al cambiar las formales, sin cambiar las informales, el comportamiento de la gente sigue siendo el mismo. Las informales están muy ligadas con el concepto de cultura; en este sentido yo me acerco mucho a Rousseau, quién decía que la única ley que cuenta es la que está grabada en el corazón de los hombres. Entonces, yo prefiero primero cambiar nuestras costumbres, sensibilizarnos sobre los grandes problemas nacionales, y estimular la lucha permanente que tienen las buenas universidades en la búsqueda de la excelencia, y después preocuparnos, en segundo lugar, por los cambios en las leyes, porque simplemente cambiando las leyes no se van a volver mejores las universidades.

(P) Participante. Dr. Moncayo, en su exposición ha dejado ver que el científico no es más que un portavoz de la herencia social de sus antecesores. Entonces, ¿qué hace la Universidad para liberar el conocimiento científico e incorporar esos saberes al desarrollo de la Ciencia?

(R) Dr. Moncayo. Lo que yo quise transmitir es la importancia de la formación de investigadores. Es una visión un tanto estructural en el sentido de que uno se aproxima al conocimiento científico a través de la labor y los resultados que presentan unos sujetos, lo que es válido no solamente para las ciencias, sino para otros campos. Sin embargo, yo privilegio las prácticas sociales a los agentes, a los portadores y a los sujetos. Por ejemplo yo puedo decir que Einstein fue una personalidad genial, pero a pesar de ese elemento de genialidad, más allá de esa individualidad, están involucradas una realidad social, y unas prácticas sociales del saber y del pensar. Alguien dijo que uno no puede pensar

sino lo que su tiempo le permite pensar, no se puede conocer sino lo que su tiempo histórico le permite conocer.

Es posible reconocer nuestras limitaciones en ese aspecto, como sujetos en cualquier campo, somos agentes portadores de unas estructuras y unos procesos. Ese reconocimiento es importante en nuestros medios académicos, porque vivimos de las individualidades, no solamente de las individualidades humanas, sino de las individualidades de grupo. En la medida en que haya oposición, característica prácticamente esencial, entre sujetos, grupos y unidades en relación con lo que hacen, a pesar de todos los problemas que eso plantea, será posible trascender y plantearnos soluciones más allá de los sujetos.

Yo pienso que en nuestras universidades es fundamental anteponer a los intereses particulares la valoración social del conocimiento, hay que caminar en esa dirección y deponer los compartimentos individuales y unidisciplinarios. Infortunadamente los esfuerzos que se hacen sobre lo interdisciplinario o transdisciplinario tienen muchos enemigos, los mismos agentes de las disciplinas; empezando por su jerga, su discurso, su manera de concebir y expresar las cosas, pues no encuentran una forma fácil de comunicación con el otro, y consideran que lo suyo es superior a lo de los demás.

Creo que al poder generar campos de confluencia, le hacemos un gran favor a nuestras instituciones académicas y podemos, de alguna manera, responder de una forma más eficiente a las necesidades sociales. Lo ideal sería llegar a unas conjugaciones de unidad sin demeritar el trabajo individual de cada quien o los afectos, que también existen en el terreno de la Ciencia.

(P) Participante. Hay desempleo al nivel de profesores y es necesario aumentar el cubrimiento a la población que quiere estudiar en la universidad. Entonces, Dr. Moncayo, ¿por qué ha sido tan tímida la labor de la Universidad Nacional? ¿Por qué la Universidad Nacional no ha abierto programas a distancia y los ha extendido hasta las regiones más alejadas del país?

(R) Dr. Moncayo. Su pregunta involucra muchos aspectos, y es de difícil respuesta. Interiormente estamos haciendo un trabajo para alcanzar la utilización eficiente de todos nuestros recursos. Por ejemplo, se ha venido realizando un trabajo, desde hace más o menos un año, sobre la identificación de nuestros recursos físicos que nos permitió concluir que no tenemos necesidades locativas, más bien carecemos de locales apropiados para ciertas actividades, y de algunos instrumentos tecnológicos.

Desde el punto de vista de nuestros recursos humanos reconocimos que tenemos problemas en la apreciación objetiva de la utilización de nuestros recursos docentes, actualmente estamos reuniendo y analizando esa información. Cuando nos han contrastado con los recursos humanos de otras universidades, hemos salido bien librados, no solamente en términos de rigor, sino en términos de productividad, aunque también tenemos defectos y deficiencias. Sin embargo, eso se cruza con otra realidad que resulta molesto advertir, y es el problema del reconocimiento económico que se da a personas dedicadas a la actividad académica, problema que también está latente en otros niveles de la educación.

Por lo tanto se podría decir, si hay locales y si hay recursos, seguramente podríamos imitar lo que hacen otros muchos, pero pensamos que desde un punto de vista cualitativo debemos tener suficiente prudencia y vigilancia sobre lo que ofrecemos. No se trata simplemente de llenar aulas de profesores y estudiantes, sino de saber cuáles son la pertinencia social y el efecto real que van a tener los programas de formación que se ofrecen. Es importante tener el valor de reconocer lo que no es esencial, desechando las tentaciones y las demandas que muchas veces no corresponden a las necesidades del país.

Infortunadamente muchas veces en el CESU, al discutir la apertura de un programa en cualquier lugar del país, inclusive a cargo de instituciones estatales, se hace sin pensar cuanto cuesta o para qué sirve socialmente, ni se piensa en otras instituciones que con menores esfuerzos, teniendo ya unos elementos de base, podrían hacer eso de una mejor manera pero que no reciben el apoyo suficiente para hacerlo.

Yo diría que la Universidad Nacional sí tiene que comprometerse en la educación a distancia, pero primero tiene unas exigencias que satisfacer para poder avanzar en ese sentido. Los esfuerzos en que se ha comprometido la universidad últimamente han estado enfocados, no solamente a ampliar nuestros programas, sino a diversificarlos, reuniendo la información, analizándola y buscando de qué manera puede utilizar mejor los recursos con que cuenta o cómo podría demandar recursos adicionales para esos fines.

(P) Felipe Chávez, Universidad Piloto de Colombia. A pesar de que la universidad en su esencia para ser universidad, debe realizar actividades de docencia, de investigación y de proyección social, me parece a mí que si la investigación se concentra en una élite de universidades, difícilmente se creará un verdadero capital social, o un impacto significativo de la Ciencia y la Tecnología en el desarrollo nacional y en consecuencia, también difícilmente se logrará un proyecto de país que nos impulse hacia un adecuado nivel de competitividad. Entonces, ¿se está haciendo algo para asegurar que todas las universidades desarrollen actividades relacionadas con la investigación?

(R) Dr. Moncayo. Yo creo que el país necesita tantas cosas que verdaderamente hay un campo de acción para todas las Instituciones de Educación

Superior que quieran hacer las cosas bien, ya sean universidades de docencia o universidades de investigación.

Recientemente asistí a un seminario en Estados Unidos, allá hay 5.000 Instituciones de Educación Superior y solamente hay 150 Universidades de Investigación. Eso no quiere decir que las 4.850 Instituciones no estén desarrollando una labor muy importante. Yo no creo que se descalifique a las universidades que no hacen investigación *per se;* pueden existir excelentes universidades de docencia, en Colombia seguramente las hay. En otros países hay carreras de cuatro años de un nivel altísimo, en universidades que no se preocupan en lo más mínimo por la investigación y se dedican exclusivamente a la docencia. Yo creo que hay nichos especializados para cada institución, que pueden llenarse con calidad. Evidentemente la decisión de si una universidad hace investigación o no, es una decisión propia, nadie la va a imponer. Entonces cada cual puede escoger su modelo y mediante ese modelo dar el mejor servicio posible a la comunidad.

REFLEXIONES DE LOS ACADÉMICOS

Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*

Presentación:
Carlos Corredor

Ponencias:
Moisés Wasserman
José María Rincón
Inés Bernal de Ramírez
Luis Eduardo Mora Osejo
José Lozano
Carlos Corredor
Orlando Rangel

* La Academia dedicó la sesión del mes de mayo de 2000 a la reflexión sobre el tema de la ciencia y la tecnología.

Presentación

La Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales decidió hacer un debate acerca del papel que puede jugar para fortalecer la Ciencia y la Tecnología en el país. La reunión tuvo lugar el 3 de mayo de 2000 y contó con la presencia de un número importante de académicos que respondieron desde su propia visión a la pregunta planteada. Se hicieron presentaciones que dieron lugar a un intercambio posterior de opiniones entre los conferencistas y los asistentes. A pesar de que la temática tratada fue bastante diversa, se puede concluir que en todos los casos las presentaciones se centraron en aspectos concretos a través de los cuales la Academia puede cumplir el papel que la ley le ha dado.

Don Moisés Wasserman, vicepresidente de la Academia, recopiló en su ensayo argumentos para sustentar la importancia de hacer investigación científica en Colombia. Reflexiona sobre la apatía con la que el tema es abordado por quienes planifican la actividad nacional y plantea razones por las cuales sí es importante investigar en nuestro país, apoyado en motivos económicos, sociales, culturales y políticos. Discutió en forma general cuál puede ser y ha sido el aporte de la investigación científica en Colombia y planteó la hipótesis de que a los países desarrollados también les interesa que los subdesarrollados investiguen y generen una capacidad científica significativa que les permita ser auténticos socios e interlocutores en el mundo global que perseguimos.

Don José María Rincón reflexiona sobre la manera como la ciencia y la tecnología deben trabajar unidas para el desarrollo. Considera que es necesario que la Academia, la Universidad y el sector productivo trabajen de consuno para permitir que la investigación básica tenga la posibilidad de concretar procesos o productos que puedan ser comercializados. Sugiere que la Academia debe apoyar la búsqueda de estímulos económicos para que el Industrial entre en la carrera del desarrollo tecnológico y cree que sería importante que a las empresas de cierto tamaño se las obligara a tener su propio departamento de Investigación y Desarrollo.

Doña Inés Bernal de Ramírez hizo una síntesis de los problemas detectados en el Comité de Educación de la Academia y de las soluciones que se han propuesto para superarlos. Entre los problemas, destaca el poco prestigio social y compensación económica que tiene el maestro, lo que hace que las licenciaturas no sean apetecidas por los mejores bachilleres; que las facultades de educación se centren más en pedagogía que en los contenidos a enseñar; que haya una gran cantidad de postgrados, que lejos de mejorar la situación son sólo medios facilistas para mejorar el escalafón; que la enseñanza de las ciencias en el nivel preuniversitario no es estimulante y que los laboratorios de los colegios no se usan para la docencia. Señala las reuniones que se han tenido con funcionarios del Ministerio de Educación y de las secretarias de educación así como con rectores y profesores de colegios que demuestran que la Academia puede liderar un proceso para mejorar la docencia en ese nivel, apoyándose en rectores y profesores que han demostrado una enorme capacidad de innovación en la docencia de las ciencias.

El presidente de la Academia, Don Luis Eduardo Mora Osejo abocó la problemática que se deriva de la forma irresponsable como se está perturbando el equilibrio de la biosfera y llamó la atención sobre el hecho de que a pesar de los años de Independencia de nuestro país, aún no tenemos una cultura propia que permita resolver, en lo que a nosotros toca, los problemas globales. Para superar esta situación aboga por una educación que comience en la niñez y que se base en el paradigma del desarrollo con sostenibilidad. Este paradigma no se puede adoptar de modelos foráneos, sino que tenemos que construirlo nosotros mismos.

El Secretario de la Academia, Don José Lozano, comunica su inquietud por la formación de personas a todos los niveles capaces de entender los principios científicos para así poder contribuir al desarrollo del país. Nuestros esfuerzos educativos deberían encaminarse a lograr un desarrollo sostenible y esto se puede lograr a través del mecanismo que llama de "formación investigativa participativa". Presenta varios esquemas que se pueden resumir en un modelo en el que un profesor universitario junto con un director de Instituto del orden nacional lideran y orientan un programa de investigación de interés para todo el país. En el programa hay profesores universitarios que orientan la investigación que llevan a cabo profesores y maestros de colegios y escuelas de todas las regiones junto con sus estudiantes. Presenta como ejemplo el mapa biológico construído por el Instituto von Humboldt en Villa de Leyva con un esquema semejante.

Don Carlos Corredor hace un somero recuento histórico de los actores de ciencia y tecnología previos a la fundación de Colciencias y señala la voluntariedad y falta de apoyo estatal a sus trabajos. Pasa a analizar el papel que han jugado Colciencias y el ICFES en el fomento a la investigación institucionalizada, se refiere al papel de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia en la promulgación de la Ley 29 de 1991 y cómo, a pesar de sus mandatos, no ha tenido un cabal cumplimiento. De hecho, el apoyo estatal a la ciencia y la tecnología se ha reducido en forma alarmante y hoy peligran los frágiles centros de investigación no subvencionados por las universidades, así como los grupos universitarios que con tanto esfuerzo se han formado. Concluye con la propuesta de que Colciencias se ocupe fundamentalmente de ser un ente coordinador de las actividades de investigación que son financiadas por los diferentes ministerios con el objeto de optimizar sus esfuerzos, y que con fondos propios financie las actividades en ciencias básicas y ciencias sociales que no tienen rubro en ninguno de los ministerios o institutos diferentes a Colciencias. Concluye que es necesario encontrar el mecanismo para asegurar un financiamiento estable para Centros y grupos de investigación de excelencia. Que se debe revisar la tradición de sólo financiar proyectos y, en cambio, favorecer la financiación de programas de investigación a mediano y largo plazo. Que es necesario hacer el cabildeo a que haya lugar para asegurar que Colciencias tenga el suficiente presupuesto para lograr que pueda cumplir la función de financiar los programas de ciencias básicas y sociales, la formación de recurso humano a nivel doctoral y buscar la apropiación social del conocimiento.

Don Orlando Rangel hace un recuento de la forma como se ha logrado hacer un Inventario de la Biodiversidad de Colombia, comenzando con la Real Expedición Botánica, los trabajos de los investigadores de la primera y segunda mitades del Siglo XX y propone una serie de acciones para completar el Inventario. Plantea unas preguntas claves tales como: ¿cuál es la expresión de la biodiversidad que se extinguió?, ¿cuál es la situación de la biota amenazada?, ¿cuál es la cobertura vegetal prístina? y ¿cómo debemos utilizar de manera apropiada la biodiversidad? Finalmente se pregunta ¿cuál debería ser el oficio de los grupos universitarios y no universitarios en la generación de conocimientos? y ¿qué actitud debemos asumir en cuanto a la forma como se asignan los recursos para la investigación en temas como el del inventario de nuestra biodiversidad?

Carlos Corredor

Reflexiones

¿Por qué investigar en Colombia?
Dr. Moisés Wasserman

Ciencia, Tecnología y Desarrollo
Dr. José María Rincón

¿Qué puede hacer la Academia para fortalecer la Educación Básica en Ciencias?
Dra. Inés Bernal de Ramírez

Debate sobre la situación de la Ciencia en el país
Dr. Luis Eduardo Mora Osejo

Ciencia y Tecnología vs Desarrollo
Dr. José Lozano

5.1 ¿POR QUÉ INVESTIGAR EN COLOMBIA?[10]

*Moisés Wasserman**

RESUMEN

Este breve ensayo es una recopilación de argumentos para sustentar la importancia de hacer investigación científica en Colombia. Está escrito para aquellas personas a las que les concierne el tema en Colombia y en Latinoamérica, que creo debería ser la mayoría de los ciudadanos. Ojalá lo leyeran quienes tienen capacidad decisoria en materia de inversión y en políticas de Estado, aunque temo que ellos generalmente están ocupados con urgencias, y a veces demasiado convencidos para escuchar argumentos. Para quienes han hecho de la investigación su actividad profesional los argumentos aparecerán ingenuos por lo obvios y autoevidentes. Infortunadamente no es así para la inmensa mayoría de las personas.

Traté de resumir brevemente los argumentos subyacentes, explícitamente o no, en la apatía con la que es abordado el tema por quienes planifican la actividad nacional y asignan los presupuestos. A continuación, de manera algo apresurada condicionada por la necesaria brevedad del ensayo traté de rebatir esos argumentos. Lo hice discutiendo las razones por las cuales sí es importante investigar. En primer lugar los motivos económicos, como el hecho de que la investigación genera riqueza y bienestar, culturas de innovación y competitividad, capacidad para apropiar tecnologías transferidas de otros lugares, y establece una sólida capacidad para la negociación de recursos e ideas. En segundo lugar los motivos sociales; el papel de la investigación en la construcción de nuestra salud, de nuestra educación superior y de las estrategias para el control de la calidad de nuestro medio ambiente. En tercer lugar, algunos motivos culturales y políticos, como la necesidad de procesos de toma de decisiones basados en la evidencia y en la

---

10 Este documento ya fue publicado en Biomédica 2001;21:13-24, y es reproducido con su autorización.

* Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá.

racionalidad y de la defensa de una sociedad abierta y democrática ante tendencias autoritarias.

Discutí a continuación, en forma general y sin detenerme en ejemplos y anécdotas, cuál puede ser y ha sido el aporte de la investigación científica en Colombia y por último en forma igualmente sucinta planteé la hipótesis de que a los países desarrollados también les interesa que los subdesarrollados investiguen y generen una capacidad científica significativa que les permita ser auténticos socios e interlocutores en el mundo global que perseguimos.

¿HAY ARGUMENTOS EN CONTRA?

La afirmación de que vivimos en un mundo globalizado, y de que en ese mundo el bien económico fundamental es el conocimiento, ha hecho carrera y se ha establecido en un lugar de honor en la colección de lemas prefabricados de los políticos. Los del primer y los del tercer mundo parecen coincidir en esta apreciación. Sin embargo, sus acciones son fundamentalmente diferentes, como si no respondieran al mismo lema, sino más bien a agendas muy diferentes sustentadas en visiones antagónicas. Así, mientras el mundo desarrollado aumenta su inversión en Ciencia y Tecnología, construye nuevas instituciones de investigación y educación superior y se hace cada vez más sabio y más competitivo, el tercer mundo limita y reduce sus inversiones en desarrollo científico y en educación, empeora sus estándares y ve, sin que haya muestras de una verdadera preocupación, como se amplía su déficit en conocimiento.

Posiblemente los problemas económicos sean una explicación para esa desconcertante indiferencia. La necesidad política de mostrar soluciones inmediatas a problemas apremiantes es, con mucha frecuencia, la responsable de que esos problemas dejen de ser coyunturales y se vuelvan estructurales. Sin embargo, creo que detrás de la abulia hay otros argumentos, que generalmente subyacen esa actitud aunque pocas veces se hacen explícitos, porque para algunos resulta más cómodo y mucho menos comprometedor seguir usando el lema del valor del conocimiento aunque en el fondo no crean en él. Veo cuatro tipos de argumentos que sustentan, en diferentes círculos de la sociedad, posiciones anticientifistas que son en gran parte el sustento ideológico para la falta de acción. Estos, en forma muy sintética, son los siguientes:

- No es que los ricos sean ricos porque investigan sino que investigan porque son ricos. La investigación científica es una actividad supracotidiana, tan importante como la ópera pero algo menos que el fútbol, a la cual pueden dedicarse los pueblos que tienen la suerte de tener algo de recursos y tiempo libre.
- Históricamente la ciencia colombiana (así como la latinoamericana y la del tercer mundo) no ha producido nada que haya tenido un verdadero impacto en el conocimiento. Es una ciencia apenas imitativa.

- Económicamente resulta mucho más conveniente transferir procesos plenamente probados en otras partes que inventar nuevos.
- La investigación científica es "punta de lanza" de una cultura occidental que nos trae grandes peligros y que provoca la destrucción de nuestro medio ambiente y de nuestras culturas autóctonas.

Trataré en este trabajo de demostrar que esos argumentos están equivocados, y que por el contrario, existen poderosas razones económicas, sociales, culturales y políticas que sustentan la importancia de la investigación en un país subdesarrollado como Colombia.

RAZONES A FAVOR

I. Razones económicas

a. Generación de riqueza. No es un mito que la ciencia genera riqueza. No es una coincidencia que los países más ricos sean también los que tienen mayor desarrollo científico y mejores universidades. No es un lujo que se dan *a posteriori* los que ya han conseguido todo lo demás. Sería imposible en un trabajo de las dimensiones de éste emprender un análisis general de los efectos de la ciencia y de la innovación tecnológica en la economía de los países desarrollados; menos aún podríamos discutir las distintas estrategias que llevaron en cada entorno a que el conocimiento se convirtiera en un factor decisivo de producción, riqueza y bienestar. Sin embargo, creo que es suficiente mirar algunos ejemplos en los que es muy evidente que el desarrollo fue efecto de intervenciones dirigidas a mejorar la capacidad científica y no al contrario. Seguramente algunos de los más notables provienen del sudeste asiático[11] donde países como Indonesia, Malasia, Singapur, Tailandia y Filipinas, han construido una excelente capacidad para generar ciencia como paso previo a una sofisticada industria fuertemente orientada a la exportación. En 1965, hace apenas 35 años se llevó a cabo en Australia la primera conferencia para promover el desarrollo de la Ciencia en esos países que para el momento tenían las economías más pobres de Asia. Sus manufacturas eran menos del 25% de su producto interno bruto y no llegaban al 6% de las exportaciones. Después de una época de preparación de sus cuadros en el exterior y del establecimiento de universidades y Centros de Investigación en las más diversas áreas (que incluían al lado de algunas muy aplicadas, otras como astrofísica, geología marina y biología molecular) entraron en un dramático crecimiento mantenido durante más de 10 años[12], que si bien no se puede aducir exclusivamente a la generación de la capacidad científica, no podría

11 Science in Southeast Asia (1998) Science 279:1466-1482.
12 World Science Report (1996) UNESCO Pub. London.

ser explicado sin ésta, y que los lleva a tener hoy altísimos índices de productividad. Tal es la relación entre los dos hechos, que ante la reciente crisis económica, los tigres del sudeste asiático (como han llegado a ser conocidos) reaccionaron aumentando sus inversiones en Ciencia y Tecnología, no rebajándolas para hacer un ahorro como generalmente hacen nuestros economistas.

Una muy interesante recopilación de ejemplos en los cuales se correlaciona la implantación de una política de desarrollo científico con un subsecuente desarrollo económico, fue objeto de un simposio de la Academia de Ciencias de Nueva York, sobre "Desarrollo Económico Basado en Ciencia"[13]. No sólo estudió casos como los de los "tigres de sudeste asiático" y algunas iniciativas de países subdesarrollados o en vías de desarrollo, sino casos de estados norteamericanos que con un menor desarrollo tecnológico, como Kansas, Georgia, Oregon, Montana y otros, mejoraron significativamente su productividad, sus ingresos y el perfil de trabajo de sus ciudadanos, como consecuencia de una política de fomento a la investigación científica y a la educación superior coordinada con una de fomento industrial.

No es tan extraño este hecho si se piensa que el desarrollo de los Estados Unidos en la primera parte del siglo XX se basó precisamente en sus recursos naturales, en su tierra fértil, en una sociedad abierta, y en gente que sin querer la dependencia del viejo mundo estaba deseosa de adquirir sus conocimientos. Los primeros científicos americanos se educaron en Göttingen, Oxford, Cambridge y en todas las mejores universidades europeas y regresaron a los Estados Unidos a aplicar los conocimientos y a construir, al lado del aparato productivo, la más grande empresa de investigación científica y de educación superior en el mundo. A pesar de que durante una buena época esa capacidad de generación de conocimiento estuvo supeditada más a las necesidades del aparato de seguridad nacional que al aparato productivo, es innegable, que desde los años 60, el crecimiento económico americano es absolutamente dependiente de su capacidad de innovación.

La afirmación de que la ciencia es motor de desarrollo, es trivial en los países desarrollados[14], y nadie en ellos pierde el tiempo sustentando esa verdad de perogrullo. Sorprende que no sea igualmente trivial en los países del tercer mundo.

13 Science-based Economic Development (1996). Ed. S.U. Raymond. Annals of The New York Academy of Sciences. V.798. New York.

14 En el discurso sobre el Estado de la Unión de 1994 el presidente Clinton decía: "Technology –the engine of economic growth– creates jobs, builds new industries, and improves our standards of living. Science fuels technology's engine".

b. Una cultura de innovación y competitividad. No se puede generar algo realmente novedoso si no se ha entrenado la mente en una exploración osada de lo que es posible pero aún no existe. Sólo una educación basada en la investigación científica que, más que dar conocimientos establecidos, proporciona instrumentos analíticos y capacidad para establecer relaciones entre los hechos y para producir hipótesis explicativas y funcionales, puede dar origen a una sociedad que inventa. La riqueza de las naciones en el mundo actual se basa en gran parte en la generación de productos novedosos. No sólo me refiero a artefactos que se vuelven muy rápidamente obsoletos para que otros mejores los reemplacen, sino prácticamente a todos los ámbitos de la vida cotidiana, la alimentación (de muy alta productividad, más nutritiva, más económica, libre de riesgo de plagas), la salud (vacunas, fármacos, sistemas diagnósticos), los materiales que sirven para hacer una mejor raqueta de tenis o un tren más rápido, los sistemas de comunicación y de información.

Se acostumbra decir que los pueblos del tercer mundo tienen mucha inventiva. Creo que hay en esa afirmación mucha verdad y algo de mito, e infortunadamente se usa para distraer del hecho de que no es suficiente el ingenio nativo; ese es igualmente abundante en toda la especie humana. Se confunde la verdadera innovación con el ingenio para encontrar remedios locales, baratos, ineficientes y no económicos, a problemas que muy frecuentemente reciben soluciones tecnológicas de fondo, eficientes y económicas en otras partes. Nuestras soluciones son remediales y tienen a veces el encanto de la artesanía y de la anécdota, pero raramente llegan a ser fuentes generadoras de bienestar y prosperidad. Don Miguel de Unamuno hacía un llamado para "que inventen los ingleses", tratando de resaltar una cierta preponderancia en la capacidad española para las artes, y rebajando la importancia del prosaico invento. Efectivamente los ingleses inventaron (sin que por eso hayan dejado de pintar, escribir o componer). Años después Ramón y Cajal se quejaba de que "a la carreta de la cultura española le falta la rueda de la ciencia", y España se concentró, en un esfuerzo inmenso, para recuperar esa rueda perdida por falta de la cual su carreta social se quedaba rezagada.

c. La capacidad para recibir e incorporar transferencia de tecnología. Dos aspectos me parece que limitan seriamente la transferencia de tecnología como estrategia independiente de desarrollo (que es una opción defendida por algunos sectores). El primero es que con mucha frecuencia la transferencia de tecnología consiste en la venta de unos equipos y la cesión, a cambio de regalías, o la venta de un proceso de producción. En este caso el recipiente de la tecnología no podrá ser competidor de quien la transfiere, sino que es un socio subordinado. Estará en posición de desventaja competitiva ante cualquier innovación que automáticamente volverá obsoleta la tecnología que adquirió. Requerirá para actualizarla un nuevo contrato de transferencia y una renegocia-

ción de los términos. El salto a la independencia y a una auténtica competitividad sólo se logrará cuando él genere la innovación. Es decir cuando deje de depender de la mera transferencia y comience a depender de su propia y original capacidad científica y tecnológica.

El segundo aspecto que debe tenerse en cuenta, es que una transferencia tecnológica requiere un sustrato propio, una infraestructura de conocimiento mínima para que sea exitosamente apropiada. Son innumerables los ejemplos de compra de tecnología que no puede ser usada en forma eficiente porque no se entiende bien en qué consiste, porque se depende en forma permanente, incluso para el mantenimiento mínimo de equipos, de visitas e insumos del proveedor, porque no se conocen las limitaciones de los procesos y de los productos, y porque cambios pequeños en las condiciones locales producen efectos que, con un pobre conocimiento, no es posible prever ni manejar. El receptor de la transferencia en estos casos se convierte simplemente en un agente comercial, y la rentabilidad de la producción, su eventual ventaja sobre la importación, dependerá de factores como mano de obra y transporte más baratos. La permanencia de la tecnología transferida en esas condiciones es extremadamente frágil.

Las consideraciones anteriores llevan a la conclusión de que la transferencia tecnológica no es una auténtica opción de desarrollo, sino apenas una estrategia adicional, que sólo será eficiente si existe como base la autosuficiencia que da un desarrollo científico. Cuando éste se dé el diálogo dejará de ser "vertical" (de arriba hacia abajo) y se convertirá en un intercambio horizontal en el que la transferencia de ideas se haga entre socios igualitarios y en las dos direcciones, con beneficio amplios para todas las partes.

d. Capacidad para negociar recursos naturales y para tomar decisiones ilustradas. Los recursos naturales por sí solos no constituyen más que una riqueza simbólica. Es muy claro, que si bien son una excelente base para lograr el bienestar, su utilización adecuada depende del conocimiento. Los países con mayores recursos naturales, con la mayor biodiversidad, los más ricos en agua, en minerales y en fuentes de energía no son necesariamente los más prósperos. Hay países pobres en recursos, que le roban centímetros de tierra a los océanos y a los desiertos pero que son capaces de dar a sus ciudadanos una vida de tranquilidad y abundancia, mientras que países megadiversos soportan unos niveles imposibles de pobreza y de necesidades insatisfechas.

Si se pretende hacer de la diversidad de recursos naturales una fuente de bienestar es necesario también, además de poderla explotar, tener la capacidad de negociarla adecuadamente, y esa capacidad depende fundamentalmente del conocimiento. Puede ser que un funcionario preparado en algo de economía y en relaciones internacionales ni siquiera sospeche las posibles aplicaciones del objeto que negocia (que podría ser aparentemente

insignificante como la hoja de una planta o una ranita de 2 centímetros) o las implicaciones de la negociación misma. Es tristemente célebre la venta de derechos sobre el bosque húmedo tropical que hizo Costa Rica a la compañía Merck por unos centavos.

Contrastan la composición de las delegaciones de los países desarrollados a las grandes conferencias mundiales para el manejo del medio ambiente y la biodiversidad, con las de los países subdesarrollados, pero que son dueños de esa biodiversidad. Mientras que los primeros están conformados por equipos de científicos conectados electrónicamente entre ellos y con sus bancos de datos, armados de estudios precisos de fotos satelitales y de programas de simulación de impacto, con miles de ideas sobre las potencialidades de bosques, ríos, especies, y hasta desiertos, los segundos usualmente están conformados por un ministro o viceministro con un asesor y tal vez una secretaria, armados con algún estudio limitado y de hace un par de años. Si en la reunión se van a tomar decisiones muy importantes tal vez incluyan a un abogado. El mayor ausente, del lado del subdesarrollo, en los foros de negociación, y en los círculos de decisión, es el conocimiento. Los negocios se hacen con frecuencia cuando una de las partes sufre de una carencia fundamental de ilustración. No hay ámbito en el cual sea más patente que en éste, lo que significa el poder del conocimiento.

José Goldemberg, profesor de Física de la Universidad de São Paulo, y en una ocasión Secretario Federal de Ciencia y Tecnología del Brasil, plantea tres campos en los cuales, en su opinión, la ciencia y la tecnología deben jugar un papel en la solución de problemas de los países del subdesarrollo[15]: 1) Contribuir a adaptar la tecnología a las circunstancias locales. Su análisis señala la importancia de transferir tecnologías que se demostraron útiles en otros lugares, pero señala que no podrán ser exitosas si no existe la capacidad científica requerida para adaptarlas críticamente. 2) Incorporar la ciencia a la educación (discutiré ese punto más adelante) y 3) Involucrarse en el gobierno; lo que debe entenderse como asumir la responsabilidad de participar en las discusiones y aportar un punto de vista objetivo e ilustrado. Plantea Goldemberg que la ciencia y los científicos deben ser elementos fundamentales en las escogencias y las decisiones de los gobernantes, y muestra varios ejemplos personales, entre ellos su intervención en el diseño de una reserva indígena para los Yanomamis en el Amazonas. Ésta aseguró la supervivencia de esa cultura, mientras que el diseño alternativo, impulsado por intereses económicos de corto plazo, prácticamente hubiera asegurado su extinción.

---

15 José Goldemberg (1998) What is the role of Science in Developing Countries? Science 279:1140-1141.

A pesar de que no se ha abierto mucho campo en el mundo del subdesarrollo para la participación de la ciencia en la toma de decisiones estratégicas, las pocas ocasiones en que se ha dado la situación, las decisiones han sido mejor tomadas. Ese papel de los científicos es clarísimo en los países desarrollados. Basta observar como en los comités asesores técnicos del Congreso Norteamericano, donde no es infrecuente ver a premios Nobel discutiendo proyectos de desarrollo, el uso del método científico y de la información y el conocimiento no asegura que se tomen siempre decisiones correctas, pero disminuye apreciablemente el número de grandes equivocaciones.

II. *Razones sociales*

a. La investigación y la salud. Seguramente uno de los campos más dinámicos de investigación en el mundo es el campo de la salud. Es también un campo donde se han producido avances que afectan a cada persona, disminuyendo sufrimientos y prácticamente duplicando, en apenas un siglo, la expectativa de vida de gran parte de la población humana del mundo. Ese impacto social se ha visto reflejado en una altísima y creciente inversión en investigación en los países desarrollados. Los Institutos Nacionales de Salud son la agencia civil financiadora de investigación más grande de los Estados Unidos[16], su presupuesto llega a ser para el año 2000 de más de 17.000 millones de dólares y ha venido creciendo en forma constante durante los últimos años. El presidente Clinton aseguró que para el 2002 estaría duplicado respecto al de 1997.

Seguramente por eso mismo ha hecho carrera en círculos del tercer mundo la teoría de que no vale la pena invertir en investigación en salud, puesto que lo que hay que descubrir será descubierto por los países desarrollados, y lo que hay que desarrollar pronto llegará a nosotros distribuido por las compañías farmacéuticas transnacionales. Ese argumento sería válido sólo bajo la premisa de que tenemos los mismos problemas y las mismas prioridades. La premisa no es cierta. Los subdesarrollados hace bastante tiempo que nos morimos de enfermedades distintas. Si bien es cierto que una capa de la población comparte las preocupaciones de excesos nutricionales que conducen a problemas vasculares, por el contrario gran parte sufre más bien de deficiencias nutricionales que disminuyen su capacidad física y mental. Si el cáncer y las enfermedades crónicas de la vejez cobran su cuota de muerte y dolor en los dos mundos, es bien cierto que en el subdesarrollado las enfermedades infecciosas son bastante más importantes[17].

16 2000 Budget Plays Favorites (1999) Science 283:778-780.

17 The World Health Report (1997) World Health Organization. Geneva.

El enfoque que se le ha dado a algunas de las enfermedades infecciosas en el mundo desarrollado es bastante indicativo del fenómeno que señalo. Estas enfermedades se encuentran bajo la denominación de "Enfermedades Emergentes y Reemergentes". Es decir, el acercamiento a ellas desde el mundo desarrollado es el de un peligro que acecha desde afuera, y la estrategia para resolverlo es una de estricta vigilancia y control de las fronteras, de alerta ante el caso indicativo para aislarlo y exterminarlo, una estrategia de contención. La imagen que proyectan el cine y las novelas de un científico metido en una especie de traje espacial, cazando virus que entraron de contrabando es exacta. Para el mundo subdesarrollado no se trata de un problema de contención. Esas enfermedades rara vez son emergentes o reemergentes. Son parte de la vida cotidiana, están en todas partes tienen sus nichos y reservorios locales. El problema es muy diferente y las soluciones del mundo desarrollado no tienen por qué servirle al subdesarrollado. Sus problemas no se encuentran en los primeros puestos de prioridad de los desarrollados. Sus mercados pobres rara vez justifican grandes empresas de desarrollo para las compañías farmacéuticas.

Otro aspecto importante que sustenta la necesidad de investigación científica para mejorar la salud en el mundo subdesarrollado es que muchas soluciones a problemas de salud pública no requieren de desarrollos novedosos, basta con los instrumentos disponibles. Sin embargo, sí se requiere un conocimiento adecuado de las situaciones particulares, para cada caso y lugar. Ese conocimiento sólo puede ser logrado con investigaciones locales.

b. El impacto de la investigación en la educación. El nivel económico de los pueblos está fuertemente correlacionado con su educación. Si bien, como se planteaba anteriormente con respecto a la inversión en investigación, se podría aducir que son educados porque son ricos, no creo que nadie seriamente conceda alguna validez a esa argumentación. Es indudable que en la medida en que haya gente más idónea a cargo, todos los procesos, sociales, productivos y organizacionales, públicos y privados se llevarán a cabo con mayor eficiencia (Bertrand Russell decía que la eficiencia era una forma excelsa de altruismo). Durante el año de 1998[18] mientras en los Estados Unidos se graduaban 42.215 Ph.D. (155 por millón de habitantes) en China llegaban a 6.042 (5 por millón), y en Colombia (sin datos precisos) no debieron pasar de 10 (máximo 0.25 por millón).

En la universidad moderna, en los sistemas de educación más avanzados, resulta imposible separar la educación superior de la investigación científica. Este hecho ha sido ampliamente sustentado en todo el mundo. Voy a señalar

18 Klemm, W.R. (2000) Ph.D. Production a global perspective. The Scientist 14:31.

unas pocas razones por las cuales la investigación científica debe ser parte integral en la educación superior en Colombia.

En primera instancia, ya discutimos la necesidad de investigadores y generadores de conocimiento, y resulta obvio que estos sólo pueden surgir de centros universitarios que hacen investigación y generan conocimiento. Pero la importancia de una educación sustentada en investigación va más lejos. Los conocimientos que adquiere hoy en día un profesional en casi todas las áreas, tienen una calidad de temporalidad más evidente que nunca en la historia. Si bien tal vez en épocas lejanas un ingeniero, un odontólogo o un contabilista salían de la universidad con la capacidad de actuar con relativa idoneidad durante su vida laboral; hoy en día el cambio de los instrumentos, los materiales y la tecnología es tan rápido que cualquiera de ellos debe cambiar su bagaje básico profesional varias veces en la vida. El profesional no debe estar preparado como otrora para hacer una tarea, sino para cambiarse a sí mismo al ritmo que cambian sus tareas y los instrumentos con que las ejecuta. No me refiero solamente al profesional dedicado a los nuevos desarrollos, sino también al más modesto y menos ambicioso de ellos, pero con una ética que lo impele a hacer las cosas lo mejor posible. Ese tipo de profesional debe ser formado en un medio que valora más la generación de conocimiento y su adquisición por esfuerzo propio, que en un aula repetitiva y memorizante.

Otra razón importante para tener a la investigación como pilar de la educación superior, es la necesidad apremiante que tenemos de líderes que sean capaces de guiar sus respectivas comunidades de influencia en forma inteligente, imaginativa e ilustrada. El mundo desarrollado invierte enormes capitales y esfuerzos en sus universidades emblemáticas. En muchas de ellas, en los mejores programas de investigación y de doctorado la relación numérica es de 1.5 a 3 estudiantes por profesor (¡y qué profesores!). No lo hacen por mejorar su prestigio, ni por ganar un buen lugar en las tablas de índices de productividad. Esas universidades son verdaderos laboratorios sociales. No son como nuestros laboratorios en los que le "enseñamos" a los estudiantes técnicas y procedimientos (a veces ni siquiera los más modernos). En esos "laboratorios sociales" los estudiantes, futuros líderes de la humanidad, están aprendiendo a explorar los límites de lo posible; ellos son los que van a jalonar el desarrollo los próximos decenios. Necesitamos para nuestro desarrollo líderes como esos, que nos ayuden a comprender el mundo y nuestra posición en él, no nos basta con buenos profesionales.

c. La investigación y el medio ambiente. En todo el mundo, pero muy especialmente en los países megadiversos del trópico como Colombia, ha adquirido alguna importancia una posición "ecológica fundamentalista" que culpa

a la Ciencia y a la Tecnología por problemas locales como los altos niveles de polución, la extinción de especies y la pérdida de bosques, y por los problemas mundiales como el agujero en la capa de ozono y el calentamiento global. Esa posición fundamentalista (que por supuesto no es compartida por una parte importante de la comunidad de ecólogos) muchas veces parece dejar como única salida un retorno al pasado, a las épocas y a las culturas en las que el hombre vivía en equilibrio con la naturaleza. Esa posición anticientifista es muy ingenua o muy hipócrita. A menos que se considere sinceramente un regreso a la sociedad de recolectores y de cazadores, caso en el cual tendrían que proponer una solución, lo más "humana" posible, para reducir a menos de 500 la población mundial que llegará en el 2025 a los 8.500 millones de habitantes. Esa es más o menos la población que podría sostener la tierra sin el uso de las tecnologías "culpables".

En Colombia el responsable principal de la deforestación, y de la extinción de especies no es la industria de avanzada, ni los cultivos altamente tecnificados, ni todo el progreso occidental, sino la tala indiscriminada de bosques por parte de colonos que buscan su magro sustento en una agricultura primitiva, cuyo principal producto es la hoja de coca.

Quienes señalan con preocupación el agujero en la capa de ozono, fueron partícipes de su generación, porque usaban desodorantes, tenían como muy natural su nevera y congelador con gases de freón y su luz eléctrica generada en las grandes termoeléctricas. Seguramente eran ignorantes (como lo eran también los científicos) de esa consecuencia global de su vida cómoda. Más aún, ellos seguirían hoy sin darse cuenta, y continuarían contribuyendo a hacer más grande el agujero, de no ser precisamente por los vilipendiados científicos que descubrieron el fenómeno, definieron sus causas, diseñaron estrategias para controlarlo, inventaron alternativas para reemplazar gran parte de los productos causantes, establecieron sistemas de vigilancia y monitoreo, y lideraron los movimientos ciudadanos para exigir de los gobiernos desarrollados legislaciones restrictivas y compromisos en el control de sus propias industrias. El problema no está resuelto por supuesto, pero creo que un análisis objetivo llevará a la conclusión de que los instrumentos ofrecidos por la ciencia y la tecnología son la única esperanza de solución. Son esos los instrumentos que la ecología moderna trata de aplicar, infortunadamente sin contar siempre con el apoyo de todos los sectores involucrados en los gobiernos.

El ejemplo anterior es uno de tantos que sustenta la importancia fundamental de un gran desarrollo científico para poder lograr el ideal del "desarrollo sostenible" adoptado en 1992 por la comunidad mundial en la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo. Ese lema de "desarrollo sostenible" significa en forma muy simple que no se deben usar recursos más rápido de lo que ellos puedan regenerarse, ni liberar contaminan-

tes en una extensión mayor que la que los recursos naturales puedan asimilar. Si partimos de la premisa honesta de que no podemos regresar a una sociedad en que la expectativa de vida era de 30 años, en la que cada familia producía estrictamente los bienes para su sustento mínimo, y cuando había en el mundo apenas unos cientos de millones de hombres, debemos aceptar que la única forma en que llegaremos al desarrollo sostenible es con mucha tecnología. Tecnología que aumente substantivamente la producción de alimento por unidad de área y por labriego, que use más eficientemente la energía generada y que use formas de energía que hoy no aprovechamos, que limite las emisiones de gases, que procese residuos y los haga rápidamente biodegradables, que movilice poblaciones más grandes a menor costo energético y con menor emisión de residuos.

Tenemos que entender en el mundo subdesarrollado, que si bien la preocupación por el entorno natural es legítima y verdadera, la solución a los problemas ambientales no está en dar un paso atrás sino varios adelante. Los plaguicidas no se eliminarán dejando de usarlos (lo que generaría hambre masiva) sino modificando genéticamente los cultivos para que no los necesiten, las emisiones de los motores no se eliminarán cambiando autobuses por burros, sino diseñando motores eficientes y trampas o catalizadores para eliminar emisiones, o motores que usen energías alternativas, la tala de bosques no se suspenderá sino con agriculturas tecnificadas que no la hagan necesaria.

III. *Razones culturales y políticas*

Es frecuente encontrar en escritos periodísticos y en algunos filosóficos y pseudofilosóficos la afirmación de que la ciencia occidental es arrogante y autoritaria. Es discutible que sea occidental y es precisamente lo opuesto a arrogante y autoritaria. Pretendo a continuación argumentar que, por el contrario, una razón muy importante para hacer ciencia en el mundo subdesarrollado es precisamente porque ella sirve como un medio de defensa contra los autoritarismos.

No es extraño ver, sobre el escritorio de importantes hombres de gobierno (en informes televisados a toda la Nación), una pirámide de cuarzo que "concentra las buenas energías cósmicas" en su dueño y le mejora las posibilidades de éxito en su gestión. En alguna reciente reunión en el exterior, entre representantes del gobierno colombiano y un grupo guerrillero, estalló un escándalo porque los guerrilleros pensaban que estaban siendo espiados con sofisticados equipos electrónicos. No los estaban espiando, les estaban midiendo el "aura". Un bien relacionado "bioenergético" estaba ayudando a diseñar las estrategias de la negociación, y para ello le resultaba fundamental conocer el aura de los

negociadores del otro bando. Un importante político colombiano afirmaba (con titular de varias columnas en la primera página del periódico de mayor circulación): "aunque no hay pruebas, todo el mundo sabe que la Fiscalía, la Procuraduría, y la Defensoría del Pueblo están infiltradas por la guerrilla", (¿con qué extraño mecanismo, sabe todo el mundo algo sin que exista ninguna prueba?).

Esos son algunos ejemplos de nuestra vida política, que demuestran la ausencia del método científico en el pensamiento de los dirigentes políticos y en el proceso de toma de decisiones, y esto es muy peligroso. No es casual el hecho histórico de que las oscuras figuras de magos y astrólogos hayan surgido al lado de líderes poco racionales y autoritarios que los necesitan para justificar algunas decisiones.

Cuando la investigación científica está en el sustento educativo de un ciudadano corriente, hay algunos principios mínimos, que aunque no se hayan hecho explícitos, moldearán su comportamiento (si no hace saltos a la irracionalidad). Estos son: 1) Todo lo que sé, está fundamentado en teorías que han sido contrastadas con la realidad una infinidad de veces, pero puedo estar equivocado. Debo por tanto estar dispuesto a examinar críticamente propuestas nuevas. 2) No puedo con toda seguridad decir que mi hipótesis es verdadera por una mera confrontación con los hechos, pero si puedo descartar, por ese medio, las que sean falsas y de esa forma aproximarme a una interpretación con verdad. 3) La retórica no puede suplir una contrastación con la realidad. Tengo medios para distinguir entre un ejercicio lingüístico y una argumentación real. 4) Mis actitudes en todos los campos de la vida deben ser coherentes con mi actitud hacia el conocimiento, es decir mis opiniones deben acercarse a la verdad.

No es mi intención entrar en una discusión con tendencias filosóficas modernas (posmodernas) y viejas con nuevos ropajes, que no aceptan estas premisas, sino hacer explícitas algunas de las bases del comportamiento de un ciudadano corriente, con un buen sustento de educación científica (básica, social o humana) y con un sólido sentido común. Creo que la ausencia de esos subproductos de una educación basada en ciencia genera problemas culturales y políticos de enorme gravedad; las tres situaciones auténticas anteriormente descritas son ejemplos de esa deficiencia. El diseño de acciones confiando en energías cósmicas, la construcción de negociaciones basándose en las auras de los contrincantes, y una justicia en la que "todos saben", sin necesidad de pruebas, no pueden conducir a una sociedad mejor.

Los lemas de Feyerabend de que "la ciencia no es más que otro mito" y que por tanto "todo vale" llevan a una preponderancia de la propuesta

retórica del "discurso" sobre las teorías científicas contrastadas con la realidad. Si la contrastación con la realidad no es necesaria ni deseable, la vigencia de una teoría dependerá de las maromas retóricas o de la fuerza. La historia de la humanidad está llena de ejemplos en los que se comienza con la retórica y se termina con la fuerza. La ciencia, y la educación basada en ciencia, son instrumentos invaluables de los pueblos como antídoto contra el autoritarismo.

¿SE HA PRODUCIDO CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN COLOMBIA?

El argumento de que no vale la pena invertir en ciencia en Colombia porque de todas formas nunca se ha producido algo significativo, es particularmente perverso[19]. Es perverso porque se usa para perpetuar la situación que aparentemente está denunciando. Efectivamente la producción científica es muy costosa. Si se midiera la producción en número de artículos científicos, por ejemplo, en 1996 se produjeron en los Estados Unidos 6.56 por cada millón de dólares invertidos[20]. Eso implica que Colombia, con el presupuesto asignado a Colciencias, la única agencia financiadora estatal, debía producir en el 2000 sólo 41 artículos científicos (sin tener además en cuenta las diferencia de infraestructuras, equipos, bibliotecas, y otros). Me atrevo a adivinar que Colombia va a producir algo más que eso. Si se midiera la expectativa de productividad de acuerdo con el número de personas dedicadas a la investigación, no podríamos aspirar a nada más que el 0.01% de la producción científica mundial. En efecto el 94% de los científicos que trabajan en el mundo, lo hacen en los países desarrollados, el 1% en Latinoamérica, y apenas un 0.01% en Colombia[21]. Eso sin considerar además el efecto potenciador que tiene una comunidad grande, diversa y bien establecida sobre la productividad. En Colombia se ha producido lo que se podía en sus circunstancias, y no es posible medir la productividad sin tener en cuenta cuáles son los instrumentos que el Estado y el sector privado han dispuesto para ese efecto.

A pesar de lo anterior, y puestos en las proporciones adecuadas, la mínima comunidad científica Colombiana ha hecho cosas importantes. Si se conoce

19 Ese argumento en más palabras y adicionado con la afirmación de que no existe un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología fue sustentado por el entonces Jefe del Departamento Nacional de Planeación ante el Senado de la República, cuando se lo citó para que explicara por qué en el plan cuatrienal de desarrollo la inversión en ciencia había sido prácticamente reducida a un pequeño componente de "apoyo a las exportaciones".

20 May, R.M. (1998) The Scientific Investments of Nations. Science 281:49-51.

21 World Science Report (1996) UNESCO, London.

algo de nuestra biología, de la distribución de especies de plantas y animales, de la estructura geológica, de la dinámica de nuestras enfermedades e incluso de algunos aspectos de su biología, del clima, de posibles aplicaciones industriales de productos naturales, y de innumerables aspectos de nuestra realidad física, biológica y social, se debe a un discreto y constante trabajo autóctono, hecho generalmente con los niveles de rigor usuales en la comunidad internacional. Esos conocimientos no han sido importados de ningún lado, puesto que no existían, ni a nadie interesaban más que a nosotros.

También se ha explorado en campos diversos y no necesariamente relacionados con conocimientos autóctonos. Se ha mirado a las estrellas y medido la distancia que nos separa por ejemplo con las Efeidas, se han estudiado nuevos materiales, superconductores, semiconductores, cerámicas, fibras de carbón. Se ha participado en la exploración de la composición subatómica de la materia. Se ha estudiado la biología molecular de organismos patógenos para nosotros y para otros. En resumen, se ha participado, con un aporte modesto pero tan significativo como cualquier otro de tamaño similar, en la construcción conjunta de la más grande empresa de la especie humana en todos los tiempos, su ciencia. Esa participación refleja nuestra responsabilidad en el mundo, y es un componente importante de nuestra dignidad como hombres y de nuestra nacionalidad. Así como no se puede dejar de escribir poesía porque todavía hay ciudadanos que no saben leer, no se puede dejar de hacer investigación científica porque hay crisis fiscal. Si queremos tener un papel en el diálogo global, el más natural conducto de interlocución es la ciencia.

¿ES IMPORTANTE PARA LOS PAÍSES DESARROLLADOS LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN LOS SUBDESARROLLADOS?

El verdadero desarrollo global no puede darse sin un crecimiento igualmente global en el conocimiento. En 1992 se constituyó en los Estados Unidos la Comisión Carnegie para Ciencia Tecnología y Gobierno. La comisión, presidida por el expresidente Jimmy Carter tenía por objeto hacer aportes conceptuales a la sociedad y al gobierno norteamericanos acerca de las tendencias del desarrollo en el mundo nuevo de la posguerra fría. El informe de la comisión, entre otros, señalaba algunos puntos que tenían que ver con el desarrollo basado en tecnología y las relaciones entre las naciones que voy a resumir a continuación:

"El nuevo orden internacional exige un desarrollo cooperativo global. Durante los pasados doscientos años las transformaciones sociales y tecnológicas le permitieron a un par de docenas de sociedades llegar a niveles inimaginables de riqueza y bienestar. Sin embargo, durante la década de los 80 se incrementó la competición entre las naciones llevando a una saturación de mercados y a una inestabilidad económica que preocupa. La salida depende en buena parte de que

muchas otras sociedades, entren a formar parte del exclusivo club de las sociedades ricas. Para lograr ese desarrollo global es necesaria una transformación social, científica y tecnológica comparable con la revolución industrial.

La única manera de enfrentar ese reto es aumentando sustancialmente las contribuciones de la ciencia y la tecnología al desarrollo y mejorando la cooperación entre las naciones, que hoy se dividen claramente entre los grupos de las científicamente ricas y las científicamente pobres. Todos los desarrollos fundamentales esperados en el mundo –crecimiento económico, protección ambiental, mejor salud, mayor productividad agropecuaria y manejo eficiente de las poblaciones– dependen de la capacidad que tengan los países para generar, absorber y usar ciencia y tecnología de vanguardia".

La conclusión de este aspecto en el trabajo de la comisión Carnegie dirige dos mensajes distintos, uno a los países desarrollados y otro a los subdesarrollados, los dos admirables por obvios y claros. A los subdesarrollados les dice que la riqueza, en el siglo que comienza, depende realmente del conocimiento. A los desarrollados les dice que no pueden crecer indefinidamente si ese crecimiento no se acompaña con el de los países más pobres. Observación de perogrullo; si los dos somos pasajeros del mismo planeta, no podemos indefinidamente avanzar a velocidades tan distintas, porque el terreno que nos une tiene un límite de elasticidad y una ruptura sería catastrófica para todos.

La globalización no es posible entre socios tan exageradamente desiguales. Se necesita mantener una base común de conocimiento para que las tecnologías y los productos del otro sean asimilables. La ausencia de esa base común llevará a la ruptura de la comunicación. El ideal mundo global dejaría de ser posible y se generarían necesariamente barreras de contención, no solo para enfermedades y plagas emergentes, sino para productos, para poblaciones y para culturas. Nadie querría vivir en un mundo así, por eso, el desarrollo científico de las naciones subdesarrolladas es también de interés para las desarrolladas.

La ciencia es el ámbito abierto en el cual se encuentran los dos mundos. Es innegable que el desarrollado recibe con gusto y generosidad a los mejores estudiantes del subdesarrollo para que lleven a cabo sus estudios doctorales e inicien sus carreras de investigadores. En muchos campos en los Estados Unidos, la mayoría de estudiantes para Ph.D. son extranjeros, y su número se duplicó desde 1995[22]. Es innegable también que gran parte de esos estudiantes brillantes se establecen y llevan a cabo sus carreras investigativas en los países desarrollados que les ofrecen mucho mejores condiciones de trabajo. Si el mundo desarrollado asume la importancia de un crecimiento científico más coordinado con el de los países

22 Klemm, W.R. (2000) Ph.D. Production: A global perspective. The Scientist 14:31.

pobres, debe generar mecanismos decididos de cooperación internacional. Uno de ellos podría hacer uso de las decenas de miles de excelentes embajadores de esos países que son sus estudiantes de doctorado. Pero seguramente la prueba definitiva sería la generación de *"joint ventures"* en las que los países más pobres en conocimiento puedan llevar sus ideas desde el estadio más primitivo, hasta el de desarrollo industrial, participando en todo el proceso, desde el de la adquisición básica de información y conocimiento, hasta el de desarrollo industrial y comercial, con respeto mutuo de las características particulares en las distintas formas de ver la vida, y en hábitats y medio ambiente. Sólo un avance coordinado nos permitirá seguir disfrutando a los dos mundos de este planeta, que a la larga es nuestro mayor y más compartido capital.

EPÍLOGO

El ensayo no trae recomendaciones. Después de dos Misiones Nacionales, e innumerables actividades de planeación estratégica en los últimos 10 años la única recomendación sensata sería que no se hicieran más estudios y que se aplicaron algunas de las recomendaciones que se han dado. Cualquier estrategia que fortalezca y aumente la capacidad para hacer ciencia tendrá un efecto positivo, independientemente de los detalles y de las prioridades adoptadas.

En mi trabajo como profesor de bioquímica trato de que mis estudiantes comprendan las estrategias que se generaron en la naturaleza para hacer posible la vida. El problema central consiste en cómo construir moléculas muy complejas a partir de unas simples, lo que sería termodinámicamente un imposible si no se acoplaran reacciones que liberan energía con las reacciones de "construcción" que la requieren. La evolución de la naturaleza podía escoger entre dos posibles estrategias generales y las dos se desarrollaron. La primera consiste en acoplar directamente una reacción que genera energía con una que la requiere. La segunda, que ha resultado muchísimo más productiva y poderosa, consiste en tener una gran batería de reacciones que producen energía sin una destinación muy específica. Están reguladas de tal forma que mantienen en la célula viva un alto nivel de energía potencial, y ésta sirve para mover todas las otras reacciones.

Esa descripción sacada de la naturaleza, más aún del fundamento mismo de la vida, es una buena analogía sobre las maneras que tenemos de impulsar el desarrollo. Los países menos eficientes, tienden a acoplar directamente sus iniciativas de desarrollo científico a programas que responden a necesidades inmediatas y de corto plazo. Se escogen las iniciativas puntuales a través de sistemas de prioridades muy estrechos, generalmente definidos por aquello que los administradores imaginan que es rentable desarrollar, y las iniciativas con objetivos más generales (incluidas las de educación de científicos y hacia la ciencia) son relegadas. El sistema de fijar prioridades reducidas, con base en

consideraciones inmediatistas, en un medio que como el del subdesarrollo tiene más prioridades que científicos disponibles; para ocuparse de ellas tiene grandes peligros. Algunos de ellos son, perder presencia en campos que aunque no lo parecía en un momento se demuestran importantes *a posteriori*, distraer tras "modas" esfuerzos que debían estar concentrados en desarrollos fundamentales, y hacer migrar a científicos de los campos en que son expertos a otros en los cuales son apenas aprendices.

La segunda opción, aquella que ha sido escogida por los países más desarrollados, es la generación agresiva de una comunidad amplia de investigadores, con objetivos diversos y con una libertad para investigar que sólo está limitada por la calidad y la productividad. Es en esencia el mismo sistema ingenioso desarrollado por la evolución, centrado en el mantenimiento de una energía potencial alta, es decir en una buena capacidad de respuesta inmediata a los retos y problemas que se presenten. Es esa capacidad de respuesta lo que define realmente a una sociedad desarrollada.

5.2 CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO

José María Rincón

Quiero presentar algunas consideraciones desde la perspectiva de Ciencia y Tecnología (C&T), que espero ayuden a orientar la discusión sobre la manera como la Academia Colombiana de Ciencias, desde su campo de actividad, puede contribuir a superar la situación crítica por la cual atraviesa Colombia. No se trata, desde luego, de mostrar a esta comunidad la importancia del tema en el desarrollo del país, del cual todos los aquí presentes son conscientes y verdaderos expertos, sino de dar una metodología que asegure la apropiación de la C&T en el sector productivo, que permita una prosperidad sostenible y un crecimiento económico, capaces de mejorar el uso de nuestra mano de obra y de los recursos naturales.

Es sabido que hoy en día los cambios en C&T son tan rápidos que aún en nuestra especialidad, en muchos casos, permanecemos al margen de los conocimientos generados en los últimos meses. La pregunta entonces es la de si estamos preparados para apropiarnos de estos cambios, hacerlos nuestros y ponerlos al servicio de nuestra población; si la respuesta es negativa, como lo muestran los últimos datos de los índices de crecimiento económico y empleo del país, entonces la inquietud es la de cómo se puede reorientar el país para mejorar estos índices. No hay duda que se debe mejorar la formación de nuestro personal en C&T a través de las Universidades y Centros de Investigación, trabajando en verdaderos problemas, es decir, en temas en los cuales no podemos copiar modelos, por ejemplo el tema del medio ambiente y su relación con C&T.

Pero la Investigación y el Desarrollo (I&D), no es tema que sólo deben abordar las Universidades y Centros de Investigación creados para tal fin (en mi opinión ahí está nuestro mayor error), sino que esta responsabilidad corresponde también, y en mayor grado, al sector productivo, quién en principio es el encargado de colocar estos avances al servicio de la población. Esto quiere decir que cuando los conocimientos se generen, el sector productivo debe recibir la

transferencia del conocimiento. Infortunadamente en nuestro país la cadena en C&T no se ha desarrollado completamente y peor aún no hay conciencia de ello.

La cadena de C&T está compuesta por la siguiente secuencia: la investigación básica, que se mide por el número de publicaciones realizadas en revistas indexadas como tales; la investigación aplicada, por el número de patentes aceptadas y por el *"know how"* alcanzado; y el desarrollo por el número de procesos establecidos. Normalmente a medida que se pasa de la investigación básica a la aplicada y al desarrollo hay una disminución logarítmica en el número de presentaciones realizadas y un incremento en el capital invertido, igualmente logarítmico. (Figura 1).

Aquí nace la pregunta de cuántas publicaciones y patentes realizan actualmente nuestras instituciones de investigación y cuantos procesos se concretan a nivel demostrativo y comercial. La respuesta a esta pregunta de nuevo es pobre, creo que las aplicaciones a nivel comercial no pasan de la decena anual, razón por la cual, en mi opinión, falta más inversión y más uniones estratégicas entre Universidades, Centros de Investigación, Empresas Industriales y el Gobierno. Es necesario impulsar a los industriales a invertir en el Desarrollo, visto como una continuación de nuestras publicaciones y patentes; para esto también hace falta una política en C&T a largo plazo que nos permita alcanzar niveles de inversión cercanos a los índices logrados por los países industrializados (Figuras 2 y 3).

INVERSIÓN EN I&D EN ESTADOS UNIDOS

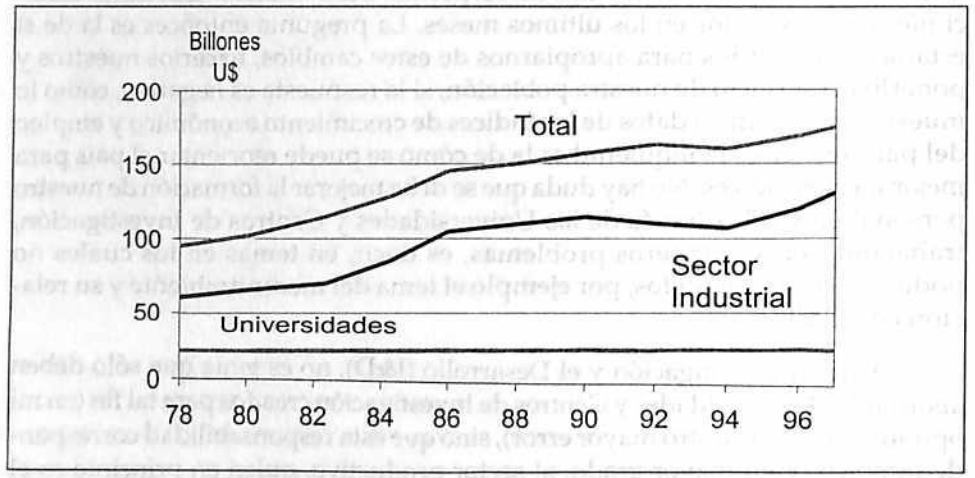


Fig. 1. Tomada de: Chemical and Engineering News, Octubre 19, 1998, Special Report Chemical R&D, p 79.

INVERSIÓN EN I&D (como porcentaje del PIB)

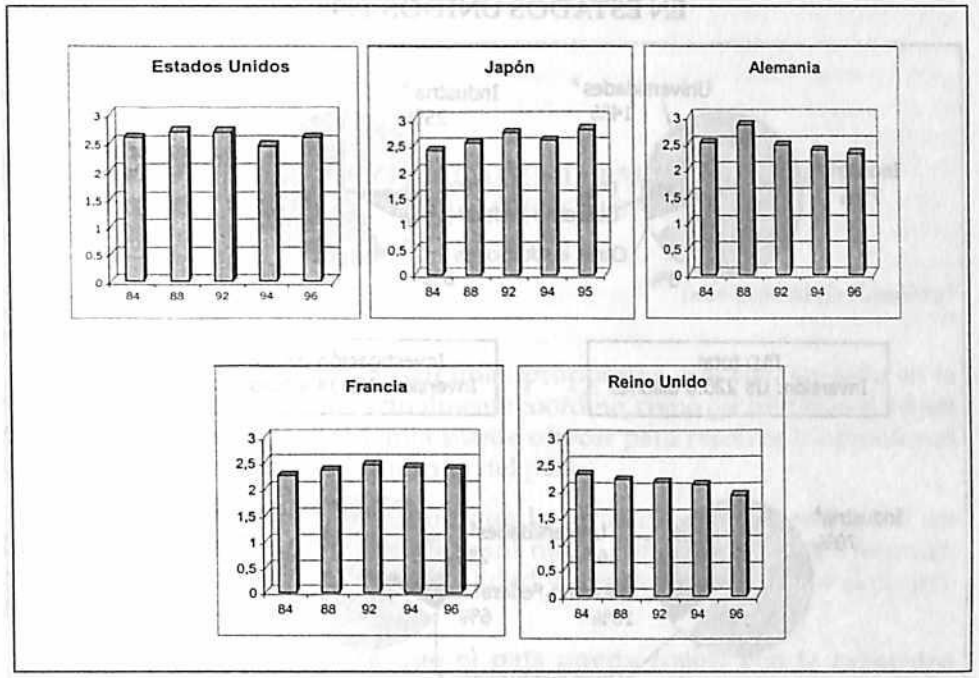


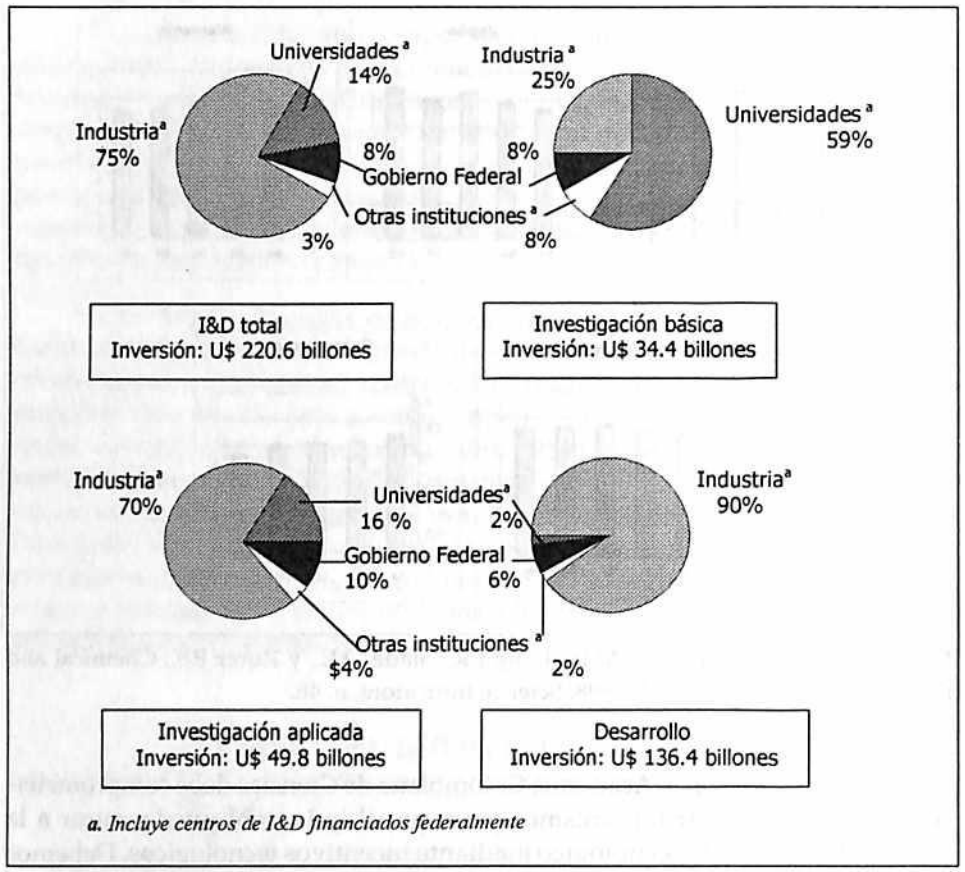
Fig. 2. Tomada de: Brennan M.B., Long J.R., Slade D.L., y Zurer P.S., Chemical and Engineering News, julio 13, 1998. Science Indicators, p. 46.

Por lo anterior, la Academia Colombiana de Ciencias debe comprometerse a ayudar a buscar mecanismos para que el industrial pueda entrar a la carrera de desarrollo tecnológico mediante incentivos tecnológicos. Debemos buscar que exista para empresas de determinados tamaños, como la mediana y gran industria, la obligación de tener un departamento de I&D a cambio de algunas ayudas fiscales y colaboración económica, mediante devolución de impuestos en los proyectos de plantas piloto y demostrativas, que es donde mayor inversión se necesita.

Veamos algunos beneficios que se pueden alcanzar con esta política:

- Mayor demanda de empleo para nuestros investigadores.
- Menor dependencia tecnológica de los países industrializados.
- Al existir mayor demanda para nuestros profesionales de investigación, habrá mayores incentivos para que nuestros bachilleres escojan carreras científicas.

INVERSIÓN EN I&D
EN ESTADOS UNIDOS 1998



a. Incluye centros de I&D financiados federalmente

Fig. 3. Tomada de: Brennan M.B., Long J.R., Slade D.L., y Zurer P.S., Chemical and Engineering News, Julio 13, 1998. Science Indicators, p. 79.

- Los trabajos de investigación también generan ocupación para personal con menor formación como operarios, ayudantes y administrativos.
- El desarrollo tecnológico autóctono genera el uso de recursos nacionales, evita la salida de divisas y nos da capacidad de negociación.
- Se generan impuestos por los nuevos productos desarrollados y uso de mano de obra, con lo cual se devuelve, en varias veces, la inversión realizada por el Estado.

5.3 ¿QUÉ PUEDE HACER LA ACADEMIA PARA FORTALECER LA EDUCACIÓN BÁSICA EN CIENCIAS?

*Inés Bernal de Ramírez**

Esta es la síntesis de algunas propuestas que han surgido en la Comisión de Educación que actualmente coordino, como contribución al debate sobre el aporte que la Academia puede ofrecer para resolver los problemas cruciales que inciden en la situación del país.

Partimos de la premisa de que la formación investigativa del ser humano se inicia desde la más temprana niñez, permitiendo al niño formular múltiples preguntas frente a la realidad y alentándolo para que el conocimiento le sea siempre grato.

Evidentemente, para que el país pueda contar con la capacidad científica necesaria para afrontar y resolver los problemas, es necesario que se multiplique la gente con la mejor preparación, no sólo con conocimiento teórico y práctico, sino con actitud y disciplina mentales que fortalezcan su acción y decisión frente a dichos problemas, es decir, que la sóla instrucción sin formación de la voluntad y el espíritu crítico es un fracaso.

En la Comisión de Educación se quiso conformar en los años anteriores un comité nacional para la construcción de la capacidad científica, convocando a diferentes estamentos que consideramos tienen la capacidad de decisión en el ámbito de la enseñanza, pero desafortunadamente no fue posible definir algunos puntos claros que inciden en la enseñanza de las ciencias al nivel básico, es decir, donde los niños y los jóvenes tienen oportunidad de formar un espíritu investigativo.

PROBLEMAS DETECTADOS

Principalmente se detectaron problemas relativos a la formación de los docentes y en menor escala dificultades con los recursos destinados a la educación. En forma resumida podemos enunciar los siguientes problemas:

* Comisión de Educación, Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales Universidad Nacional de Colombia accefyn@accefyn.org.co

Existe escasez de candidatos a la carrera docente y esto se explica por la baja valoración social y económica que se brinda en Colombia al ejercicio de esta profesión. Generalmente ingresan a las licenciaturas los aspirantes que presentan menores puntajes en los exámenes del ICFES y que provienen de los estratos sociales más bajos, en tal forma que la "cultura de la pobreza perpetúa la pobreza". Posiblemente esto se debe a que se está enviando la señal de que el oficio del maestro es de última categoría y su remuneración, en muchos municipios, es menor que el salario mínimo; se presentó la denuncia que muchos alcaldes escogen bachilleres para puestos de maestros, porque pueden pagarles menos que a quienes son egresados de universidades. También a este problema ha contribuido la aniquilación de los programas que formaban normalistas.

Llegados los aspirantes a docentes a la universidad, encuentran programas con mayor énfasis en la formación pedagógica pero con deficiente formación en el área básica científica, de tal manera que saben "cómo enseñar", pero muy poco "qué enseñar" y aparentemente la formación actual de los maestros muestra serias deficiencias en comparación con la recibida en épocas no muy lejanas.

Al discutir la incidencia que tiene el tipo de universidad sobre la formación de maestros, se ve que los licenciados egresados de las facultades de educación donde no existían facultades de ciencias salieron excelentemente preparados, pero aquellos provenientes de las que sí tenían facultades de ciencias fueron tratados como estudiantes de menor categoría y su preparación deja que desear. Por otra parte se critica a los profesores universitarios porque aparentemente están alejados de la realidad del país y por consiguiente a sus enseñanzas no se les ve aplicación alguna.

Para suplir la falta de preparación básica en ciencias se están ofreciendo numerosos cursos de postgrado o capacitación, muchos de los cuales son de baja calidad y sólo son un negocio para las entidades que los ofrecen. Los maestros que toman estos cursos están motivados principalmente por avanzar en el escalafón, el cuál actualmente no tiene en cuenta cuánto sabe el maestro sino cuántos cursos ha tomado.

Los maestros interesados aplican temporalmente innovaciones en su sistema de enseñanza, pero muy pronto las abandonan, quizá por falta de estímulos. En muchos casos los laboratorios no se usan, aun cuando se cuente con ellos, por miedo o falta de seguridad del docente.

En general el estudio de las ciencias en el nivel básico no es placentero y, con algunas excepciones, se tienen muy pocos bachilleres que aspiran a estudiar ciencias en la universidad. La imagen del científico es aún mitológica en nuestro medio y su aporte al progreso no es comprendido ni estimado por parte de los entes productivos y por eso muchos profesionales de la ciencia que no encuentran cabida en la docencia, se ven forzados a olvidar lo que aprendieron para buscar el sustento diario mediante otros menesteres.

PROPUESTAS

Como aporte a las acciones que se deberán iniciar para afrontar de inmediato las faltas detectadas, se hicieron sugerencias para la administración oficial y para la Academia así:

Las Secretarías de Educación Departamentales deben coordinar con el Ministerio de Educación Nacional la capacitación de los maestros en ejercicio, escogiendo los programas que den mejores garantías de preparación y actualización de conocimientos tanto teóricos como prácticos.

Se debe incentivar la comunicación entre las facultades de educación y las de ciencias, y entre ellas y las secretarias de educación y el Ministerio del ramo. Se propone a las universidades que forman docentes, que los cursos dirigidos a la metodología de las ciencias sean impartidos por las facultades de ciencias, centrándose en el conocimiento del área e indicando la mejor manera de apropiar dicho conocimiento. Hay que abandonar la idea que el profesor da el conocimiento y el estudiante lo recibe, para asumir que este conocimiento debe construirse conjuntamente. Como cosa muy importante se dijo que por la situación que vive el país, es necesario que los docentes aprendan a trabajar en barrios marginados y zonas de conflicto y que los maestros que reciben capacitación irradien su conocimiento hacia sus compañeros y tengan suficientes estímulos para que no abandonen las prácticas innovadoras.

PERO ANTE ESTE PANORAMA, ¿QUÉ PUEDE HACER LA ACADEMIA COMO INSTITUCIÓN?

Evidentemente muchos de los problemas detectados escapan a la acción de la Academia, pero sí podemos actuar efectivamente en otros haciendo valer nuestra condición de Institución Consultora del Gobierno y poniendo al servicio de la educación científica nuestra voluntad.

En cuanto a la formación de docentes en ciencias, se ve la necesidad de que haya un ente superior que evalúe los programas y sugiera su puesta en práctica para obtener los resultados formativos que se desean; por eso la Academia podría estudiar y avalar las propuestas de planes de estudios en ciencias y los libros producidos por docentes.

En esta acción también se podría asesorar la construcción de los programas curriculares en ciencias y apoyar la difusión de los conocimientos científicos para el hombre común en todos los medios; por ejemplo publicando cartillas conjuntamente con los periódicos de mayor circulación, videos ilustrativos en la televisión, en internet u ofreciendo charlas para el público en general sobre problemas relevantes.

Una acción importante podría ser coordinar espacios de reflexión para que los docentes y los directivos encuentren el mejor camino para la acción educativa y asesorarlos en este propósito.

Seguramente los participantes en este debate pueden ofrecer muchas otras ideas para la acción de la Academia, lo más importante es que esas ideas sean factibles y que contemos con los mecanismos para ponerlas en práctica.

La Comisión de educación enriquecerá su acción con las propuestas que se manifiesten y con el real apoyo de todos los académicos.

5.4 DEBATE SOBRE LA SITUACIÓN DE LA CIENCIA EN EL PAÍS

Luis Eduardo Mora Osejo

Cada día aumenta la preocupación sobre el incremento crítico de las actividades humanas que consciente o inconscientemente amenazan destruir el equilibrio de la biósfera que envuelve la tierra y que hace posible la existencia en ella de la vida, en todas sus formas, incluida la vida humana. Afortunadamente aumenta cada día el número de personas convencidas de la gran magnitud de los estragos que están produciendo las perturbaciones del equilibrio de la biósfera sobre los sistemas que soportan la vida en el planeta.

Frente a tal situación, los colombianos no podemos dejar de sumarnos a los esfuerzos que vienen ejecutándose en el ámbito mundial, con el propósito de conjurar el peligro que implica para la sostenibilidad de la vida en el planeta, la perturbación del equilibrio de la biósfera.

Los colombianos debemos considerar asunto del pasado la convicción según la cual la riqueza de nuestro territorio era de tal magnitud que nos hacía pensar que poseíamos ingentes e inagotables recursos naturales; ora procedentes de los mares que rodean el territorio, ora de las selvas y montañas, tan abundantes como en ningún otro país de la tierra, en particular del continente suramericano.

Quizás todo esto no sería tan sólo un sueño, si una vez lograda la independencia de España, cuando todavía no éramos tan numerosos y sobre todo cuando nuestros connacionales de aquellas épocas ya remotas se sentían más solidarios, cercanos entre sí y ligados a un mismo pasado y a un futuro común, nos hubiéramos dedicado con la mayor entereza a acrecentar estos mismos valores culturales. Pero no, nuestra sociedad se fragmentó cada vez más y más, bajo el impacto de la ética utilitarista, tan distante de la bioética.

Si en lugar de esto último, nos hubiéramos dedicado a fortalecer nuestra identidad cultural como soporte de la nación, hubiera sido más fácil y sobre todo factible poder trabajar de consuno y sin ningún afán de lucro personal en

pro de la nación. Así nuestros esfuerzos no se hubieran agotado en la imitación de modelos foráneos del Estado. Por el contrario, nos hubiéramos preocupado cada día más, por crear un Estado que respondiera a las necesidades endógenas, por ende más eficiente, dedicado al servicio de la consolidación de la nación, a favor del bienestar y del mejoramiento de la calidad de la vida de todos los colombianos.

Con tales emprendimientos hubiéramos fortalecido nuestra cultura, entendida en el pristino significado de la palabra, es decir, el de establecer a la par con la armonía social, la armonía de la sociedad con la naturaleza a través del interactuar creativo con el medio natural que la sustenta, lo que supone conocer y percatarse de las leyes que rigen la estructura y dinámica de las unidades naturales o ecosistemas que conforman el medio natural circundante.

Pero entonces, ¿qué debemos hacer?, he ahí el interrogante que a todos nos preocupa. ¿Qué debemos hacer para que los enunciados anteriores no devenguen en simple retórica? ¿Cuáles son entonces las políticas, las estrategias y actividades necesarias para su realización?

Entre las primeras, consideremos que debería figurar entre éstas la de promover, por todos los medios al alcance de la sociedad y el Estado, los valores que conforman nuestra identidad cultural, fundamento y razón de ser de toda nación y que en nuestro caso debemos reconstruir.

Entre las estrategias prioritarias por adoptar, se tendría que poner especial énfasis en la contextualización de la educación a todos los niveles, dentro de la realidad del respectivo entorno social y natural, para desde allí proyectarse a los ámbitos local, regional, nacional, continental y planetario. Así, mediante el conocimiento y la capacidad científica que adquiriéramos, sería posible captar nuestra realidad social y natural. Ésto nos capacitaría para comprender la estructura y la dinámica de aquellos sistemas que, en todos los niveles de la realidad, hacen posible y sostienen la vida, incluida la vida humana. Se trataría de convertir esa necesidad, ese principio en vivencia permanente, como quiera que de ello va a depender el desarrollo sostenible real de la nación.

De allí también, más pronto que tarde, los niños deberían aprender a observar cada vez con mayor detenimiento el respectivo entorno donde les correspondió vivir en un momento dado. Se llenarán de asombro ante fenómenos que encuentran insólitos en cuanto a que escapan a su comprensión momentánea. Pero no debemos olvidar que el asombro despierta la curiosidad, desde donde la mente avanza hacia el interrogante y luego hacia la búsqueda de las respuestas y explicaciones de los fenómenos promotores del asombro.

Se trataría así de propender por la promoción del pensamiento crítico y creativo, contextualizado dentro de nuestra propia cultura y entorno natural, y evitar que en todo momento se confunda la actividad cognoscitiva con el aprendizaje memorístico de la información recopilada y expuesta en los textos de estudio, cuya asimilación y comprensión, si bien es muy útil, no es suficiente para desarrollar la creatividad.

Estas políticas, estrategias y actividades abrirían el camino hacia la construcción en nuestro país de una capacidad endógena, indispensable para diseñar un modelo de desarrollo sostenible, a la altura de la complejidad de nuestro medio natural y a las singularidades de nuestras culturas regionales.

Desde luego, el modelo debe responder a las necesidades del país, pero también a la condición de la sostenibilidad del desarrollo, que implica capacitar a la sociedad para renovar permanentemente los recursos ya disponibles o para crear nuevos recursos a través del fortalecimiento del conocimiento de las potencialidades de nuestro patrimonio natural.

La humanidad, mediante el desarrollo tecnológico, afinó cada vez más y más los procesos de producción económica, tras el objetivo de ampliar los rendimientos, sin sospechar siquiera la posibilidad de que en algún momento, sobrevendría como consecuencia de ello, la crisis de la sociedad y del ambiente que la sustenta. Ahora en el umbral del nuevo siglo y milenio, la misma crisis se ha constituido en el desafío más grande que tendrá que abordar la humanidad. Es entonces urgente crear un nuevo paradigma de desarrollo de honda inspiración endógena para nuestra nación.

Tal paradigma habrá de inspirarse en el concepto de la sostenibilidad, para lo cual es necesario concentrar más la atención en los seres humanos que en los indicadores económicos, como ha sido lo usual en nuestros días, cuando a pesar de la retórica abundante del desarrollo sostenible, continúa confundiéndose en la práctica este concepto con el concepto de simple crecimiento económico lineal.

El concepto de modelo de desarrollo que el país adoptó, ha probado ser insuficiente en términos de desarrollo humano y de avance social, pero eso sí destructivo en lo que respecta al medio natural. Este esquema no solamente está agotando nuestros recursos, sino que ha producido una desigualdad social y económica que, desde luego y en buena parte, es el causante del abuso y deterioro de la naturaleza en Colombia, bajo los principios de la ética utilitarista lineal, enfocada sobretodo a aquello que produce dinero.

El nuevo modelo de desarrollo debe evitar que se agoten los recursos y, sobre todo, los sistemas de sostenimiento de la vida en la tierra. Tales sistemas lejos de ser destrozados deben ser continuamente fortalecidos para asegurar que las próximas generaciones puedan disfrutar de los bienes provenientes de los actuales recursos o de aquellos que puedan crearse en el futuro a partir del patrimonio preservado por las generaciones precedentes.

Pero para que esto sea realidad se requiere incrementar la creación de nuevos conocimientos mediante la investigación científica, tarea que debería ser prioritaria, no solamente al interior de nuestro Sistema de Educación Superior, sino como uno de los deberes prioritarios del Estado, para lo cual éste tiene que aportar los recursos financieros necesarios. La comunidad científica debe comprometerse a concientizar a los funcionarios públicos y a toda la sociedad sobre las condiciones prioritarias e imprescindibles de crear conocimiento y de convertirnos en una sociedad del conocimiento.

No podemos seguir importando modelos educacionales foráneos, inspirados en realidades diferentes a la nuestra y a nuestra sociedad multiétnica y multicultural, sobre todo aquellos referidos a entornos completamente extraños a nuestra naturaleza tropical, dotada de la más grande diversidad de climas, de suelos, de especies de organismos, de cuerpos y corrientes naturales de aguas dulces, de costas marítimas, de selvas, llanuras, altiplanos y páramos tropicales.

La importación de modelos foráneos nos alejará cada vez más de la meta de llegar algún día a conformar una nación claramente identificada por sus valores culturales, los mismos que se acentuarán cada vez más, en la medida que se consolide la armonía entre nuestros conglomerados humanos y la naturaleza.

Los cambios estructurales necesarios para alcanzar estas nuevas metas son de orden cualitativo, sobre todo en lo que respecta al sistema educativo, que debe apartarse de formalismos y afanes de lucro. En lo que concierne al Sistema de Educación Superior, se debe hacer énfasis en habilitarlo para la creación de conocimientos a través de la investigación científica, pero no como una actividad marginal, sino como uno de los pilares en el cual se apoye la formación de profesionales y científicos creativos, intensa y genuinamente preocupados por los problemas sociales. Con sus conocimientos, capacidades y experiencias, deben estar dispuestos a mantener los sistemas que soportan la vida, a lograr incrementar la producción económica sostenible en las ciudades y en el campo, a utilizar fuentes alternativas de energía, a aprender a conservar los alimentos producidos en mares, lagunas, ríos y fértiles campiñas. En síntesis deben ser capaces de diseñar procedimientos originales o al menos novedosos para aprovechar inteligentemente nuestros recursos y potencialidades y evitar así que en los países foráneos se sepa más de nosotros y de nuestro medio, que nosotros mismos y por esta razón se nos considere países "menores de edad" en el concierto de las naciones del planeta.

5.5 CIENCIA Y TECNOLOGÍA *VS* DESARROLLO

José Lozano*

Universalmente se acepta que únicamente por medio de la ciencia y los desarrollos tecnológicos, que sólo se pueden alcanzar a través de la educación, es posible lograr el desarrollo de un país. Aunque a mayor inversión en Ciencia y Tecnología corresponde una mayor productividad, la relación entre inversión en ciencia y educación no es directamente proporcional a la productividad (o desarrollo, desde un punto de vista economicista). También, Villegas y Cardoza[23], muestran que en los países con un avance notorio en Ciencia y Tecnología, el esfuerzo en inversión proviene más que del gobierno, de la industria y el capital privados.

En las últimas décadas, se han propuesto diferentes maneras de estrechar vínculos entre la investigación científica básica (Universidad), la industria (empresas), y el gobierno (institutos y otros entes gubernamentales), para lograr optimizar el uso de los recursos disponibles y mejorar los resultados. En Colombia se ha buscado mejorar la relación Universidad-Industria pero como lo afirma Posada[24], los resultados no han sido satisfactorios: "En los países en vía de desarrollo, en especial en América Latina, la universidad promedio, salvo honrosas excepciones, dedica su actividad esencialmente a la formación de profesionales y no a la generación de conocimiento. Por ese hecho, su interacción con el sector industrial se ha limitado, y eso en contados casos, a tratar de mejorar los programas de las diferentes carreras con base en las sugerencias expresadas por éste. Es por ello que la contribución de la universidad en sectores tan importantes como la negociación, la adaptación o la generación de tecnología ha sido mínima".

Es necesario reconocer que el concepto de desarrollo involucra mucho más que el criterio puramente económico y por tanto, deberíamos orientar nuestros esfuerzos hacia el logro de un modelo de desarrollo autóctono sostenible. Para esto, necesitamos construir la capacidad científica del país, lo que signifi-

* jlozano@accefyn.org.co

23 Villegas, Raimundo y G. Cardoza, 1993, América Latina, Informe mundial sobre la ciencia, pp. 29-42, UNESCO, Editorial.

24 Posada Eduardo, 1999, La relación universidad-industria: ¿Hasta dónde llegar?, Innovación y Ciencia, p. 7, V. VIII, No. 1.

ca desarrollar la capacidad necesaria para resolver los problemas nacionales y hacerlo de una manera sostenible. Para lograrlo se propone hacer uso del Sistema Nacional de Educación, o la parte de éste que sea necesaria, *no sólo para estudiar sino para contribuir activamente a la solución de los problemas.*

Ya he explicado, en sesiones anteriores de la Academia, los fundamentos del *Esquema de Formación Investigativa Participativa,* propuesto para alcanzar el desarrollo del país (Lozano[25, 26]).

Rápidamente, mediante las figuras presentadas por Lozano en los artículos citados, revisaré algunos de los fundamentos del esquema.

La figura 1, presenta una alternativa estratégica para resolver problemas del país por medio de la inclusión y participación activa del Sistema Nacional de Educación en el estudio y en la solución de estos problemas. Es en general,

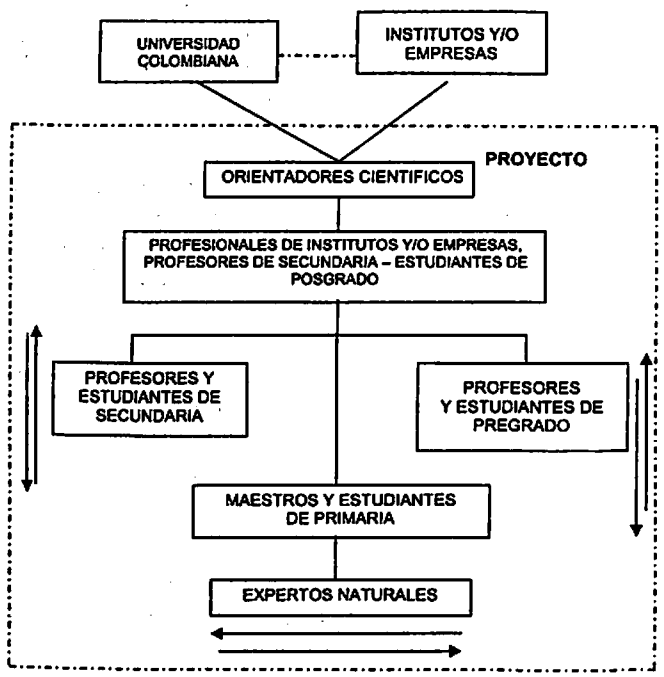


Fig. 1. Esquema de formación investigativa participativa. Tomada de Lozano, 1999.

25 Lozano, José A., 1993, Postgrado - optimización del uso de recursos, Memorias VI Congreso Colombiano de Geología, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.

26 Lozano, José A., 1999, Construcción de la capacidad científica y desarrollo, Seminario Nacional de Desarrollo y Territorio y Primera Asamblea Nacional de la Red Colombiana de Formación Ambiental, Universidad de Medellín, Colombia.

una propuesta de optimización del uso de todos los recursos potencialmente disponibles en el país, para resolver sus propios problemas.

La figura 2, ilustra un ejemplo de alianza universidad-empresa. El estudio y solución de problemas que debe enfrentar la empresa genera interrogantes, motivo de investigación científica básica por parte de la universidad, que al ser resueltos se transformarán rápidamente en desarrollos tecnológicos de aplicación inmediata; así, el desarrollo tecnológico es sustentable. En este ejemplo se requiere esencialmente de la participación del subsistema de Educación Superior Universitaria.

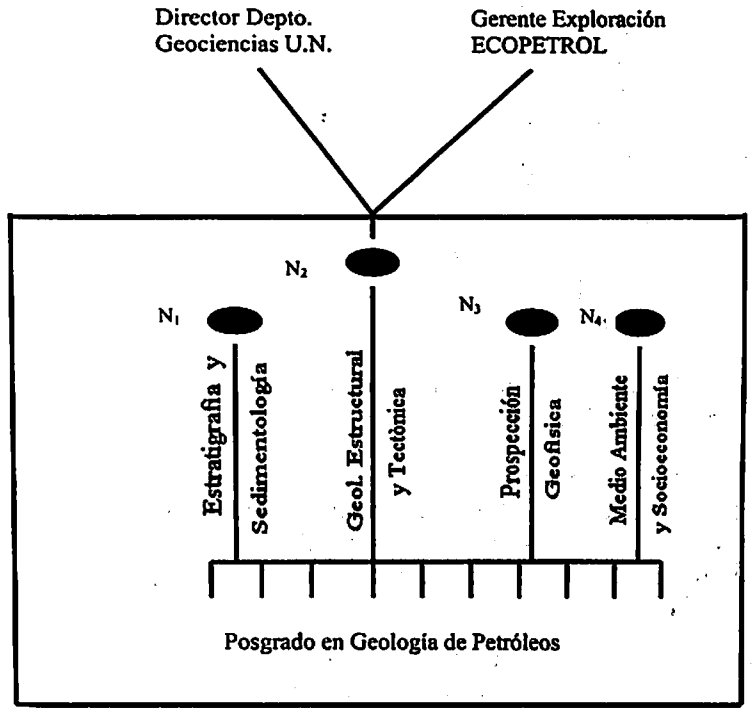


Fig. 2. Proyecto: Origen y Evolución de la Cuenca X. Tomada de Lozano, 1999.

Las figuras 3 y 4, presentan el Programa Nacional de Biodiversidad del Instituto Alexander von Humboldt a través del lente de la formación investigativa participativa. Esta visión muestra una propuesta de cómo se pueden involucrar en este programa a todos los constituyentes del Sistema Educativo y del Sistema Ambiental, para lograr el aprovechamiento sostenible de nuestra biodiversidad.

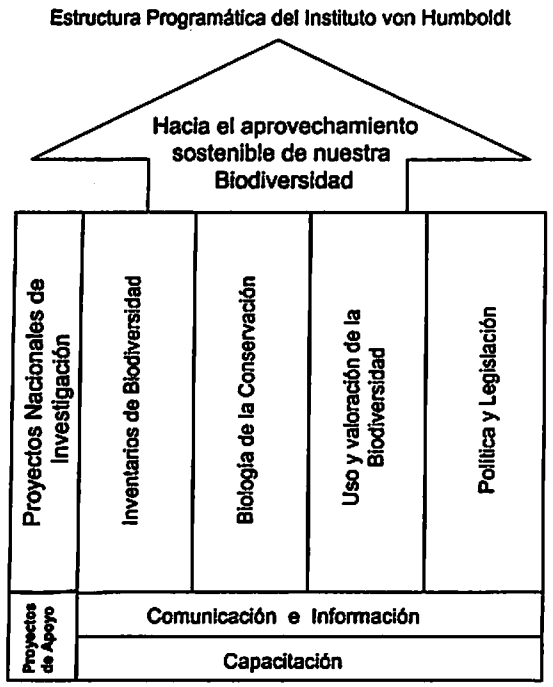


Fig. 3. Proyecto Nacional de Estudio y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad en Colombia. Tomada de Lozano, 1999.

La figura 5, es un esquema simplificado de una parte del esquema de la figura 4, para hacer énfasis en el beneficio que pueden recibir y en la contribución que pueden prestar los subsistemas de educación básica y media, al desarrollo del programa de biodiversidad o de manera más general, al programa ambiental del país.

Durante el II Seminario Latinoamericano y del Caribe, Universidad y Medio Ambiente (CUAO, Cali 1999) decía Enrique Leff: "Nunca antes en la historia hubo tantos seres humanos que desconocieran tanto y estuvieran tan excluidos de los procesos y de las decisiones que determinan sus condiciones de existencia; nunca antes hubo tanta pobreza, tanta gente alienada de sus vidas, tantos saberes subyugados, tantos seres que han perdido el control, la conducción y el sentido de su existencia; tantos hombres y mujeres desempleados, desarraigados de sus territorios, desposeídos de su cultura y de sus identidades. El pragmatismo político, que busca resolver las urgencias de la crisis económica, política y ecológica eficientando los procesos científicos, tecnológicos y económicos, ha conllevado una creciente devaluación del conocimiento. Ello no sólo se refleja en los magros presupuestos asignados a la educación, a la

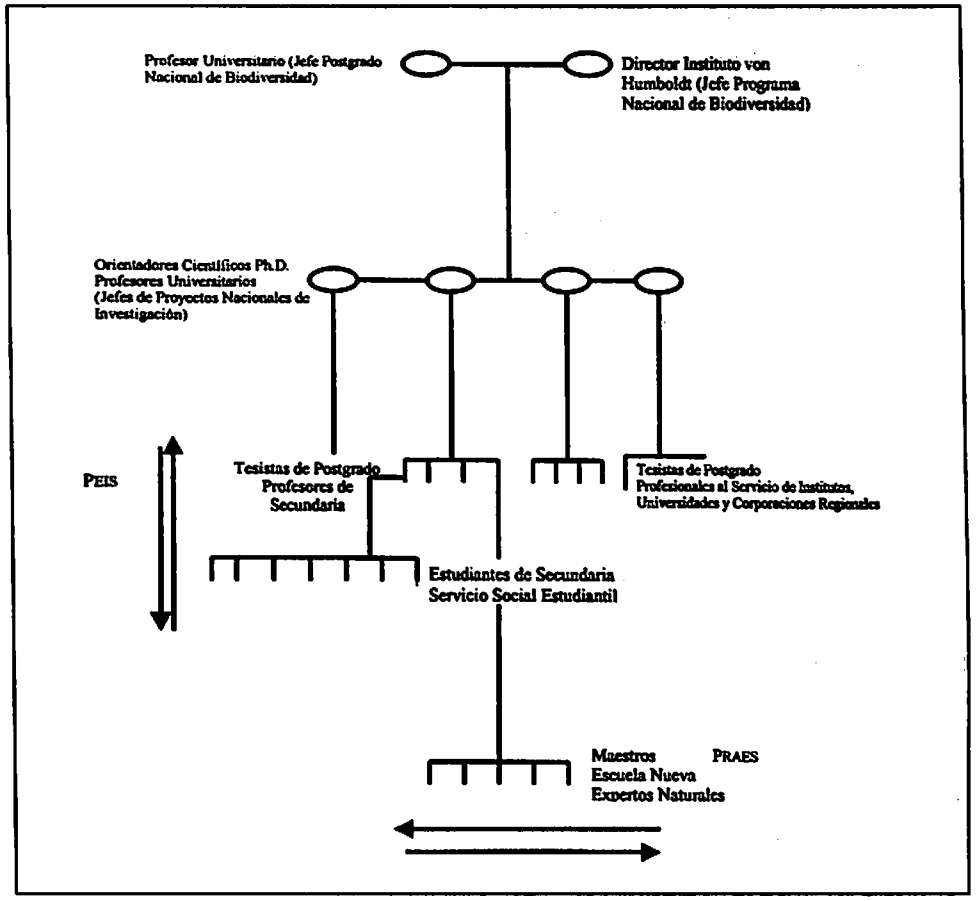


Fig. 4. Esquema de formación investigativa – participativa. Proyecto Nacional de Biodiversidad (proyecto de capacitación). Tomada de Lozano, 1999.

ciencia y a la tecnología en la mayor parte de los países de América Latina y el Caribe, sino a la falta de políticas de investigación interdisciplinaria para el desarrollo sustentable, al abandono del propósito de alcanzar una capacidad de autodeterminación científico-tecnológica, al olvido de los saberes y prácticas tradicionales del uso sustentable de los recursos naturales".

Teniendo en cuenta estas aseveraciones de Leff, que considero son problemas reales de nuestro país y en la búsqueda de propuestas para encontrar soluciones, estamos trabajando con Klaus Schütze, en el desarrollo de una propuesta que, usando el esquema de formación investigativa participativa, establezca conexiones entre los componentes del sistema educativo y la socie-

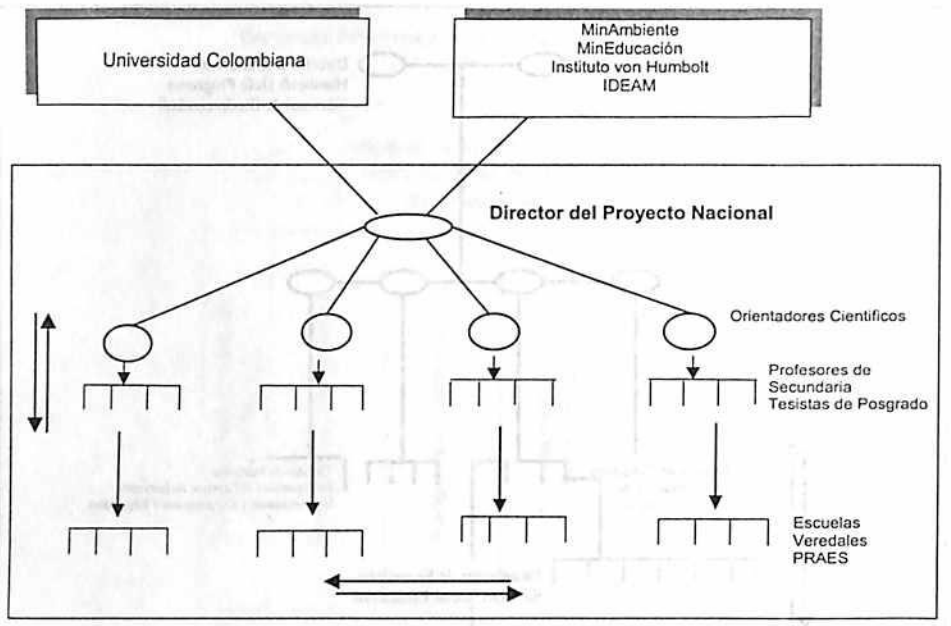


Fig. 5. Subproyecto estudio y solución de problemas ambientales veredales en Colombia. Tomada de Lozano, 1999.

dad, para conocer los problemas a nivel veredal, de manera que sea posible usar el conocimiento universal para resolver problemas locales municipales y veredales. En este proceso, el conocimiento universal y el desarrollo tecnológico no llegan en la forma tradicional que arrasa con la cultura y las tradiciones locales sino que las acepta, las estudia para entenderlas y fortalecerlas o procurar cambiarlas según la decisión ética de una sociedad local enterada, capacitada para cuestionar su presente y programar su futuro. Este proyecto se presentó en el Congreso Interamericano de Medio Ambiente[27], y se resume en la figura 6.

El proyecto consiste esencialmente en la elaboración de diagnósticos ambientales municipales en 1.000 municipios y en el logro de la consolidación del sistema ambiental local –SIAL– en cada uno de estos municipios, en cumplimiento de los requisitos para obtener títulos de postgrado, en un programa creado especialmente para profesores de secundaria. En las tesis, de al menos

27 Lozano, José A., y Schütze, Klaus 2000, Formación Investigativa – Participativa– Diagnósticos Ambientales Municipales, CIMA 2000 – Universidad Industrial de Santander.

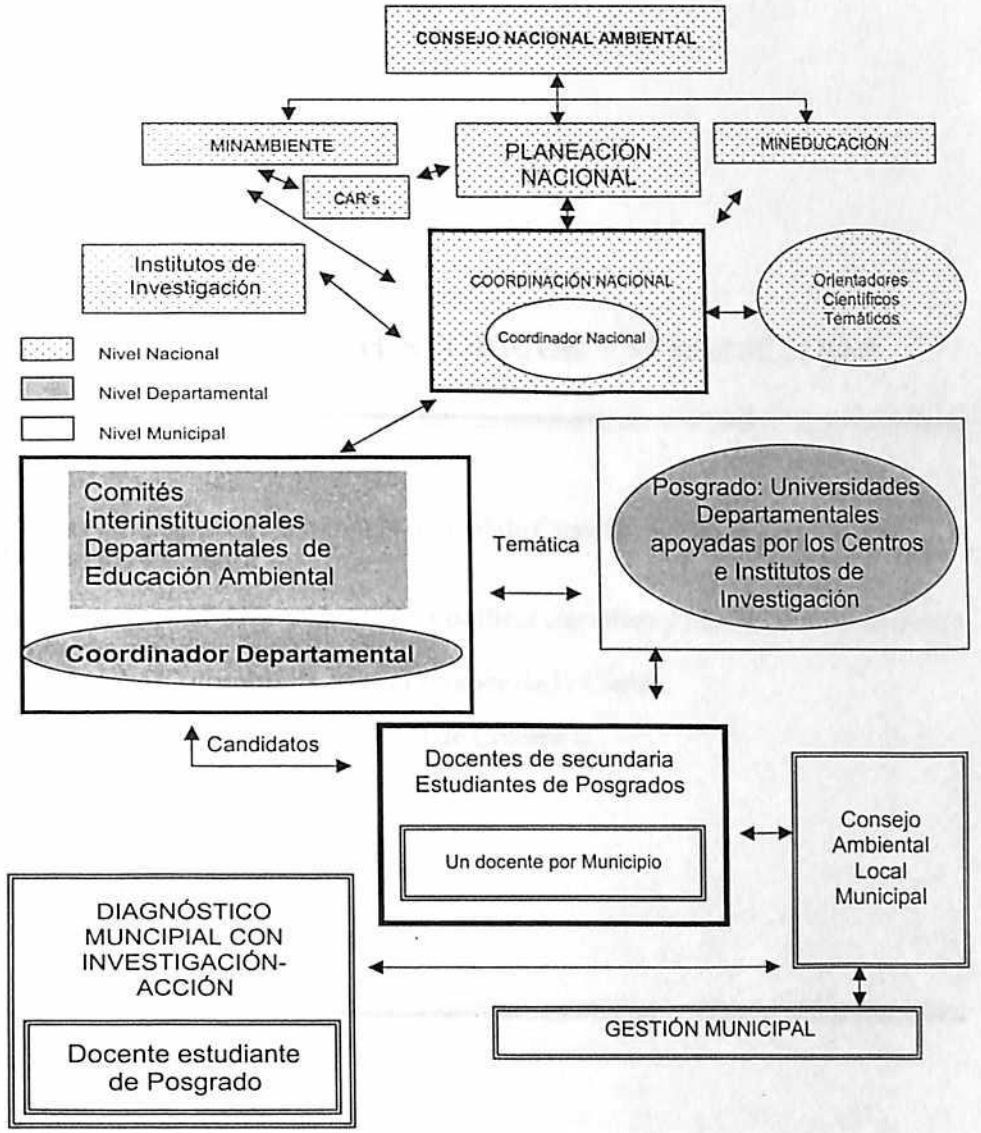


Fig. 6. Esquema de formación investigativa participativa. Diagnósticos ambientales municipales. Tomado de Lozano y Schütze, 2000.

un profesor por municipio, se elaborará cartografía básica y temática a escala 1:25.000 de uno o varios de los temas ambientales propuestos, según las condiciones locales, a juicio del director de tesis.

Referentes históricos y perspectivas

Visión del papel del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología
Dr. Carlos Corredor

Aportes para la definición de una política científica y tecnológica con función social para Colombia
Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia

El inventario de la Biodiversidad de Colombia
Dr. Jorge Orlando Rangel

6.1 VISIÓN DEL PAPEL DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

*Carlos Corredor**

INTRODUCCIÓN

Es un lugar común decir que la ciencia no hace parte de la cultura latinoamericana. Sin embargo, en Colombia hemos tenido una sucesión de científicos que, en forma individual y aislada de un sistema oficial, han hecho importantes aportes al conocimiento. De esta visión general tenemos una excepción importante, aunque limitada en el tiempo, que fue la Expedición Botánica de Mutis, esfuerzo oficial del despotismo ilustrado de fines del siglo XVIII, que sobrevivió gracias al tesón de su fundador e inspirador y que se vio finalmente truncado, no sólo por la muerte de Mutis, sino principalmente por los problemas políticos de una nacionalidad naciente.

La República se preocupó por la instrucción pública y el mismo Santander fundó universidades tan importantes como las del Cauca y Cartagena y colegios mayores en capitales de provincia. Pero desafortunadamente, y siguiendo el modelo que había sido impuesto por Napoleón, concibió la universidad sólo como una institución que forma los profesionales que necesita el Estado para su funcionamiento y la sociedad para su salud y progreso. Pero no le dio la función que Humboldt había introducido en la universidad alemana, es decir, la de producir conocimiento a través de la investigación siguiendo los dos principios rectores de libertad de investigación y de financiación estatal de la misma. Y nuestros fundadores no se preocuparon por fundar institutos de investigación y desarrollo como sí ocurrió en Francia. El resul-

* Universidad Javeriana, Bogotá Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá

tado es que la investigación floreció en Colombia más por esa innata obsesión que hace que algunas personas dediquen todo su esfuerzo, todo su tiempo y aún su patrimonio con el sólo objetivo de conocer, independientemente de su posible utilidad. Durante el Siglo XIX y gran parte del Siglo XX, el ideal de lo práctico de que hablara Sanford, tan sólo fue el propósito de algunos iluminados como Ospina, Pombo y otros que vieron en la técnica la única opción de desarrollo de un país agrícola sumido en una continua guerra intestina.

Los cinco años posteriores a la última posguerra mundial vieron un cambio en la orientación de la universidad colombiana con la fundación de la Universidad Industrial de Santander, del Valle y la Universidad de los Andes. Sólo entonces se considero ideal lo práctico, que en forma solitaria había planteado la Escuela de Minas de Antioquia. En esas nuevas universidades no sólo se cambió el paradigma de la educación humanística por la educación tecnológica, sino que también se comenzó en forma institucional a favorecer la investigación y a contratar sistemáticamente profesores de tiempo completo, formados como investigadores a nivel doctoral en universidades extranjeras. Y esto también permitió que surgiera en Colombia una nueva profesión, la de profesor universitario, que vive de su profesión de investigador y docente y no depende, como antes, del ejercicio de las profesiones liberales, ni le dedica un tiempo marginal a la docencia, pues ser profesor universitario dejó de ser exclusivamente un honor para quienes se habían distinguido en la práctica profesional.

De esta manera se dan las condiciones para que casi veinte años después, en 1968, el Estado decida financiar la incipiente investigación institucional de las universidades y crear un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA – FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS – COLCIENCIAS

El primer intento de crear un sistema institucionalizado de Ciencia y Tecnología parte de la creación de un Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del más alto nivel político. Sin embargo, este Consejo tan sólo sesionó un par de veces pero tuvo el acierto de crear el Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas", Colciencias, y adscribirlo al Ministerio de Educación en donde le asignaron un presupuesto. Siendo un Fondo de Financiación de Proyectos, a su director se le dio el nombre de Gerente y se designó al Capitán Alberto Ospina para ese cargo. Le correspondió a Ospina y a su sucesor, el médico Efraim Otero, sentar las bases del organismo y se optó por un sistema de financiación de investigación parecido al norteamericano en el que los escasos fondos se asignan a proyectos a

través de concurso y no a instituciones, centros o institutos. Es esta, quizás, una de las políticas que habría que debatir y preguntarnos si en un país en el que la investigación institucionalizada era nula, los investigadores recién establecidos, los empresarios absolutamente ignorantes de lo que la ciencia y la tecnología les podía deparar para mejorar sus negocios e incrementar su productividad, los políticos convencidos de que el Estado se manejaba desde las tradiciones anquilosadas de las profesiones liberales, y la financiación para la educación apenas si alcanzaba para asegurar la formación obligatoria hasta el quinto año de primaria, no hubiera sido preferible una política mixta de financiación de la investigación en la que, como en Europa, se apoyara en forma estable el desarrollo de grupos específicos reconocidos y como en Estados Unidos se pudiera también acceder a la financiación a través de concurso por proyecto. La agonía actual del CIF, CIB, CIDEIM y FEDESARROLLO y de muchos de los grupos de excelencia de nuestras universidades nos hacen dudar de lo acertado de tal política.

Muy pronto fue claro que los recursos disponibles dentro del presupuesto del Ministerio de Educación para la ciencia eran insuficientes. Ospina inició contactos con la banca multilateral que se concretaron casi tres lustros después en préstamos del BID. El primero de ellos se dividió entre el ICFES y Colciencias y atendió a dos políticas diferentes: el del ICFES se destinó al fortalecimiento de la investigación a través del fortalecimiento de los programas de maestría basados en investigación, mientras que el de Colciencias se dedicó a continuar la financiación por concurso de proyectos individuales. A pesar de la buena intención, el programa ICFES-BID se vio entorpecido por la exagerada burocracia y centralismo, por fallas de concepción en cuanto a propósitos inmediatos y mediatos, y por equivocaciones en la forma como se escogieron los programas a fortalecer y los rubros a financiar. Pero, pese a todos los problemas que tuvo y que impidieron que se contratara una segunda etapa, el programa dejó una infraestructura investigativa sin la cual hubiera sido imposible tener muchos de los programas de doctorado en Ciencias que actualmente existen en Colombia.

Por el otro lado, Colciencias tuvo éxito en promover proyectos individuales y obtuvo dos préstamos adicionales, el último de los cuales apenas se está acabando de utilizar en este momento. Estos nuevos préstamos, y en particular el último, contemplaron acciones adicionales a la financiación de proyectos. Debemos destacar los programas de formación a nivel doctoral que por ley le corresponde cofinanciar y de apropiación social de la ciencia.

Sería muy difícil hacer en tan corto tiempo un análisis justo de los que se han llamado los programas Colciencias-BID. Tan sólo enumeraré unos cuantos puntos de reflexión:

La financiación de la ciencia a través de préstamos internacionales y no a través de un rubro estable en el presupuesto nacional fue una acción necesaria, dadas las condiciones particulares de nuestros políticos, cuya formación les ha impedido entender el papel de una ciencia autóctona. Sin embargo, tiene como consecuencia que la financiación se hizo "al debe" y los préstamos hay que pagarlos y con intereses. Una de las dificultades que hoy tenemos es la de financiar los gastos corrientes y los de pagar capital y servicio de la deuda.

Respecto al modo de contratación, el Gobierno se comprometió con una partida igual a la del préstamo de los fondos ordinarios del presupuesto y ligó los desembolsos del BID a los desembolsos de contrapartida. Ante la incapacidad del gobierno a partir de 1996 de cumplir con sus compromisos, los fondos de préstamo y contrapartida que se deberían haber utilizado totalmente en 1998 no se han podido terminar de gastar y el programa ha prolongado su agonía hasta el presente.

El monto total del préstamo y la contrapartida del tercer contrato inicialmente convenida en US$200 millones debería haber asegurado una inversión anual de US$50 millones, de los cuales le correspondían al gobierno US$25 millones. Esta cifra absolutamente insignificante y que corresponde al presupuesto de varios departamentos de universidades norteamericanas, no sólo no fue desembolsado a partir de 1997, sino que se constituyó en la casi totalidad de lo presupuestado para la financiación concursable de ciencia y tecnología.

Sin embargo, los préstamos han tenido muchas consecuencias favorables: hasta 1998 se financió mal que bien la investigación por proyectos y se permitió la consolidación de centros y grupos de investigación de excelencia con el concurso de las universidades que proveyeron la mayor parte de los costos inherentes a la investigación como son la infraestructura locativa y de salarios para su funcionamiento. Se ha multiplicado, y aún así sigue siendo exiguo, el número de publicaciones en revistas indexadas. Se han formado o están en formación 620 doctores, número extraordinariamente pequeño para nuestras necesidades, pero mayor que en cualquiera otra etapa de nuestra historia. Se crearon y fortalecieron 37 programas doctorales en todo el país en los cuales hay en este momento más de 200 estudiantes matriculados. Se apoyaron programas de divulgación científica como Cuclí-Cuclí y Maloka, y se creó un programa de jóvenes investigadores que ha permitido descubrir y promover la vocación científica de muchos de nuestros jóvenes.

Sin embargo, nuestro peor problema es la falta de continuidad de nuestros programas, pues se le ha quitado el aire a todos los programas oficiales al privarlos de financiación. En este momento, el presupuesto de Colciencias tan sólo alcanza para asegurar las becas de los estudiantes doctorales y distribuir algunos recursos para apoyar directamente a la investigación. El porcentaje del

PIB invertido en Ciencia y Tecnología que en 1997 llegó a US$398 millones correspondientes a casi un 0.7 del PIB se situó en el 0.2 % para el presente año, un porcentaje igual al invertido en 1983.

De lo anterior queda claro que nuestro principal problema es la volatilidad o inexistencia de la política estatal en materia de Ciencia y Tecnología y la consiguiente frustración de los científicos que pensamos habíamos despegado y súbitamente nos han dejado sin aire. Una lección a aprender es que es necesaria una financiación estable y, sobre todo, confiable para los grupos y los institutos de investigación y que esa financiación no puede estar ligada sólo a fondos concursables.

LEY 29 DE 1991

Una muestra de cómo la organización de la comunidad científica puede influir sobre la formulación de política estatal es la Ley 29 de 1991. En efecto, la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia tomó la decisión de interesar a un grupo de congresistas en apoyar y eventualmente aprobar legislación que estableciera el papel del Estado como responsable del fomento y apoyo a la actividad científica en Colombia. La ley contiene una serie de principios que obligan al gobierno a apoyar las actividades científicas en todos los campos y lo provee de algunos instrumentos para lograrlo. Es una lástima que el Ministro de Hacienda de turno le hubiera quitado a última hora la obligación de destinar un 2% de los recursos de los ministerios e institutos públicos a actividades de investigación y desarrollo, como lo había propuesto la ACAC, y hubiera dejado indeterminado el monto, lo que ha hecho que en algunos casos se incluya la investigación en el presupuesto, como en el caso de Salud, y ni siquiera se contemple en la mayoría de los casos, como es de esperar ante la falta de una cultura científica de los funcionarios escogidos tan sólo por razones políticas. Una importante falla para la aplicación de la ley es que la mayor parte de sus artículos no han sido reglamentados. Quizás más que una ley nueva, como aparece en el Plan Estratégico, se debería proceder a la reglamentación total y aplicación de la existente.

En uso de las facultades extraordinarias que le concedió el artículo 11 de la ley, el Gobierno expidió decretos que reglamentaron algunos de esos artículos. A través de estos decretos-ley se creó el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Este es un sistema en el que se incluyen todos los actores activos y pasivos de la actividad científica y tecnológica, es decir, todas las instituciones del país: ministerios, institutos, universidades, centros de investigación, industria, etc., y le da al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología el papel de orientar y coordinar al Sistema. Colciencias pasa de ser un Fondo de Financiación a ser un Instituto que mantiene las funciones del Fondo, pero que, al mismo tiempo adquiere varias nuevas,

siendo la principal la de apoyar y cofinanciar la formación de recursos humanos para Ciencia y Tecnología a nivel doctoral y ejercer la secretaría del Consejo. Para que Colciencias pueda cumplir adecuadamente estas funciones pasa del Ministerio de Educación a ser adscrita a Planeación Nacional.

Este último punto ha generado y genera aún una serie de preocupaciones. La propuesta inicial de ACAC fue la creación de un Ministerio de Ciencia y Tecnología. Argumentos importantes contra la politización de la actividad científica nos convencieron de que quizás esta no era la mejor figura. Se propuso, entonces que fuera un Departamento Administrativo dependiente de la Presidencia de la República. Finalmente se adoptó la actual figura, pero su director es directamente nombrado por la Presidencia.

A pesar de los argumentos a favor, creo que la adscripción de Colciencias a Planeación en la forma actual, aunque mejora su situación como un instituto más adscrito a un ministerio, no responde a las necesidades de un país con investigación deficiente, con un número de científicos entrenados a nivel doctoral que no se compagina ni con su población ni con su importancia económica y sin un sistema real de Ciencia y Tecnología. Sería conveniente revisar esta política y crear el Departamento Administrativo Nacional o darle una jerarquía suficiente en Planeación que asegure un adecuado presupuesto.

El decreto también creó los once Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología hoy existentes (en su primera versión sólo existía el Consejo de Básicas) y permitió la creación de nuevos en la medida en que fueran necesarios. El Comité Externo de Asesoría y Seguimiento del programa Colciencias BID ha propuesto la creación de un nuevo Programa Nacional de Ingeniería, que parece fundamental para el desarrollo de la tecnología en el país.

Los programas son dirigidos por Consejos conformados por personas de la comunidad científica, del gobierno y de la industria y son autónomos en sus decisiones. Los consejos han cumplido importantes actividades, una de las cuales ha sido la formulación en este último año de planes estratégicos hasta el 2004 en cada uno de los programas. Muchas de las críticas que se hacen en la comunidad científica y en esta misma Academia a Colciencias como institución, se originan en el funcionamiento de estos consejos. En efecto, las decisiones sobre financiación de un determinado proyecto no son tomadas por funcionarios del Instituto, sino por los miembros del consejo quienes actúan a título personal y no responden sino a su leal saber y entender. Pienso que el sistema tiene bondades innegables tales como que las decisiones no respondan a presiones políticas, grupales o institucionales y, por tanto, deben responder sólo a los méritos intrínsecos de los proyectos. Pero tiene como inconveniente la poca o ninguna comunicación con la comunidad científica para medir sus fortalezas y debilidades y de ese análisis formular políticas efectivas de fomento. Sin que el resultado haya sido malo, favorece naturalmente a los grupos más

consolidados y a las instituciones con mejor infraestructura de personal calificado y laboratorios adecuados. Sería importante revisar un poco esta política para que, continuando con apoyo creciente a los grupos más productivos, de todas formas se diseñen mecanismos para apoyar el desarrollo de los que están empezando y se promuevan áreas necesarias para el país y el bienestar de sus ciudadanos.

PROPUESTA ACAC: POLÍTICA DE CIENCIA Y POLÍTICA PARA LA CIENCIA

La Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia le propuso al actual gobierno un plan estructurado de acción en investigación científica y tecnológica, parte del cual fue eventualmente incorporado al Plan Nacional de Desarrollo (Ver capítulo siguiente).

En su introducción el documento dice: "Para alcanzar la paz que el país requiere en forma urgente y para salir de su atraso, Colombia y sus dirigentes no tienen hoy más alternativa que buscar el avance acelerado de su desarrollo científico y tecnológico, sobre la base de políticas y estrategias gubernamentales agresivas y del compromiso serio y decidido de todos los colombianos. De lo contrario, el país estará condenado a enfrentar el próximo milenio sin un proyecto social consistente, sin herramientas de progreso técnico y sin esperanzas de mejorar la calidad de vida y el bienestar de su población".

Más adelante se afirma: "La política científica y tecnológica de un país es la sumatoria de un conjunto de objetivos sociales, compatibles entre sí y con los recursos del país, originados en un consenso de aspiraciones y propósitos de la sociedad para definir su *proyecto como nación* y resolver los problemas que la aquejan. Al definir los elementos de esta política, los objetivos sociales de la ciencia y la tecnología resultan esenciales y dan al progreso científico-tecnológico un sentido profundamente humano; son la respuesta al *¿para qué?* y *¿al para quién?* del desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, como bien público y como propósito nacional.

> "La formulación de un Plan Nacional de Desarrollo debe tomar en consideración la necesidad de avanzar en todas las áreas del conocimiento y en sus aplicaciones, dando prioridad al desarrollo de tecnologías dirigidas a la satisfacción de las necesidades básicas de los ciudadanos y al logro de una capacidad industrial competitiva en términos internacionales. Así, el Plan de Ciencia y Tecnología de Colombia deberá contemplar entre sus objetivos prioritarios la construcción, en el corto término, de una capacidad científica y tecnológica adecuada y suficiente para suplir las necesidades sociales, así como las específicas del sector productivo para enfrentar el desafío de la competencia internacional y contribuir a lograr el desarrollo económico y social del país en el mediano y largo plazo".

En estos párrafos ACAC sintetiza lo que parecería el consenso de la comunidad científica en cuanto a lo que el Estado debe hacer para cumplir con su función y con la misma Ley de Ciencia y Tecnología. Pero luego va más lejos y dice:

> "El énfasis en los objetivos sociales de la ciencia, que hemos llamado la política de la ciencia, no debe, sin embargo, disminuir la importancia de los objetivos científicos de la ciencia, es decir, *la política para la ciencia*. Porque sólo mediante la construcción de una infraestructura Científica y Tecnológica vigorosa, y con la definición de políticas claras que se puedan sostener en el tiempo, le es posible a un país estructurar su proyecto social, lograr capacidad de progreso técnico y alcanzar sus metas de desarrollo económico".

Es importante resaltar la diferenciación que se hace entre una política de Estado en la que la ciencia es parte y motor del desarrollo social y el hacer que ésta se concrete en mecanismos específicos que contribuyan al desarrollo de la ciencia misma. Estas dos políticas aunque diferentes, están intrínsecamente ligadas. El problema es articularlas. Y es aquí donde aparece el problema principal de la actual coyuntura. En efecto, en la Ley 29 y decretos-ley complementarios se formula una política estatal de ciencia y se establecen algunos mecanismos para fomentar la ciencia, siendo, quizás, el principal, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Sin embargo, este sistema no existe en la práctica. Podríamos decir que el resultado del reconocimiento legal del papel del Estado en cuanto a Ciencia y Tecnología se tradujo en la práctica únicamente en una institucionalización del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología que ahora se reúne periódicamente y el cambio de adscripción de Colciencias. Pero el sistema no existe, y sin él, la política basada en su existencia no tiene ni puede tener realidad alguna.

Estas consideraciones son importantes ante la disminución real tanto en pesos corrientes como en pesos de valor constante en la financiación gubernamental de Colciencias, que en este momento es muchísimo menor que la que tenía hace un lustro. Ante la inexistencia del Sistema, es simplemente un autoengaño decir que la financiación para la investigación se ha mantenido porque algunos Ministerios y algunas universidades tienen fondos para investigación que, en ciertos casos, superaran el presupuesto total de Colciencias y porque el sector privado está comenzando a invertir en ella. El hecho real es que la investigación, particularmente en ciencias básicas y ciencias sociales, depende de Colciencias y el ahogo a que ha sido sometido el Instituto ha incidido negativamente en forma grave en la investigación en estas áreas, en la supervivencia de centros de excelencia y en el funcionamiento de los programas de doctorado nacionales.

De lo anterior surge, naturalmente, una propuesta que debería tenerse en cuenta. El papel fundamental de Colciencias debe ser el de convertirse en una interfase entre los diferentes actores del Sistema, lograr su coordinación en cuanto

a políticas y a su trabajo conjunto, en cuanto a programas de investigación y desarrollo, con financiación adecuada provista por aquellos actores que tengan presupuesto para ello. Para hacerlo, Colciencias debe tener un papel real en la asignación del gasto en Investigación y Desarrollo de los entes públicos, como lo ordena la Ley 29 y, además, participar con ellos en la forma como se articula la ejecución con programas de los demás entes estatales. Para ello, es importante tener en cuenta los subsistemas sociales señalados en el documento de ACAC: el educativo, científico y cultural; el natural; el económico; el social y el político. Sin embargo, Colciencias tendrá que asumir el papel de financiar directamente la investigación en ciencias básicas y sociales para las que no hay presupuesto en otras entidades e instituciones públicas y privadas, y continuar su política de apoyo y fortalecimiento a los programas doctorales y a la apropiación social de la ciencia. En este sentido, se necesita una reforma en la orientación, pero también un verdadero fortalecimiento de Colciencias en el corto plazo, que incluya un presupuesto adecuado para cumplir con este papel.

El debate que hemos iniciado hoy, debe continuarse en el futuro. Creo que a la Academia le corresponde seguir estudiando y proponiendo políticas generales para el desarrollo de la Ciencia y que debe hacer un seguimiento de su cumplimiento. En esto debe trabajar de la mano de la ACAC y las sociedades científicas. Y debe cumplir su papel legal de asesor al Gobierno en estas materias de manera oficiosa, sin esperar a ser consultada.

Quisiera resumir, a manera de conclusión, las propuestas esbozadas:

- Es necesario encontrar el mecanismo para asegurar un financiamiento estable para Centros y Grupos de Investigación de excelencia.
- Deberíamos revisar la tradición de sólo financiar proyectos y, en cambio, reorientar la política de las entidades financiadoras y aún de las mismas universidades para favorecer la formulación y financiación de programas de investigación a mediano y largo plazo, con metas intermedias definidas y verificables de las cuales dependa la continuidad de la financiación.
- Se debe lograr que Colciencias, actuando como interfase entre los actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, consiga articular y poner a funcionar un verdadero Sistema en el que la cooperación sinergice la actividad de cada entidad.
- Se debe asegurar que Colciencias tenga el suficiente presupuesto para lograr que pueda cumplir la función de financiar los programas de ciencias básicas y sociales, la formación de recurso humano a nivel doctoral y busar la apropiación social del conocimiento.

A la Academia le corresponde un papel activo en la formulación y ejecución de las políticas de ciencia y tecnología y en el seguimiento de las acciones.

6.2 APORTES PARA LA DEFINICIÓN DE UNA POLÍTICA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA CON FUNCIÓN SOCIAL PARA COLOMBIA

Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia[28],
ACAC, Bogotá

Para salir de su atraso relativo, Colombia no tiene hoy otra alternativa que buscar el avance acelerado de su desarrollo científico y tecnológico.

Sin progreso científico y tecnológico no hay futuro. Para alcanzar la paz que el país requiere en forma urgente y para salir de su atraso, Colombia y sus dirigentes no tienen hoy más alternativa que buscar el avance acelerado de su desarrollo científico y tecnológico, sobre la base de políticas y estrategias gubernamentales agresivas y del compromiso serio y decidido de todos los colombianos. De lo contrario, el país estará condenado a enfrentar el próximo milenio sin un proyecto social consistente, sin herramientas de progreso técnico y sin esperanzas de mejorar la calidad de vida y el bienestar de su población.

Esto también significa que sin políticas consecuentes y audaces de educación en todos los niveles, no sólo nos seguiremos matando, sino que nuestros índices de pobreza absoluta seguirán creciendo y nuestro comportamiento social será el de la barbarie.

Estamos hablando de una educación para la mayoría de edad, que no sólo capacite para un trabajo y una profesión dignificante, sino también para la participación democrática en el rediseño de una Colombia en la que quepamos todos, en la que se den las condiciones necesarias de bienestar, se logre la gramática de comprensión mutua que posibilite la cooperación y se obtenga legitimidad para un Estado Social de Derecho Democrático. Los colombianos

28 Documento entregado por el Académico Dr. Carlos Corredor como Anexo de su ponencia.

no podremos ingresar al próximo milenio si seguimos con la democracia como una asignatura pendiente.

Por todo esto proponemos el compromiso con una política científica y tecnológica con función social para Colombia. Es evidente que la función social de la ciencia y la tecnología presupone y refuerza todo lo que es necesario, cultural y económicamente, para reconstruir una sociedad civil viable y que merezca el nombre de tal.

La política científica y tecnológica de un país es la sumatoria de un conjunto de objetivos sociales, compatibles entre sí y con los recursos del país, originados en un consenso de aspiraciones y propósitos de la sociedad para definir su proyecto como nación y resolver los problemas que la aquejan. Al definir los elementos de esta política, los objetivos sociales de la ciencia y la tecnología resultan esenciales y dan al progreso científico-tecnológico un sentido profundamente humano; son la respuesta al ¿para qué? y ¿al para quién? del desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, como bien público y como propósito nacional.

La formulación de un Plan Nacional de Desarrollo debe tomar en consideración la necesidad de avanzar en todas las áreas del conocimiento y en sus aplicaciones, dando prioridad al desarrollo de tecnologías dirigidas a la satisfacción de las necesidades básicas de los ciudadanos y al logro de una capacidad industrial competitiva en términos internacionales. Así, el Plan de Ciencia y Tecnología de Colombia deberá contemplar entre sus objetivos prioritarios la construcción, en el corto término, de una capacidad científica y tecnológica adecuada y suficiente para suplir las necesidades sociales, así como las específicas del sector productivo para enfrentar el desafío de la competencia internacional y contribuir a lograr el desarrollo económico y social del país en el mediano y largo plazo.

El énfasis en los objetivos sociales de la ciencia, que hemos llamado la política de la ciencia, no debe, sin embargo, disminuir la importancia de los objetivos científicos de la ciencia, es decir, *la política para la ciencia*. Porque sólo mediante la construcción de una infraestructura Científica y Tecnológica vigorosa, y con la definición de políticas claras que se puedan sostener en el tiempo, le es posible a un país estructurar su proyecto social, lograr capacidad de progreso técnico y alcanzar sus metas de desarrollo económico.

El compromiso de institucionalizar la ciencia y la tecnología a través de un organismo del más alto nivel, especializado en esta materia, así como el de invertir en desarrollo científico y tecnológico, resulta pues, vital para el futuro de la nación. De no ser por la decisión política que en tal sentido tomaron sus gobernantes, los países del sudeste asiático, que hace treinta años se

encontraban en condiciones de atraso relativo con relación a Colombia, aún estarían a la par con la precaria situación de desarrollo que hoy vivimos.

Al contrario de lo que ha sucedido entre nosotros, ellos tomaron una decisión seria, consistente y sostenida de organizar y financiar la preparación de su capital humano, el fortalecimiento de sus estructuras educativas y de su Aparato Científico y Tecnológico y, en menos de treinta años, alcanzaron en muchos campos, entre ellos el del bienestar económico, a los países industrializados.

Colombia es uno de los países emergentes que menos invierten en desarrollo Científico y Tecnológico y, lo que es más preocupante, ha venido disminuyendo su ritmo de inversión a partir del año 1996. En efecto, el presupuesto nacional de inversión en ciencia y tecnología se redujo en 1997 al mismo nivel que en 1995, y ha continuado su acelerado descenso, con la amenaza de ser aún menor en el futuro. La situación actual no puede ser más precaria: invertimos en Ciencia y Tecnología menos del 0,4% del PIB en comparación con niveles que se acercan al 1% en otros países de América Latina, y entre el 2 y el 4% en los países desarrollados. En recursos humanos para Ciencia y Tecnología, los países industrializados tienen entre 2000 y 3000 científicos e ingenieros que trabajan en investigación y desarrollo por cada millón de habitantes, mientras que en Colombia apenas contamos con 166. Si quisiéramos avanzar al nivel de la tasa de uno por mil, es decir, mil científicos e ingenieros empeñados en investigación y desarrollo por cada millón de habitantes, tendríamos que alcanzar la cifra de 36.000 lo que implica que tendríamos que formar en los próximos años ¡por los menos 30.000 nuevos científicos e ingenieros para estas actividades! En consecuencia, un propósito esencial de la política económica y social del país debe ser el de imprimir un crecimiento acelerado y sostenido a la inversión en ciencia y tecnología, con el fin de influir en todos los sectores de la vida nacional. Este propósito es apenas una consecuencia del mandato constitucional establecido particularmente en los artículos 69, 70 y 71 de nuestra Carta Fundamental de 1991.

La ciencia y la tecnología permiten la acumulación de conocimiento en una sociedad; ésta, a su vez, constituye el origen de la riqueza. Las dos determinan el nivel de bienestar intelectual y material de la población. Una sociedad pobre en conocimiento –como es el caso de Colombia– que además no lo valora, es pobre en los aspectos cultural, político, social y económico y no está en capacidad de manejar en forma eficiente su patrimonio natural.

En ese contexto, una estrategia para el desarrollo científico y tecnológico de Colombia debe ser concebida para influenciar los subsistemas sociales que se relacionan a continuación.

SUBSISTEMA EDUCATIVO, CIENTÍFICO Y CULTURAL:

- Reconvertir el paradigma tecno – educativo, de tal manera que se desarrollen en el estudiante las habilidades de creatividad, pensamiento sistémico, exploración y trabajo en equipo
- Construir una capacidad científica y tecnológica vigorosa, fortaleciendo principalmente la formación de investigadores a través de programas de postgrado nacionales al más alto nivel posible y de formación en el exterior cuando sea necesario.
- Desarrollar un programa nacional de educación tecnológica para el trabajo.
- Popularizar la ciencia y la tecnología con el fin de mejorar la calidad de la educación básica, contribuir a la capacitación de los docentes de todos los niveles, y aportar a la construcción de una cultura científica y a la apropiación social de la ciencia que fortalezca el ejercicio de la democracia y la capacidad productiva de los colombianos.

Como resultado de lo anterior se logrará el mejoramiento del capital humano y con él la creación de oportunidades para los colombianos en el campo nacional e internacional.

SUBSISTEMA NATURAL

- Desarrollar, transferir e incorporar tecnologías que permitan dar valor agregado a nuestros recursos naturales, principalmente a aquellos exportables.
- Crear una capacidad científica y tecnológica, cultural e investigativa, para conocer, conservar y utilizar de manera sostenible la rica biodiversidad existente en el territorio nacional.
- Detener, a través del desarrollo de la ciencia y la aplicación de tecnologías limpias, el agudo deterioro del ambiente físico-biótico y social, y recuperar, cuando resulte factible, los recursos degradados.

El cumplimiento de dichos objetivos permitirá aumentar el valor del patrimonio natural nacional, garantizar su sostenibilidad e incrementar la capacidad negociadora del país en el plano internacional.

SUBSISTEMA ECONÓMICO

- Establecer las áreas prioritarias en las cuales se debe concentrar la producción nacional para la exportación, prerrequisito para el de-

sarrollo del país, identificando cadenas productivas e integrando organizaciones para obtener un mayor valor agregado de los productos colombianos.

- Consolidar el Sistema Nacional de Innovación y el de Investigación y Desarrollo (I&D)
- Mejorar e incrementar la enseñanza y la investigación en ingenierías, con el fin de satisfacer las necesidades tecnológicas de la infraestructura física y productiva colombiana.
- Desarrollar capacidades competitivas sostenibles que le permitan al Aparato Productivo Nacional crear empleos productivos, insertarse, mantenerse, crecer y diversificarse en los mercados, a través del estímulo a procesos de innovación y difusión tecnológica dentro de las empresas.
- Crear capacidades de desagregación, evaluación, negociación, transferencia, adaptación, asimilación e incorporación de tecnologías extranjeras que mejoren la productividad y competitividad del sector productivo colombiano.

El logro de los objetivos señalados tiene como finalidad la eliminación de la economía subterránea, así como la acumulación de riqueza, el aumento del capital productivo nacional, la creación de oportunidades y, por ende, la mejor distribución del ingreso.

SUBSISTEMA SOCIAL

- Construir y consolidar la paz, a través del análisis científico del conflicto y de las estrategias de la construcción y consolidación de la paz.
- Ejecutar una agresiva reforma agraria que incorpore eficazmente el progreso técnico .
- Mejorar de manera prioritaria las condiciones de nutrición, salud, empleo, vivienda y recreación del 52% de la población colombiana que presenta carencias serias materiales e intelectuales, a través del uso de tecnologías adecuadas.
- Generar nuevas oportunidades de trabajo para los jóvenes entre 16 y 26 años, mediante la creación de puestos de trabajo que incorporen el manejo de nuevas tecnologías.

- Eliminar la corrupción, haciendo trasparentes los procesos de contratación, mediante la utilización de modernos sistemas de información y comunicación.
- Analizar la forma como los medios masivos de comunicación inciden en la construcción de la cultura e identidad nacionales.

Lo anterior servirá para crear lazos de confianza, solidaridad, unión, honradez, respeto entre los ciudadanos y compromiso con lo público, elementos básicos para la creación del capital social.

SUBSISTEMA POLÍTICO

- Diseñar y concertar objetivos y metas nacionales de largo plazo que involucren a toda la población sin exclusiones, con el fin de que la sociedad colombiana construya un *proyecto de nación* que ofrezca oportunidades para todos.
- Fortalecer el Estado mediante el mejoramiento y, en algunos casos, la modificación radical de las instituciones políticas, a través de procesos de innovación y calidad de la gestión pública.
- Crear un sistema de justicia que no penalice los problemas sociales y que sí elimine la impunidad.
- Insertar eficientemente al país en las corrientes mundiales cultural, científica, tecnológica, económica y política, preservando la identidad y la soberanía nacionales.
- Poner efectivamente en marcha el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología partiendo de un proceso de regionalización previa revisión de su estructura y funcionamiento, complementando la normatividad vigente, creando la Comisión de Ciencia y Tecnología del Congreso, fortaleciendo al organismo rector y buscando la integración entre la infraestructura científico tecnológica, el aparato productivo, la sociedad y el Estado.

La construcción de un auténtico capital institucional que asegure la seguridad, la equidad y la justicia social, es el objetivo básico que se persigue y debe obtenerse con las acciones enunciadas.

El presente documento, que se presentó al país y al Gobierno Nacional en nombre de la Comunidad Científica y Tecnológica Nacional, recoge y sintetiza las políticas definidas por la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo en su informe "Colombia al Filo de la Oportunidad", así como las que han recomendado en foros y documentos la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC, y la Fundación Andina para el Desarrollo Tecnológico y Social –TECNOS.

6.3 EL INVENTARIO DE LA BIODIVERSIDAD DE COLOMBIA: LOS ACTORES INVOLUCRADOS Y SUS LOGROS

*J. Orlando Rangel-Ch.**

RESUMEN

Al igual que en otros campos de la generación del conocimiento, en el inventario de la diversidad biológica de Colombia ha sido fundamental el papel desempeñado por la universidad colombiana, especialmente el de la Universidad Nacional de Colombia. El tema de la biodiversidad ha despertado el interés colectivo y para todos los países se ha tornado tema prioritario el logro de un inventario confiable de sus recursos bióticos. En Colombia varias entidades están relacionadas con esta empresa. Uno de los protagonistas principales, la universidad colombiana, no ha contado con el apoyo económico acorde con sus logros. En esta contribución se elabora un recuento de las diferentes fases del esfuerzo para consolidar el inventario de la biodiversidad de Colombia y de manera complementaria se establecen comparaciones entre los objetivos y programas de varias entidades.

INTRODUCCIÓN

En el marco de la mesa redonda sobre Investigación en Ciencia y Tecnología organizada por la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, he creído pertinente trazar un parangón entre la actividad de la universidad colombiana, en cuanto al logro de un inventario de la diversidad biológica del país, y entidades directamente involucradas por razón de su misión y naturaleza. En mi intervención me referiré entre otros a los siguientes tópicos:

- El inventario de la biodiversidad desde Mutis hasta los inicios del siglo XXI.

* Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Bogotá jerangel@ciencias.ciencias.unal.edu.co

- Aplicación del inventario y preguntas a resolver.
- Sobre los actores, sus roles y logros (El caso de Colciencias -Medio Ambiente y Hábitat).
- Temas prioritarios de investigación según Colciencias.
- Acciones para completar las tareas del inventario de la biodiversidad según nuestro grupo de investigación (conocer, divulgar y compartir).
- Como defender la biodiversidad y los fondos para su investigación: la participación ciudadana y universitaria.
- Reflexiones.

DE MUTIS AL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE: 200 AÑOS DE HISTORIA

El inventario de la diversidad biológica de Colombia se originó en la Real Expedición Botánica al Nuevo Reino de Granada, liderada por José Celestino Mutis en el siglo XIX, el objetivo principal de la empresa era obtener registros confiables sobre las fuentes de materias primas (recursos bióticos y minerales), y sobre esta base sólida organizar todos los procesos socioeconómicos de los nuevos territorios que la corona española se había adjudicado. En la primera mitad del siglo XX, y luego de culminar sus estudios de doctorado en Alemania, el sacerdote y botánico Enrique Pérez Arbeláez logró el respaldo gubernamental para fundar el Instituto Botánico que más tarde y gracias a la acogida del Presidente López Pumarejo, se trasladó a la Universidad Nacional de Colombia como Departamento de Botánica y dio paso luego al Instituto de Ciencias Naturales.

Hasta 1870, antes de la expedición del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente, el Instituto de Ciencias Naturales era la entidad que servía de enlace a las Instituciones y a los investigadores nacionales y extranjeros que deseaban realizar excursiones científicas relacionadas con la biota y los ecosistemas del país. La creación del Instituto Nacional de los Recursos Naturales (INDERENA) y la expedición del Código, significó la reducción del papel desempeñado por el Instituto de Ciencias Naturales en los últimos 70 años en los asuntos relacionados con los recursos naturales renovables, su conocimiento, manejo y conservación. Hasta 1992 el INDERENA, como una dependencia del Ministerio de Agricultura fue la entidad directamente involucrada en el tema; otras instituciones que participaban eran las Corporaciones Autónomas Regionales, las fundaciones y organizaciones no gubernamentales (ONG) con interés en medio ambiente y los grupos de investigación de las universidades colombianas.

En 1993 se creó el Ministerio del Medio Ambiente, que asumió la mayoría de las funciones que tenía el INDERENA; la ley 99 reglamentó y organizó todo el aparato administrativo alrededor del tema ambiental. Se reorganizaron las corporaciones regionales y se crearon nuevos institutos adscritos al Ministerio del Medio Ambiente con objetivos y alcances muy particulares. Uno de los institutos, está dirigido al estudio integral de la Amazonía, otro al Pacífico (Chocó Biogeográfico), el restante a la ejecución y planeación de estrategias para el conocimiento, uso y conservación de la biodiversidad. Igualmente se replanteó el modelo organizativo del HIMAT que originó el IDEAM. Otras instancias dentro del organigrama general que contempla la Ley que creó el Ministerio del Medio Ambiente, como el Consejo Asesor de Política Ambiental y el Sistema de Información Ambiental (SINA) han sido administradas por la dirección central del Ministerio del Medio Ambiente.

EL INVENTARIO DE LA BIODIVERSIDAD Y SU APLICACIÓN

El inventario detallado y ordenado es pieza fundamental para la planeación de cualquier tipo de desarrollo socioeconómico. Cuando se incorporen a los planes de desarrollo los alcances de los inventarios de biodiversidad, se logrará disminuir la presión de las poblaciones humanas sobre los recursos biológicos. El Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia desde 1990 en asocio con otras entidades trata de consolidar esta empresa, cuyas aplicaciones se muestran en la figura 1.

LOS ACTORES EN EL ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD

La universidad colombiana indudablemente ocupa lugares de preferencia en la investigación científica sobre el tema; más del 70% de las investigaciones originales sobre medio ambiente han sido adelantadas por grupos universitarios y dentro de esta proporción más del 80% de las contribuciones pertenecen o tienen como autores a profesionales docentes e investigadores vinculados a la Universidad Nacional de Colombia en sus diferentes sedes e institutos regionales de investigación. Por todo esto, se puede afirmar que el país ha delegado en cierta forma en la Universidad Nacional de Colombia, las labores básicas para documentar la riqueza biológica, en contraste con el mínimo presupuesto que se le asigna, el cual en su mayoría se destina a funcionamiento. A manera de ilustración de este comportamiento que se generaliza para casi todas las áreas del conocimiento, en la figura 2 se muestran los resultados sobre investigación en entomología, desglosándose según participación institucional y dentro de estas la acción de las universidades y de otros grupos no universitarios.

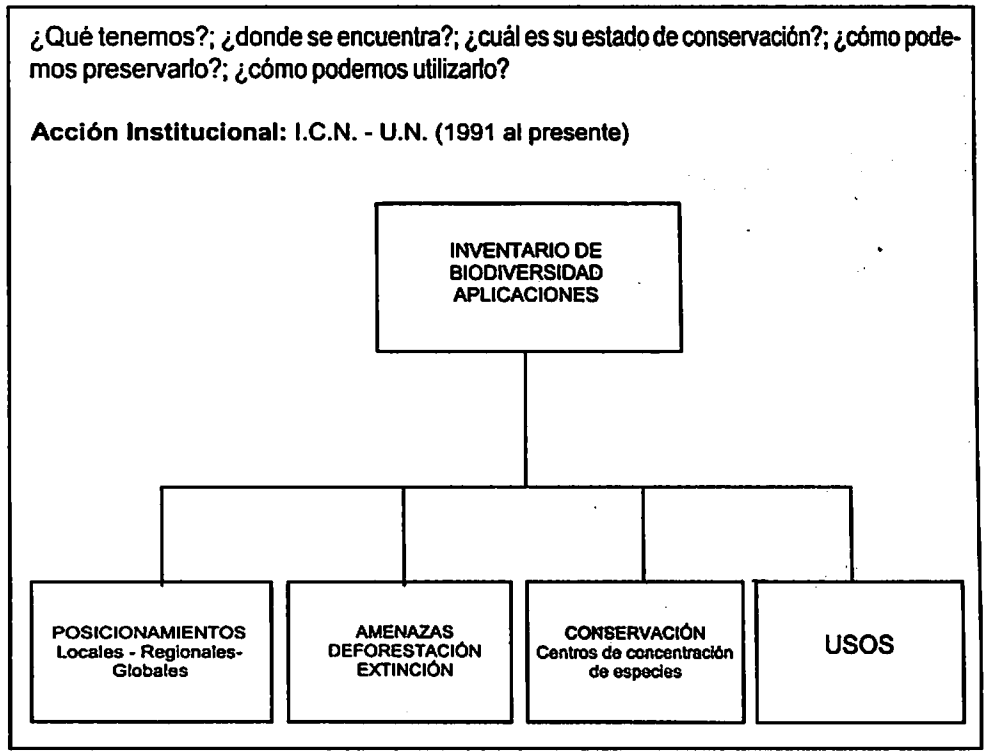


Fig. 1. Aplicaciones de un inventario de biodiversidad. Fuente: Rangel, 2000.

ACCIONES DESARROLLADAS EN LA EMPRESA DEL INVENTARIO DE BIODIVERSIDAD

En la Tabla 1 se enumeran algunas de las actividades que han permitido documentar la riqueza y diversidad de la biota colombiana. Como se desprende de su análisis general, en la mayoría de estas la participación de la Universidad Nacional de Colombia especialmente del Instituto de Ciencias Naturales ha sido fundamental.

LO GUBERNAMENTAL Y LO EFECTIVO

El Gobierno Nacional asigna directamente en su presupuesto las partidas al Ministerio del Medio Ambiente y a los Institutos adscritos (véase Ley del presupuesto, año 2000). Por otra parte, los fondos internacionales que llegan por cooperación técnica, en su mayoría también son asignados al

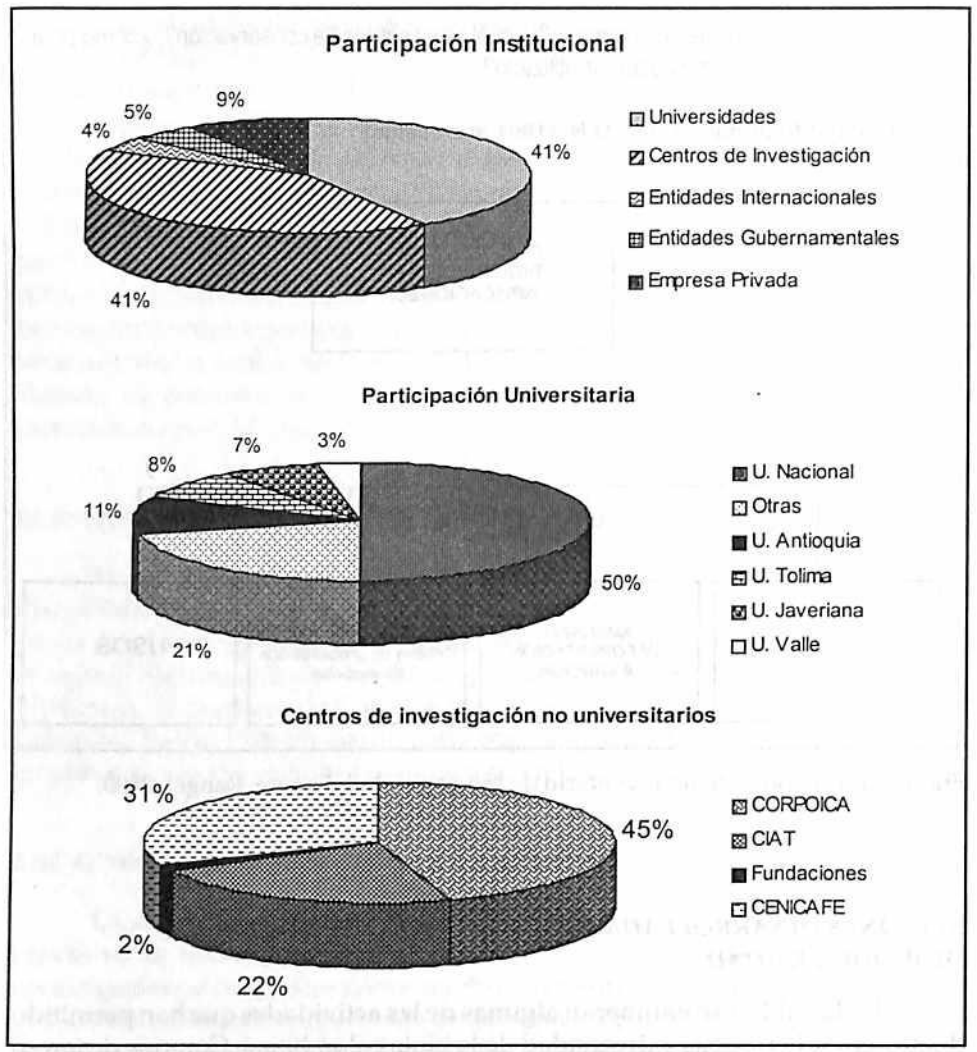


Fig. 2. Actividades de investigación en Entomología. Fuente: Resúmenes – XXVI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología.

Ministerio del Medio Ambiente y a sus dependencias. Las Corporaciones Autónomas Regionales (CARS) reciben presupuesto del Gobierno Nacional, además captan fondos a través de las licencias, concesiones y otras cargas impositivas que se relacionan con el uso de los Recursos Naturales Renovables.

Otras fuentes de apoyo a la investigación en el tema son las fundaciones, que con las donaciones y ayudas que captan de entidades nacionales e internacionales han facilitado la continuidad de algunos grupos de investigación e investigadores individuales (Fondos FEN y FES). Otras entidades como NATURA y HERENCIA VERDE cuentan con investigadores y propósitos de trabajo muy serios y bien definidos y han logrado buenos resultados, fomentan la divulgación del conocimiento y constituyen una vía complementaria en lo que a investigación en biodiversidad se refiere. Desafortunadamente las dos primeras desaparecieron con lo cual se agravó la situación, especialmente en cuanto a divulgación de resultados.

- Diagnóstico Diversidad Biológica de Colombia. Convención Internacional sobre Diversidad Biológica Río de Janeiro Brasil (1992) – U. Nacional – INDERENA
- Colombia Biodiversidad Biótica I (1995); II (1997); III (2000)
- Insectos de Colombia I – II
- El Medio Ambiente en Colombia (IDEAM 1998)
- Zonificación de los Manglares (MINAMBIENTE 1997-98)
- Informe Nacional sobre el estado de la Biodiversidad (IAvH – U. Nacional – Otras Universidades)
- Caracterizaciones de biotas regionales, corporaciones regionales (CAR - CARDER – U. Nacional)

Tabla 1. Acciones desarrolladas para alcanzar un inventario real y confiable de la biodiversidad en Colombia (1991 – 1999).

El esquema de la figura 3, es bastante ilustrativo de la situación comparativa de los recursos económicos que se destinan a las diversas entidades involucradas en el inventario de la biodiversidad. Se destacan las vías directas y amplias que tienen entidades como las CARS, y las indirectas y reducidas de los grupos universitarios.

SOBRE LOS ACTORES, SUS ROLES Y SUS LOGROS

A manera de comparación quiero referirme en esta ponencia al caso de Colciencias y su programa de Medio Ambiente y Hábitat. A Colciencias se le asignan fondos económicos ya sea por intermedio de Planeación Nacional o concediendo el aval crediticio para empréstitos internacionales, para sus

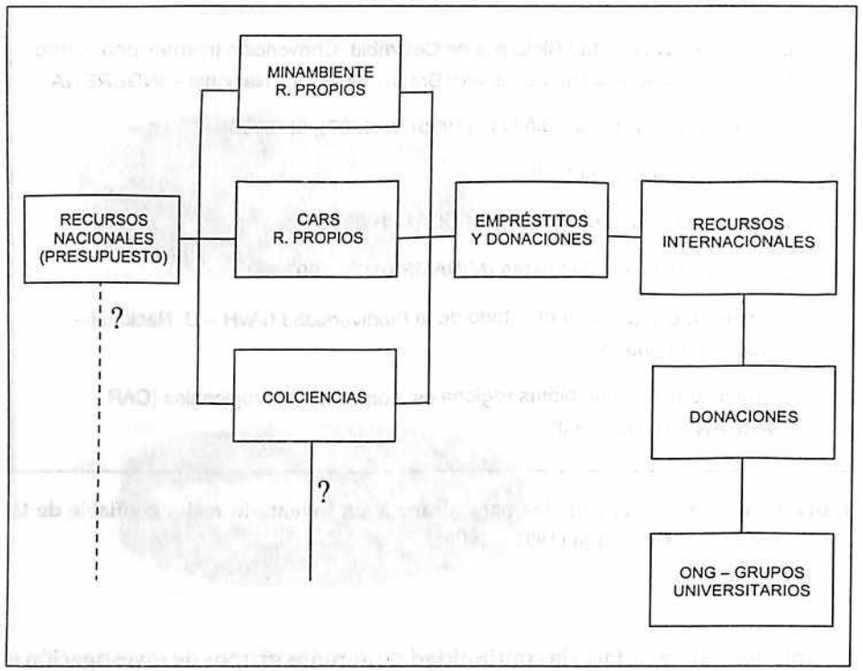


Fig. 3. Los recursos económicos y las entidades involucradas en el inventario de la biodiversidad.

diferentes programas en ciencia y tecnología (figura 3). Entre los que tocan los aspectos de Recursos Naturales, biodiversidad y Conservación figuran los de Ciencias Básicas, Medio Ambiente y Hábitat, y Biología Marina.

En las tablas 2a y 2b se consigna la información referente al número de proyectos apoyados económicamente por Colciencias entre 1991 y 1998. En los campos Cambio Climático, Diversidad Biológica, Desarrollo sostenible, Programas Medio Ambiente-Hábitat, Asentamientos humanos y Tecnología Ambiental se aprobaron 87 proyectos que significaron la erogación de 10.735 millones de pesos; entre 1996 y 1998 hubo un incremento sustancial debido a alianzas con otras dependencias como se muestra en la tabla 2a.

La mayoría de los proyectos financiados se adscribieron a la línea Biodiversidad y Desarrollo Sostenible (37) con un monto cercano a los 4.830 millones de pesos (tabla 2b).

Si se analizan las entidades a las cuales se les favoreció con la financiación de proyectos, se comprueban nuestras aseveraciones anteriores, de que la Uni-

Año	No. Proyectos	Financiación Colciencias	% Colciencias
1991	4	109	32,6
1992	8	322	17,6
1993	5	1.160	52,3
1994	5	1.141	58,5
1995	8	232	30,7
1996	22	1.869	28,5
1997	16	3.882	64,7
1998	19	2.020	9,9
TOTAL	87	10.735	26,9

1996: P. Medio Ambiente 1.320.580.000
R. Regionalización 547.940.000
1997: F. Especial-Instituciones Minambiente 2.516.000.000
1998: Recurso hídrico – Expo – Hannover 793.110.000

Tabla 2a. Proyectos financiados por Colciencias en el período 1991-1998 en el Programa del Medio Ambiente y Hábitat.

Línea de Investigación	No. de Proyectos	%
1. Biodiversidad y desarrollo sostenible	37	43*
2. Tecnologías ambientales	24	28
3. Asentamientos humanos	22	24
4. Modelos de desarrollo	2	3
5. Cambio climático	1	2
TOTAL	87	100

*** 4'830.750**

Tabla 2b. Línea de Investigación de los proyectos financiados por Colciencias entre 1191-1998. Fuente: Colciencias, Plan estratégico 1999-2004.

versidad Colombiana especialmente la pública es la responsable de la mayoría de la generación de conocimiento en el país (tabla 3).

Presentadas estas cifras, a manera de reflexión, cabría preguntarse:

Tipo de Institución	No. de Proyectos	%	% Acum.
Universidad pública	40	46	46
Universidad privada	21	24	70
ONG's	12	14	84
Centros sector público	10	11	95
Centros privados	4	5	100
TOTAL	87	100	100

Tabla 3. Instituciones beneficiadas con financiación de proyectos.

Si el inventario de la biodiversidad de Colombia se sustenta en las actividades de varias entidades universitarias especialmente la Universidad Nacional de Colombia y el Instituto de Ciencias Naturales, ¿donde están los resultados de los 37 proyectos sobre biodiversidad y cual ha sido el efecto en el avance de la consolidación del inventario? Si se acepta que la fase de consolidación del inventario ha sido realizada por el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia podríamos afirmar que el significado de esta fuerte erogación estatal ha pasado desapercibido.

Sin embargo, no parece haber una relación positiva entre la inversión que ha hecho Colciencias y el impacto de los resultados en el conocimiento y el aprovechamiento sostenido de la biodiversidad en Colombia. Aunque en otros programas, la entidad ha brindado la oportunidad a profesionales colombianos de especializarse en centros académicos prestigiosos, en el tema principal de este documento: conocimiento de la biodiversidad y apoyo a los grupos de investigación que dedican sus esfuerzos en este campo, no ha correspondido a las expectativas generadas.

La impresión inicial que se puede extraer de los alcances de los programas de Colciencias y la confrontación con la realidad nacional en el tema de la biodiversidad y la Conservación, es que la Institución ha invertido en propuestas que poco benefician la inversión del patrimonio de todos los colombianos. Es conveniente para el país el diseño de un plan de seguimiento al alcance y logros de Colciencias en estos campos, ojalá, bajo la asesoría de personas e instituciones de reconocido prestigio académico.

Un ejercicio apropiado para medir la efectividad de la inversión gubernamental, sería sumar los resultados de las acciones en generación, divulgación y otras acciones relacionadas con la biodiversidad del país de los

diferentes actores, especialmente lo referente a los grupos de investigación de las universidades colombianas, y compararlas con los resultados que en el mismo campo pueden mostrar las entidades gubernamentales cuya misión y objetivos institucionales se enmarcan en el campo de la biodiversidad, además del análisis de la pertinencia de la inversión efectuada por Colciencias.

UNA MIRADA AL FUTURO

En la tabla 4 se reseñan las líneas de investigación principales que contempla el Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat (1999-2004) de Colciencias. Sin ser demasiado críticos podríamos preguntarnos cuales fueron la razones fundamentales para la elaboración de esta propuesta. A primera vista hay una mezcla de intereses que son fruto fundamentalmente de la falta de claridad y de una asesoría académica idónea sobre las prioridades de investigación sobre medio ambiente y biodiversidad en Colombia.

A manera de comparación se plantean a continuación algunas de las actividades fundamentales que deberían realizarse en el país, bajo la coordinación de una entidad como el Ministerio del Medio Ambiente en su parte directiva central, siempre y cuando se planee un funcionamiento adecuado. El diseño responde a esta organización: hay unas acciones cuyo desarrollo debe producir las respuestas a interrogantes que contempla el alcance de la acción. Esta finalidad obviamente se alcanzará con herramientas de trabajo precisas.

- Agua-Biodiversidad y Bosques
- Recuperación de laderas degradadas
- Uso sostenible de la biodiversidad nativa
- Producción limpia
- Mejoramiento del hábitat (vivienda y movilidad humana; mercado de tierras y gestión del suelo urbano)

Tabla 4. Macrolíneas de investigación del Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat (1999-2004).

ACCIONES

Conocer

Preguntas a responder:

¿Cuál es la expresión de la biodiversidad que se extinguió?
¿Cuál es la situación de la biota colombiana amenazada?
¿Cuál es la cobertura vegetal prístina?
¿Cómo debemos utilizar de una manera apropiada la biodiversidad?

Herramientas de trabajo:

Terminar los inventarios básicos; promover y facilitar las apropiaciones económicas para las nuevas exploraciones en áreas geográficas poco conocidas.

Utilizar tecnologías modernas y buscar asesoría científica idónea

Impulsar nuevas propuestas de investigación teniendo en cuenta las necesidades reales y la capacidad de los grupos de investigación.

Estimular la ejecución de las propuestas sobre la Estrategia Nacional de la biodiversidad y el plan de acción para la puesta en funcionamiento de la misma.

Divulgar:

Preguntas a responder:

¿Cómo involucramos a la comunidad en el alcance de la biodiversidad?

Herramientas de trabajo

Impulsar la educación ambiental en todos los niveles. Insistir en la concertación con los agentes transformadores (empresas).

Compartir:

Preguntas a responder:

¿Cómo podemos rescatar los conocimientos ancestrales (Indígenas y comunidades afrocolombianas)?

¿Cuál es la mejor forma de dividir el trabajo (tareas) para lograr la eficiencia?

Herramientas de trabajo:

Reconocer la autodeterminación de cada etnia.

Fundamentar el trabajo interinstitucional en principios éticos.

CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA INTERINSTITUCIONAL

Una empresa de esta magnitud debe poseer características como:

- Colaboración eficaz basada en la confianza y en el reconocimiento de los objetivos y los alcances institucionales.
- Desprendimiento de todo tipo de arrogancia y egoísmo: es necesario que entre todas las entidades que directamente dependen del Gobierno Nacional haya un flujo dinámico de los recursos económicos (obviar los celos institucionales)
- Evitar la duplicidad de esfuerzos y de tareas: un ejercicio de este tipo, conlleva el reconocimiento a las entidades mejor consolidadas y con mayor tradición en un determinado campo del tema ambiental.
- Necesidad de reconocimiento a la labor que adelantan los Museos de Ciencias Naturales y de los Herbarios del país, debe dársele al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, entidad asesora del Ministerio del Medio Ambiente, mención especial con asignación de recursos económicos, como lo ordena la Ley 99 del 93 en el artículo 16.
- La conveniencia de promover ante la dirección central del Ministerio del Medio Ambiente el cumplimiento del articulado de la leyes que lo crearon y reglamentaron su ejercicio.
- La urgencia de rescatar el papel de las universidades en el tema ambiental.

OPERATIVIDAD DEL INVENTARIO

La biodiversidad del país es patrimonio de todos los colombianos, ninguna entidad puede reclamar exclusividad en los procesos de inventario, conservación y viabilidad de su uso racional y perdurable. Si se logra despertar la conciencia ciudadana sobre lo importante que es su figuración en el tema, el avance en la investigación y en la transmisión de estos conocimientos estarán asegurados.

En la tabla 5 se resumen algunas de las acciones apropiadas para el logro de estos propósitos, desde la participación ciudadana que nos reconoce la constitución de 1991, pasando por las representaciones que tenemos en los diferentes comités y consejos técnicos de delineación de políticas ambientales, hasta la participación universitaria efectiva.

CÓMO HACER OPERATIVO EL INVENTARIO DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS APLICACIONES
PARTICIPACIÓN CIUDADANA*
DERECHO FUNDAMENTAL: Participar en los planes de Desarrollo:
Plan de investigación
Banco Nacional de programas y proyectos
REPRESENTACIÓN EN ENTIDADES
Consejos nacional y territoriales de Planeación
Consejo Técnico asesor de política ambiental – C. Nacional Ambiental
Consejos Directivos de las Cars
PARTICIPACIÓN UNIVERSITARIA
Portavoz representante ante entidades
Promover Biodiversidad como programa prioritario
Rescatar representatividad de la Universidad Nacional de Colombia en escenarios

Tabla 5. Operatividad del inventario de la biodiversidad

CONSIDERACIONES FINALES

De lo expuesto anteriormente, surgen varios puntos capitales:

La situación en las tareas del Inventario, Uso y Conservación de la biodiversidad en cuanto a generación del conocimiento y disponibilidad de fondos para acometer tal empresa, es muy atípica: por una parte los grupos universitarios producen el conocimiento y asumen el manejo de los laboratorios, archivos, bibliotecas, herbarios y museos, sitios en donde se depositan los testimonios de la enorme riqueza biológica del país, mientras que en la otra se sitúan las entidades gubernamentales (municipales, departamentales, nacionales) que requieren de sus insumos básicos, pero que no invierten directamente en acciones que faciliten la continuidad de las labores. La situación colombiana en términos comparativos a nivel de Latinoamérica y del mundo es aberrante, puesto que se desconoce la tradición de los grupos universitarios en la generación del conocimiento y en la tarea de preservar los archivos biológicos para el uso de todos los Colombianos. A esta dramática situación habría que añadirle la duplicidad de tareas y propósitos que no redunda en beneficios de los planes de investigación para el conocimiento y manejo de la biodiversidad.

Puesto que órganos de control y de dirección como el Consejo Nacional Ambiental y el Consejo de Planeación Ambiental no han sido convocados desde su creación, el manejo de todo lo relacionado con el medio ambiente y la biodiversidad (administración, control y vigilancia) ha estado encabezado por la

dirección central del Ministerio del Medio Ambiente. Esta situación ha incidido desfavorablemente en la planeación de actividades vitales a nivel nacional e igualmente ha impedido que las participaciones a nivel internacional sean más contundentes y representativas del nivel de avance en el proceso de documentar la diversidad y riqueza biológica de Colombia.

Uno de los puntos relacionados con las políticas del Inventario Nacional de la biodiversidad se relaciona directamente con la divulgación: las revistas científicas y de tradición en el tema en Colombia no se han beneficiado con la creación del Ministerio del Medio Ambiente ni de la irradiación de recursos que faciliten la divulgación del conocimiento. En la actualidad, en los estantes de nuestras bibliotecas, reposan numerosas y valiosas contribuciones que no han publicado por carencia de fondos económicos.

Una de la entidades que ha sufrido el mayor impacto negativo para sus actividades ha sido el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. No recibe apoyo directo para sus grupos de investigación; de sus exiguos recursos debe destinar parte al mantenimiento de las colecciones biológicas, debe generar las fuentes para cubrir los costos económicos que demandan sus publicaciones y deben sus investigadores dedicar buena parte de su tiempo a responder la mayoría de los interrogantes sobre recursos Naturales Renovables en Colombia, sin recibir apoyo económico de manera directa de dependencia gubernamental alguna.

Aunque la confusión es la media a nivel gubernamental en políticas de biodiversidad, es justo y de elemental prudencia reconocer las labores de institutos como el IDEAM que han dado muestras de seriedad en sus procederes y ha contado con acertada dirección y se destacan los logros y esfuerzos del SINCHI y del Instituto Alexander von Humboldt.

Finalmente quiero reiterar los aspectos que pretendí considerar en mi contribución:

- ¿Cómo deberían relacionarse los actores en el espacio geográfico de Colombia para consolidar el logro del inventario de la biodiversidad?
- ¿Cuál debería ser el oficio de los grupos de investigación o generadores del conocimiento especialmente universitarios y el de los grupos no universitarios?
- ¿Quién debería representar idóneamente las comunidades académicas?
- ¿Quién debería arbitrar los diferentes puntos de vista?
- ¿Qué actitud (crítica-permisiva) deberíamos asumir como generadores de la mayor parte del conocimiento en el inventario de la biodiversidad

del país respecto a la inversión de recursos económicos en el logro de este propósito?

- La conveniencia de rescatar la máxima que dice "antes que hubiera política científica e indicadores de ciencia y tecnología, hubo investigadores científicos, actores fundamentales sin los cuales no se hace ciencia ni se produce conocimiento científico" (Parra, 2000)

BIBLIOGRAFÍA

Rangel Ch., J.O. 2000. La Megadiversidad Biológica de Colombia, Realidad o Ilusión. En: J. Aguirre (ed). Primer Congreso Colombiano de Botánica CD-ROOM. Bogotá

Colciencias, 1999. Plan Estratégico 1999-2004 Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat. Bogotá

Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen), 1999. Resúmenes del XXVI Congreso Nacional de Entomología.

Parra-E., L. 2000. La plata de Colciencias. Sección correo del periódico El TIEMPO pág. 3A Domingo 30 de abril de 2000.

PUBLICACIONES DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

COLECCIÓN JORGE ÁLVAREZ LLERAS

Volumen 1 - **Mora-Osejo, L.E.** 1987. Estudios morfológicos, autoecológicos y sistemáticos en Angiospermas. 1/16. 196 pp, 75 figs.

Volumen 2 - **Murillo, M.T. & M.A. Harker.** 1990. Helechos y plantas afines de Colombia. 1/16. 326 pp, 145 figs.

Volumen 3 - **Lozano-Contreras, G.** 1994. Las Magnoliaceae del Neotrópico 1/16, 148 pp, 46 figs.

Volumen 4 - **Eslava Ramírez, J.A.** 1994. Aspectos relacionados con la erupción del volcán Nevado del Ruiz. 1/16, 174 pp, 46 figs.

Volumen 5 - **Rocha de Campos, M.** 1994. Diversidad en Colombia de los cangrejos del género *Neostrengeria*. 1/16 iv + 144 pp, 47 figs.

Volumen 6 - **Mora-Osejo, L. E. & H. Sturm.** 1994. Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino, cordillera Oriental de Colombia. Tomos 1 y 2, 1/16, 716 pp, 190 figs.

Volumen 7 - **Díaz, J.M., J. Garzón-Ferreira & S. Zea.** 1995. Los arrecifes coralinos de la isla de San Andrés, Colombia, estado actual y perspectivas para su conservación. 1/16, 152 pp, 15 figs, 14 tablas, 9 fotografías..

Volumen 8 - **Eslava Ramírez, J.A.** 1995. Régimen de la presión atmosférica en Colombia. 1/16, 152 pp, 94 figs, 59 tablas.

Volumen 9 - **Donato, J.Ch., L. E. González & C. L. Rodríguez.** 1996. Ecología de dos sistemas acuáticos de páramo. 1/16, 168 pp, 53 figs, 14 tablas, 9 fotografías.

Volumen 10 - **Andrade-C. M., G. Amat & F. Fernández.** (eds.) 1996. Insectos de Colombia - Estudios escogidos. 1/16, 544 pp, 145 figs, tablas y mapas.

Volumen 11 - **González, F.** 1998. Inventario preliminar de gases de efecto invernadero en Colombia, 1990, Fuentes y sumideros. 1/16, xiv + 174 pp, 108 figs, tablas y gráficas.

Volumen 12 - **Díaz-Piedrahita, S. & J. Cuatrecasas.** 1999. Asteráceas de la flora de Colombia, Senecioneae I, géneros *Dendrophorbium* y *Pentacalia*. 1/16, 392 pp, 110 figs, 24 mapas.

Volumen 13 - **Amat, G., M. C. Andrade, M. G. & F. Fernández** (eds.) 1999. Insectos de Colombia. 1/16, 438 pp. + tablas, figuras y mapas.

Volumen 14 - **Rodríguez, H. & F. González.** Opciones para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en Colombia. 1/16 (262 pp.)

Volumen 15 - **Rodríguez, H. & González, F.** 2000. Portafolio colombiano de proyectos para el MDL –sector en energía–. 1/16 (164 pp.)

Volumen 16 - **Espinosa, Baquero A.** 2000. Erupciones históricas de los volcanes colombianos, 1/16. (292 pp.)

Volumen 17- **Mora Osejo, L. E.** 2001. Contribuciones al estudio comparativo de la conductancia y de la transpiración foliar de especies de plantas del páramo. 1/16. xii + 282.

Volumen 18- **Roldán, G., J. A. Posada & J. C. Gutiérrez.** 2001. Estudio Limnológico de los Recursos Hídricos del Parque de Piedras Blancas. 1/16. x + 146.

Volumen 19- **Donato-Rondón, J. Ch..** 2001. Fitoplancton de los Lagos Andinos del Norte de Sudamérica (Colombia). 1/16. xii. + 222 pp.

Volumen 20- **Aristizábal García, H.** 2002. Los hemípteros de la película superficial del agua en Colombia. 1/16. xiv + 242 pp, 331 figs.

Volumen 21- **Pinto, M.** 2002. Estudio sistémico del género *Cavia*. (En prensa). 1/16.

COLECCIÓN ENRIQUE PÉREZ ARBELÁEZ

Volumen 1 - Memorias del seminario en conmemoración del centenario de Erwin Schrödinger. 1987, 1/16, 221 pp.

Volumen 2 - **Díaz-Piedrahita, S. & A. Lourteig.** 1989. Génesis de una flora. 1/16, vii. + 362 pp, 35 figs.

Volumen 3 - **Cubillos, G., F.M. Poveda & J.L. Villaveces.** 1989. Historia epistemológica de la Química. 1/16, 128 pp.

Volumen 4 - **Hernández de Alba, G. & A. Espinosa.** 1991. Tratados de minería y estudios geológicos de la época colonial, 1616-1803, 1/16 xii + 92 pp, 1 fig.

Volumen 5 - **Díaz-Piedrahita, S.** (ed.) 1991. José Triana, su vida, su obra y su época. 1/16, viii + 188 pp, 73 figs.

Volumen 6 - **Díaz-Piedrahita, S.** 1991. La Botánica en Colombia, hechos notables en su desarrollo. 1/16, x + 126 pp. 30 figs, (reimpreso 1997).

Volumen 7 - **Mantilla, L.C. & S. Díaz-Piedrahita.** 1992. Fray Diego García, su vida y su obra científica en la Expedición Botánica. 1/16, xv + 284, 14 figs. (reimpreso 1995).

Volumen 8 - **Arias de Greiff, J.** 1993. Historia de la Astronomía en Colombia. 1/16, 200 pp, 32 figs.

Volumen 9 - **Lértora Mendoza, C.** 1995. Fuentes para el estudio de las ciencias exactas en Colombia. 1/16, 316 pp.

Volumen 10 - **Gauss, C. F.** 1995. Disquisitiones Arithmeticae. Traductores: H. Barrantes, M. Josephy & A. Ruiz Zúñiga. 1/16, 540 pp.

Volumen 11 - **Murillo Quinche, L.M.** 1997. Obra selecta. 1/16, x + 188 pp, 29 figs, 4 mapas.

Volumen 12 - **Romero Beltrán, A.** 1997. La investigación de las dolencias infecciosas en la historia. 1/16, xiv + 540 pp.

Volumen 13 - **Barrantes, H. & A. Ruiz.** 1998. La historia del Comité Interamericano de Educación Matemática. 1/16, x + 198 pp. (español e inglés). Edición electrónica paralela.

Volumen 14 - **Díaz-Piedrahita, S.** 2000. Matís y los dos Mutis, 1/16, x 346 pp, 41 figs.

COLECCIÓN JULIO CARRIZOSA VALENZUELA

Volumen 1 - **Castillo, G.** 1992. Física Cuántica, teoría y aplicaciones. Tomo I, 1/16, xxxii + 410, 77 figs.

Volumen 2 - **Bernal de Ramírez, I.** 1993. Análisis de alimentos. 1/16, xviii + 314 pp, 28 figs. (reimpreso 1998).

Volumen 3 - **Castillo, G.** 1994. Física Cuántica, teoría y aplicaciones. Tomo II. 1/16, xx + 406 pp., 49 figs.

Volumen 4 - **Cáceres, D.** (ed.). 1995. Creando ciencia crean docencia. 1/16, 140 pp, 38 figs.

Volumen 5 - **Romero, C.M. & L.H. Blanco.** 1996. Tópicos de Química Básica. 1/16, 240 pp, 56 figs.

Volumen 6 - **Peña, G. & M. Pinto.** 1996. Mamíferos más comunes en sitios precerámicos de la sabana de Bogotá. 1/16, 98 pp, 1 mapa, 6 dibujos a color, 18 láminas y 48 gráficos.

Volumen 7 - **López, C.** 1998. Mecánica Newtoniana. 1/16, 280 pp, 69 figs.

Volumen 8 - **Varela, J. de D.** 2000. Principios de Cristalografía. 1/16, xx + 250 pp., 141 figs.

Volumen 9 - **Kairuz de Civetta, A.** 2002. Introducción al estudio de la composición de los alimentos. 1/16 (en prensa).

COLECCIÓN MEMORIAS

Volumen 1 - (1994) Memorias del Seminario Nacional "El quehacer teórico y las perspectivas holista y reduccionista. 1/16, viii + 184 pp.

Volumen 2 - (1994) Memorias del Seminario Konrad Lorenz sobre Etología. 1/16, iv + 38 pp.

Volumen 3 - (1995) Memorias del Seminario-taller sobre Alta Montaña Colombiana. 1/16, 116 pp.

Volumen 4 - (1996) Memorias del Primer Congreso Nacional de Neurocomputación. 1/16, xiv + 184 pp.

Volumen 5 - (1996) Memorias del Primer Congreso Nacional de sobre Cambio Climático. 1/16, 138 pp, 9 figs.

Volumen 6 - (1996) Memorias del Coloquio "Ciencia, tecnología y cultura". 1/16, xii + 198 pp.

Volumen 7 - (1996) Memorias de la III Escuela de verano en Geometría Diferencial, ecuaciones diferenciales parciales y análisis numérico. 1/16, xiv + 174 pp.

Volumen 8 - (1996) Memorias del Seminario de Ciencia Teórica. 1/16, xv + 170 pp.

Volumen 9 - (1997) Memorias del Seminario en conmemoración de los 440 años del nacimiento de René Descartes. 1/16, xii + 174 pp.

Volumen 10 - (2001) Memorias del Simposio Pueblos y Ambientes del pasado precolombino 1/16, viii + 312 pp.

Volumen 11 - (2001) Reflexiones sobre la ciencia y la tecnología: Colombia al iniciarse el siglo XXI, 1/16, x + 166 pp.

EDICIONES ESPECIALES

- Francisco José de Caldas, su vida, su personalidad, su obra y el descubrimiento de la hipsometría. 1958. 1/16 refilado. 94 pp.

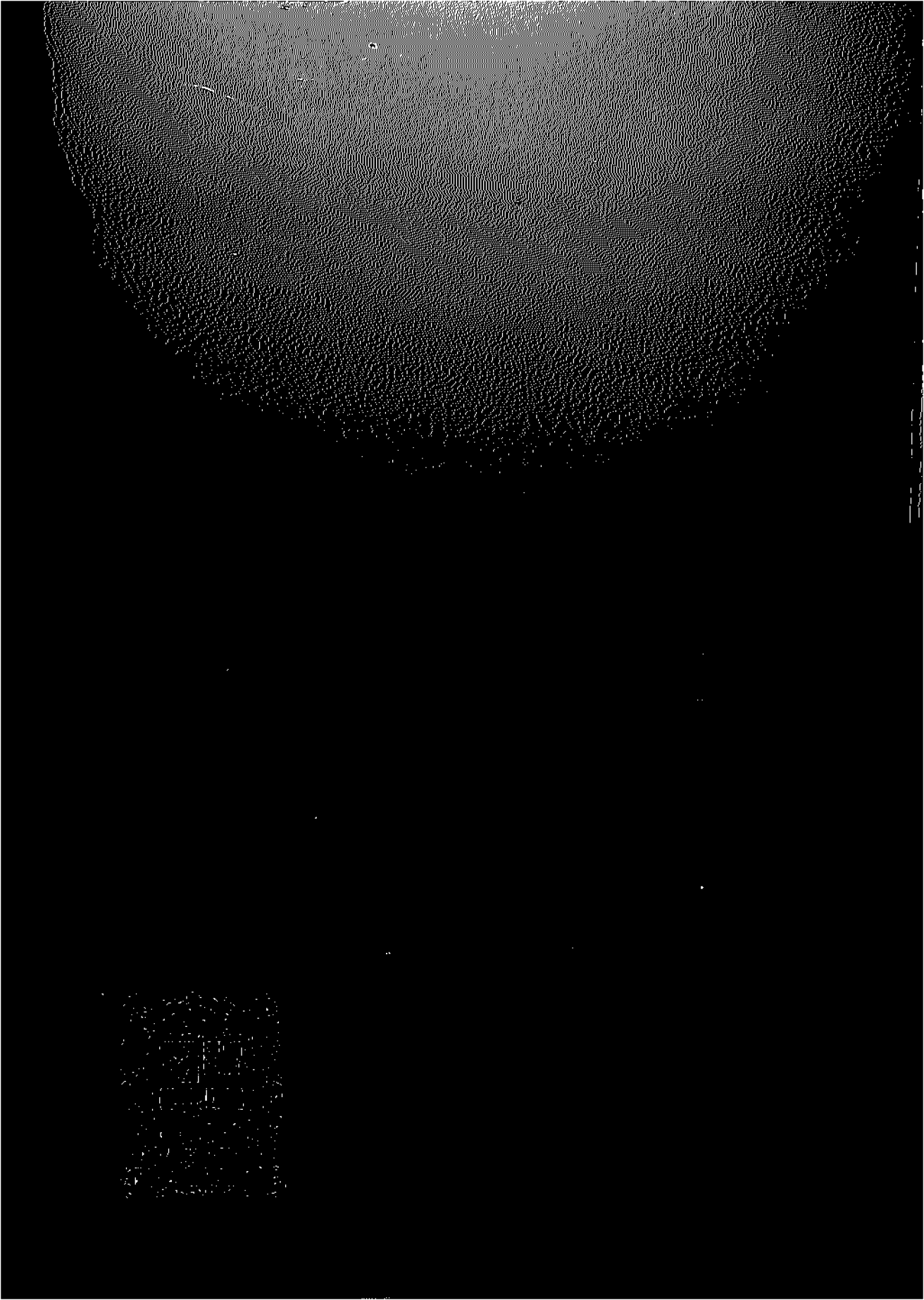
- Alexander von Humboldt en Colombia. Extractos de sus diarios. 1982. Arias de Greiff, J. (ed.). 1/8 refilado. 286 pp., 20 figs.

- Status and problems of Science in Latin America and the Caribbeean. 1990. Guardiola, M.L., J.L. Villaveces & G. Violini (eds.). 1/16, 542 pp.

- Science in Latin America and the Caribbean ad its role in regional development. 1992. Hamende, A., M.H. Hassan, J.L. Villaveces & G. Violini (eds.) 1/16, 2 vols. 824 pp.

- El cambio global, ciencia para entender el mañana. 1998. Lozano, J. (ed.), carta, 322 pp. Figs., mapas y gráficos.

- Tradición Académica. Diccionario Biográfico y Bibliográfico de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1/16, x + 434 pp.

Las anteriores publicaciones pueden ser solicitadas directamente a la Academia,
Apartado 44763, Bogotá, D.C., Fax (571)2443186 Tel. (571) 3414805
Trans. 27 No. 39A - 63/67 – E.Mail: accefyn@org.co
Se ofrecen en venta o mediante intercambio por publicaciones similares.
Mayor información a través de Internet: URL: http://www.accefyn.org.co

Este libro se terminó de imprimir
en el mes de diciembre del año 2001
en los talleres gráficos de
Editora Guadalupe Ltda.
Bogotá, D.C., Colombia