

LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BIOLÓGICAS Y SU CONTRIBUCIÓN AL PAÍS

Luis Alejandro Barrera A.*

*La verdadera y legítima finalidad de la ciencia no es otra
que dotar a la humanidad
de nuevos conocimientos y poderes”.*

F. Bacon

El autor desarrolla los hitos y desplazamientos de las ciencias básicas en Colombia y la manera como éstos han incidido en la formación de grupos de investigación.

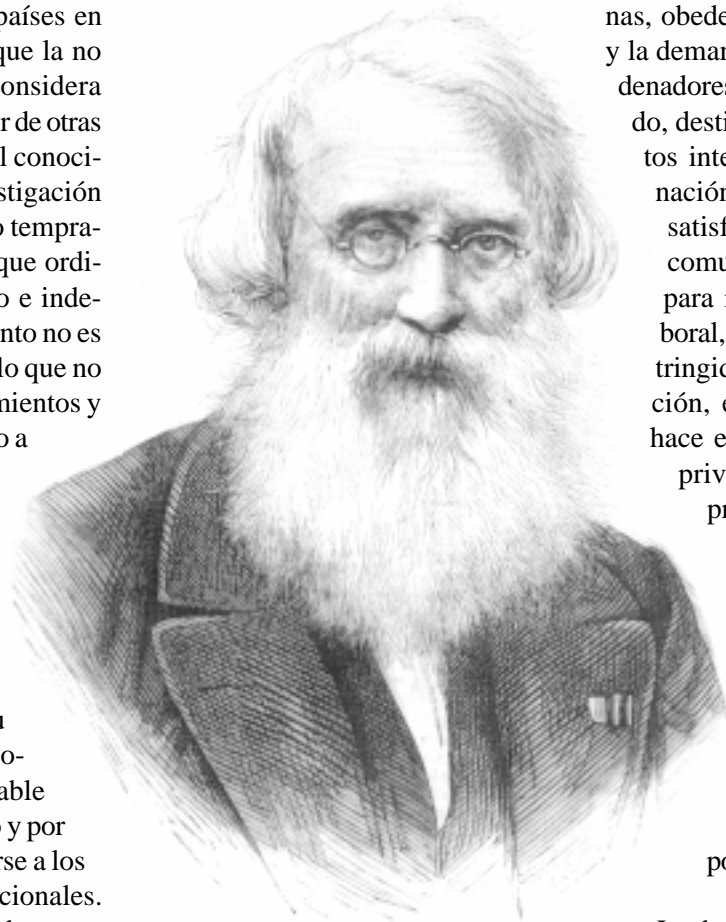
* Ph.D. Director Programa de Posgrado de la Pontificia Universidad Javeriana.

El objetivo de la investigación debe ser contribuir al desarrollo económico, social y cultural de los ciudadanos y del país. La ciencia por lo tanto debe tener dos metas, una, la generación de nuevo conocimiento, así no tenga aplicación previsible, destinada a enriquecer el acervo cultural de la humanidad y otra orientada a resolver los problemas del hombre y de su entorno. La pertinencia de la investigación aplicada ordinariamente no se pone en duda en los países en vía de desarrollo, en tanto que la no aplicada en ocasiones se considera como lujo prescindible a favor de otras prioridades. Sin embargo, el conocimiento generado por la investigación básica de alta calidad tarde o temprano tiene aplicación, y es el que ordinariamente genera liderazgo e independencia cultural. Por lo tanto no es exagerado afirmar que pueblo que no produce sus propios conocimientos y tecnologías estará condenado a ser dependiente, cultural y socialmente, de quienes sí lo hacen.

El investigador que desea que su trabajo trascienda y perdure en el tiempo y en el espacio, entiende que su compromiso es generar conocimiento verificable y aplicable en cualquier parte del mundo y por lo tanto su trabajo debe ceñirse a los más altos estándares internacionales. El científico tiene el deber de poner los resultados de sus investigaciones al servicio de resto del mundo, especialmente si de ellas se derivan conocimientos o tecnologías para resolver problemas y mejorar las condiciones de vida. Investigación que no se socializa y que no se puede compartir y reproducir en cualquier parte del mundo es investigación que no existe en el contexto universal.

Entendida así, la ciencia tiene como compromiso con la humanidad ayudar a resolver los problemas que le aquejan y crear o perfeccionar las tecnologías para un mejor estar de los individuos. Ejercida dentro de los más estrictos cánones de la ética y del trabajo científico, encarna los más altos valores de una sociedad y de un país.

La ciencia y la educación se retro-



alimentan mutuamente. Mejorar la investigación en ciencias requiere mejorar los niveles de docencia y producir nuevos conocimientos. Un sistema que combina la docencia con la investigación necesariamente mejorará ésta, pues la investigación es el mejor medio para actualizar al docen-

te en ciencias, ya que lo obliga a estar permanentemente al día en su campo y le brinda a los alumnos la oportunidad de recibir conocimientos de primera mano, de aquel que los genera.

La formación del científico

La formación de investigadores, al igual que todas las empresas humanas, obedece a las leyes de la oferta y la demanda y a unos principios ordenadores, responsabilidad del Estado, destinados a tutelar los más altos intereses de la sociedad y la nación. La oferta está dirigida a satisfacer las necesidades de la comunidad y de los individuos para ingresar a un mercado laboral, en este caso altamente restringido y exigente. Esta formación, en términos generales, se hace en instituciones públicas o privadas; en las primeras los programas pueden dirigirse más, pues su supervivencia no depende de la rentabilidad o autosostenibilidad de los mismos, pero en el sector privado, salvo honrosas excepciones, programa que no se autofinancie muere por inanición.

La demanda a su vez está condicionada por las posibilidades de empleo y de obtener un buen salario por el estatus social, y por el prestigio intelectual que confiere la profesión. Las fuentes de empleo para los investigadores, en cualquier país del mundo, son el sector académico, el sector productivo y para algunos pocos el sector oficial. En los países desarro-

llados gran parte de la investigación se lleva a cabo en la industria; en cambio en los países en vía de desarrollo la principal y casi única fuente de empleo para los científicos son las universidades. La investigación en la industria o no existe, o es francamente incipiente.

La ciencia, dice en su autobiografía el italiano Salvador Luria, premio Nobel en Medicina por sus descubrimientos en Biología Molecular, “es una aventura en que el científico juega con datos e ideas que brotan continuamente y la imaginación inventa explicaciones que acepta o descarta en espera siempre del elemento sorpresa”. Así entendida la investigación es la prolongación adulta del juego, que subyuga y satisface completamente, a quien la ha escogido como el quehacer de su vida.

Supongo que en los científicos hay algo de predisposición genética hacia la ciencia, así como la hay para la música o para las matemáticas; pero este fermento hay que alimentarlo, estimularlo para que crezca y perdure, pues la predisposición es condición necesaria pero no suficiente ya que se nutre y sobrevive gracias a la observación, al raciocinio y a la experimentación.

En esa línea de pensamiento, una forma de estimular la curiosidad científica en el niño son los juguetes que puede observar, escudriñar y desbaratar. El juguete que le compra el padre al hijo, para que lo observe a través de la vitrina de la sala, frustra y castra el espíritu inquisidor que desde niños, todos llevamos dentro. El niño es por naturaleza curioso, observador, inquisitivo, condiciones indispensables en el hombre de ciencia.

En ese afianzamiento y encauzamiento de la curiosidad, obviamente el maestro juega un papel muy importante que puede marcar la diferencia entre una vocación orientada o perdida para la ciencia.

La importancia del laboratorio ha sido destacada en la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, sin menospreciar su trascendencia, es conveniente señalar el papel que juega el maestro que induce al pensamiento crítico. Por supuesto que enseñar a pensar no es solo privilegio de las ciencias exactas y naturales; cualquier maestro de artes o de oficios, puede enseñar a hacerlo; de hecho, para moldear al científico se requiere además que sepa leer y calcular. Por esto es tan importante que al alumno en la enseñanza primaria y en secundaria, se le forme muy bien, tanto en español como en matemáticas.

La universidad y la investigación

En Colombia la Constitución consagra el derecho a la educación básica gratuita y universal. No obstante, la escasez de recursos hace que el Estado sea incapaz de cumplir con dicho mandato y ha otorgado al sector privado la facultad de impartir educación en todos los niveles: primaria, básica, y universidad, lo cual sucede también en muchas partes del mundo, y no está mal siempre y cuando pueda garantizar que dicho bien social será del más alto nivel en todas las instituciones que lo imparten, ya sean públicas o privadas.

La demanda por las carreras de ciencias: física, química y biología ha sido muy baja, pues en general se con-

sideraba que dichas disciplinas no conferían estatus y por tanto no gozaban de reconocimiento económico, social o cultural. La falta de investigación en general y de puestos de trabajo en el sector productivo, hacía que la mayoría de los egresados se emplearan en docencia en la secundaria y los más exitosos en la enseñanza superior, y sólo unos muy pocos egresados universitarios pensaban en seguir una carrera científica, la cual no estaba suficientemente recompensada, ni salarial, ni profesionalmente.

Aunque actualmente esta situación ha cambiado un poco, los programas de ciencias básicas basados en investigación, en comparación con otros de las así llamadas ciencias blandas, son costosos y requieren altas inversiones en laboratorios, profesores e infraestructura en los niveles de pregrado y aún más en el magister y doctorado. Salvo algunas especialidades que de pronto se vuelven económicamente rentables, la institución que las ofrece tiene que hacer cuantiosas inversiones y erogaciones continuas para iniciarlas y sostenerlas. Por esta razón estos programas progresan en las universidades que entienden que la investigación es una de las mejores inversiones que puede hacer una institución de educación superior.

El posgrado es el nivel del sistema educativo donde por antonomasia se forman los investigadores en el mundo moderno. La investigación en ciencias es condición sine qua non en posgrado, por lo tanto uno y otra están íntimamente ligados y el progreso o decadencia de uno implica necesariamente la misma suerte del otro.

Los estudios de posgrado nacen como una necesidad de especializa-

ción ante el inusitado avance del conocimiento en cualquiera de las áreas del saber y como un reconocimiento y preparación para quienes dedican su vida a la docencia en los niveles superiores. El primer escalón del posgrado, el magister, debe preparar al individuo para llevar a cabo investigación de muy buen nivel, así sea bajo la dirección de otros, en tanto que el doctorado debe capacitar a la persona para realizar investigación en forma independiente, o mejor, para dirigir y liderar grupos de investigación.

Los programas de magister comienzan en Colombia a mediados de la década de los setenta, cuando empieza a regresar al país un contingente de personas preparadas especialmente en ciencias básicas a través de los programas de becas. Se crean, entonces, los programas de magister en ciencias básicas médicas en la Universidad del Valle y posteriormente en las universidades Nacional y de Antioquia. En 1978 se reconocen legalmente los estudios de magister en el país y posteriormente el Decreto 80 de 1980 establece las condiciones para las especializaciones, el magister y el doctorado. Empieza la explosión de programas de magister en muchas universidades hasta el punto de que en el momento existen cerca de trescientos setenta, muchos de ellos sin requisito de investigación, con dedicación mínima de tiempo y que a todas luces no llenan las exigencias para ser

considerados como tales. De estos, los programas en biología, química y física no alcanzan a veinte y en general tienen como condición la investigación. Su naturaleza es más de tipo académico, en contraste con la de otras disciplinas de orientación profesionalizante.

A finales de la década de los ochenta se impulsan los primeros programas de doctorado en las universidades que contaban con líneas con-

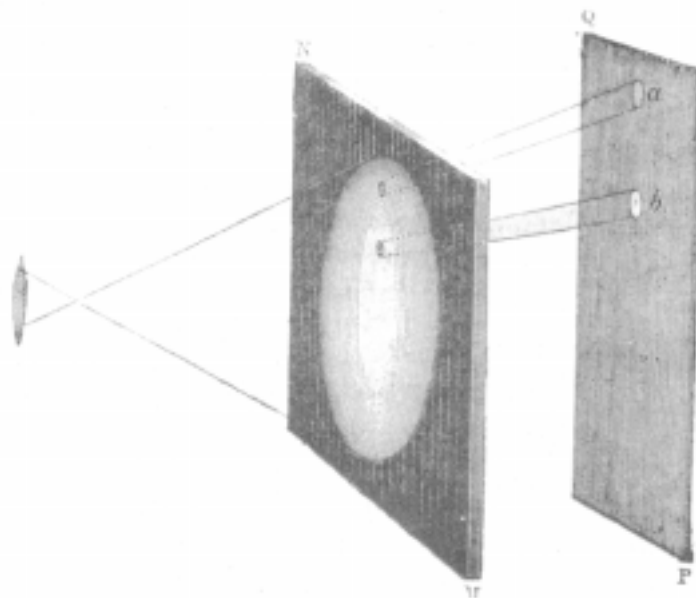
jando muy lejos a otras disciplinas que no han reconocido o no sienten la necesidad de su validación o difusión a nivel internacional, como las ciencias sociales, el derecho y la ingeniería. Todo esto coincide con que las ciencias básicas son las que tienen el mayor número de personas con títulos de doctorado y en las cuales existe una mayor actividad de investigación en Colombia, lo cual muestra el peso específico de estas disciplinas y su papel en el desarrollo de los posgrados en el país.

El auge de la ecología, la creación de institutos dedicados a la protección y conservación del medio ambiente, la aparición de empresas de base biotecnológica, el despertar de la industria química y de la física en la industria, así como la perspectiva de continuar estudios de posgrado en el país y en el exterior, hacen que estas carreras comiencen a ser

vistas con mayor interés y tengan más demanda entre los bachilleres.

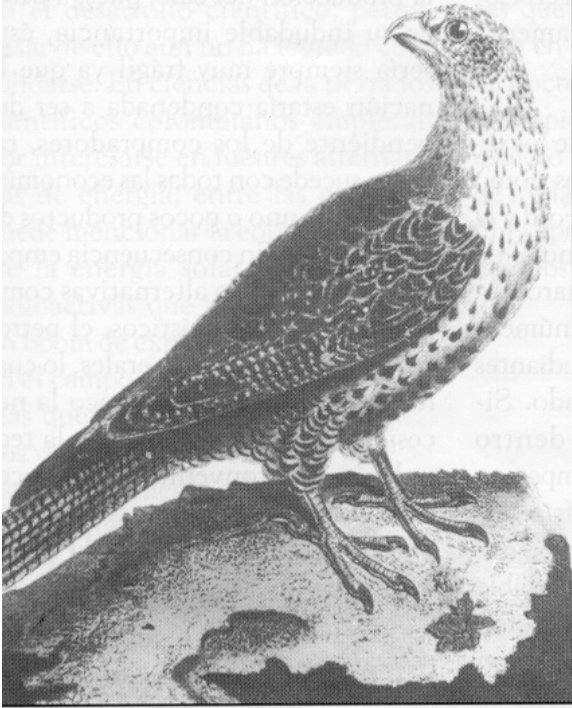
Ciencia, cultura y desarrollo

La ciencia y la tecnología son indispensables en el desarrollo los países, pero el avance económico y social no depende exclusivamente de ellas, se necesitan políticas



solidadas y estables en investigación y estos comienzan a multiplicarse muy rápidamente, de tal forma que en el momento existen 26 programas de doctorado en el país, de los cuales 12 son en ciencias básicas.

Paralelamente se advierte que las áreas que más producen publicaciones en el llamado main stream de la ciencia internacional son en su orden la física, la biología y la química de-



macroeconómicas estables, coherentes y a largo plazo. Infortunadamente la característica que ha primado en gran parte de nuestros gobiernos es la de formular políticas a corto plazo, que dejan la sensación de que el gobierno de turno está interesado más en su período y que poco importaría lo que suceda luego de su mandato. Las reformas educativas y la preparación de gran número de personas bien entrenadas no es una empresa de un gobierno, es una tarea que demanda una voluntad nacional armónica y continua. La investigación, más que ninguna otra, es una meta a largo plazo, donde se ha de comenzar por la preparación del recurso humano, lo cual en un plan bien concebido y articulado puede llevar generaciones. Una gran paradoja del desarrollo es que los países avanzados no son necesariamente los más ricos en recursos naturales; de hecho los países tropicales de Latinoamérica y Africa podrían contarse entre los favorecidos por la naturaleza en cuanto a esta riqueza se refiere.

Los países desarrollados con climas estacionales están, gracias a la biotecnología, en capacidad de producir cultivos que se creían privilegio de los climas tropicales. La poca fertilidad de los suelos de algunos países está siendo suplantada por los grandes cultivos de invernadero con semillas mejoradas, resistentes a las plagas y con genes que aumentan mucho el rendimiento en la producción con respecto a las semillas tradicionales. La biotecnología, que podría

ser un instrumento para cerrar la brecha entre países pobres y ricos, se está convirtiendo en un mecanismo más para ahondar las distancias, pues los países poseedores del conocimiento seguirán dominando a los compradores de ciencia y tecnología, con armas menos sanguinarias que las que antes se utilizaban para someter a los pueblos, pero igualmente mortíferos. Todo esto indica, a las claras, que en el próximo milenio, el gran capital será el conocimiento.

El crecimiento científico tecnológico en Latinoamérica se puede considerar supremamente lento. De hecho, un estudio realizado en los países andinos muestra que estos contribuyen con menos del 5% de las patentes que se producen a nivel latinoamericano, lo cual representa solo el 4% de la producción mundial. En cuanto a publicaciones, Colombia colabora con menos del 0.2% de la producción científica mundial.

La investigación en la industria prácticamente no existe en Colombia. El poco interés en el área de la Investigación y Desarrollo por parte de nuestros industriales, se debe en gran parte a la falta de convencimiento sobre la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo del sector productivo y a los intereses de la mayoría de las transnacionales que, antes que promover la investigación en los países no desarrollados, se interesan por trasplantar las tecnologías desarrolladas en sus países y por sus filiales.

Uno de los factores determinantes para la poca investigación en el sector productivo, ha sido la protección a la industria nacional en mercados cerrados y sobreprotegidos. Las empresas podían obtener elevadas ganancias sin tener que preocuparse de la competencia externa. Y cuando sufrían dificultades, el Estado las protegía en aras de preservar las fuentes de empleo. Bajo este esquema era difícil esperar el surgimiento de un sector productivo dispuesto a correr riesgos, a invertir en el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos, y a exponerse a la competencia internacional. Esta situación ha cambiado radicalmente con la apertura económica y las empresas han tenido que entrar a competir con sus homólogos extranjeros, dentro y fuera del país, lo que las obliga a hacer investigación para mejorar la calidad de sus productos e implementar y mantener tecnologías competitivas y actualizadas.

Otro de los problemas para desarrollar Ciencia y Tecnología ha sido la carencia y poca aplicabilidad de los desarrollos tecnológicos, cuando no, el divorcio entre los generadores y los usuarios de la tecnología. Ante esto,



Los albores de la investigación básica en Colombia

Aun cuando existen precedentes importantes de empresas de investigación en el siglo pasado, monumentales aún bajo los estándares presentes como la Expedición Botánica, la Expedición Corográfica y descubrimientos notables hechos por sabios como Mutis y Caldas y en el siglo presente por Soriano Lleras y Garavito, la ciencia organizada en Colom-

bia es relativamente reciente.

En la década de los sesenta, fundaciones como la Rockefeller, la Ford y la Organización Mundial de la Salud patrocinaron la formación de un número importante de estudiantes a nivel de posgrado. Simultáneamente dentro del espíritu de competencia de la guerra fría, los países socialistas prepararon un grupo considerable de personas con magister. Estos conjuntamente con algunos otros formados en Europa, regresaron al país a comienzos de los sesenta e iniciaron los programas de posgrado, especialmente en las Ciencias Básicas Médicas, en las universidades del Valle, Nacional y de Antioquia y la Industrial de Santander. Casi al mismo tiempo surgían las facultades de Ciencias en esas Universidades y en las de los Andes y la Javeriana.

El inicio de los programas de posgrado obedece a tres razones fundamentales: La creación de estas facultades de ciencias que comenzaron a inducir a los estudiantes por el camino de la experimentación y que por las razones que ya se explicaron hacían necesarios los estudios de posgrado para sus egresados; a la existencia de ese número apreciable de investigadores formados en el exterior a nivel de magister o doctorado y que deseaban continuar dicha labor en su patria; y a un cambio de mentalidad y de políticas en el país que se convenció de que no podía continuar basando su economía en la producción del café, pues, a pesar de su indudable importancia, ésta sería siempre muy frágil ya que la nación estaría condenada a ser dependiente de los compradores, tal como sucede con todas las economías basadas en uno o pocos productos de exportación. En consecuencia empezó a mirar fuentes alternativas como los textiles y los plásticos, el petróleo, el carbón y los minerales, lo cual fue reafirmando poco a poco la necesidad de la investigación y la tecnología, y la convivencia de hacer de la enseñanza de la ciencia algo más práctico y sólido basado en la investigación.

La investigación en la universidad

La investigación química en el país se inició hace cerca de treinta años y ha mostrado un dinamismo muy notable, especialmente en los últimos años. A raíz de cierto resurgir mundial en el recurso del potencial de las plantas como fuentes de drogas y alimentos, se comienzan en la Universidad Nacional, con grupos de productos naturales, y llega a un buen grado de con-

la mayoría del sector productivo ha optado por la importación de tecnologías para satisfacer sus necesidades, sin que medie un proceso de adecuada transferencia y adaptación de las mismas.

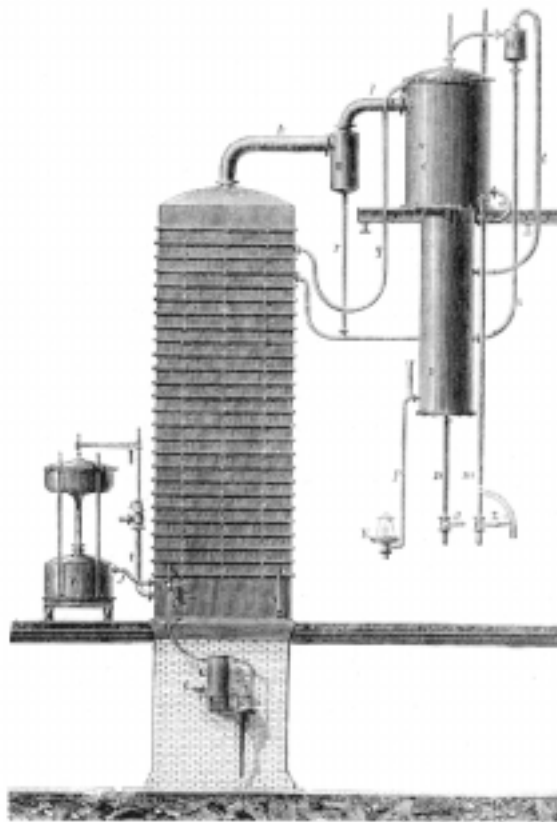
En resumen, la muy incipiente investigación en la industria obedece a una mezcla compleja de factores, entre ellos la falta de recurso humano capacitado, la poca conciencia de la importancia de la investigación para el desarrollo y la competitividad industrial, políticas macroeconómicas erráticas o carencia de las mismas, falta de planes de desarrollo estables, que no permiten una adecuada planeación del sector tecnológico e industrial y la poca efectividad y de los estímulos existentes para que los industriales inviertan en ciencia y tecnología.

solidación y de producción tanto en lo científico como en materia de formación de investigadores.

En un estudio realizado hace pocos años se encontró que la actividad científica en el campo de la química era especialmente notoria en bioquímica, la síntesis orgánica, los productos naturales y físico-químicos, química de carbonos en grado catálisis, la química de alimentos, polímeros, la química teórica y cristalografía. El mismo estudio afirma que la actividad científica en la química ha venido participando en el desarrollo científico, pero a pesar de ello aún no ha logrado consolidarse. En ciencias de la tierra los científicos colombianos empiezan por interesarse en fuentes alternativas de energía, entre las cuales se puede mencionar la eólica, la térmica, la energía solar, y las fuentes radioactivas que trajeron un boom de exploraciones en el campo de estas ciencias que hasta hace unas dos décadas se encontraban relativamente relegadas. Empieza el aumento en la demanda por geólogos, acompañada de unas excelentes posibilidades de trabajo, entusiasmo que se vio frenado con los descubrimientos de grandes yacimientos de uranio en el Canadá y Australia y la caída de los precios, que frenó la exploración en Colombia.

La física, por su parte, comienza a interesarse en la materia sólida, los semiconductores y luego los superconductores. Se inician también los estudios de física teórica en astro-

física y física de partículas, los cuales fueron cuestionados por su aparente carencia de aplicación a corto plazo, pero que persistieron y demostraron a la postre que lo importante era producir ciencia de buena calidad. Los físicos, al igual que los químicos teóricos, obtuvieron reconocimiento en materia de producción intelectual, y ganaron su legitimidad en un ambien-



te científico más propicio a financiar los estudios aplicados, y además lograron entusiasmar un buen número de estudiantes que en el momento se encuentran en el exterior haciendo estudios de doctorado. En años más recientes se despierta un enorme interés por el estudio de la óptica, especialmente de los láseres, y de la holografía de la fibra óptica y comienzan a construirse equipos tales como

espectrofotómetros, balanzas analíticas, fuentes de poder y otros equipos de laboratorio que van abriendo espacio a la física industrial en nuestro país, con la creación de grupos que están buscando la aplicación de los láseres en la industria y en los estudios de contaminación y la creación de equipos de metrología.

Salvo por el caso de la Universidad Nacional, las carreras de biología, al igual que la física y la química comenzaron en el país hace ya cerca de cuatro décadas sin un perfil profesional que las orientara hacia aplicaciones de la misma. La mayoría de los egresados terminaron ejerciendo como docentes universitarios y otros en los colegios de bachillerato, lo cual colocaba a estos programas en una situación de competir con las licenciaturas en educación, por lo cual las universidades optaron por orientar vocacionalmente a sus estudiantes a través de tesis de grado y se empieza a formar los ecólogos, los genetistas, los limnólogos, micólogos, inmunólogos y biotecnólogos, muchos de los cuales ven claramente que deben especializarse y demandan la ampliación o creación de nuevas lí-

neas de especialización en el posgrado. El auge de la protección del medio ambiente y la industrialización del cultivo de flores crean la necesidad de un nuevo tipo de profesional de la biología. El surgir de la biología molecular requiere el concurso de biólogos en la medicina, la agricultura y la industria, hasta el punto de que en el momento la oferta de biólogos moleculares para investigación ex-

cede considerablemente a la misma en otras áreas.

Desde hace ya muchos años Colombia obtiene cierto reconocimiento por sus estudios en sistemática especialmente vegetal, a través del Instituto de Ciencias, pero hay áreas bastante desprotegidas en investigación como la ornitología, la mastozoología. Actualmente la mayoría de la investigación se centra en la biología molecular relegando a un segundo plano los inventarios y la taxonomía descriptiva en una tendencia cuyos resultados aún están por evaluarse, pues debido al ritmo vertiginoso de la destrucción de los recursos, estamos corriendo el riesgo de que muchas especies desaparezcan sin que siquiera hayamos tenido la oportunidad de registrarlas para la ciencia.

La investigación fuera de la universidad

El café ha jugado un papel muy importante en el desarrollo de la ciencia nacional. La competencia creciente por parte de países que antes no eran grandes exportadores del grano, el peligro de que las plagas devastaran de tajo los cultivos, los grandes costos para el control químico de los pesticidas químicos, llevó también a pensar en invertir recursos en la búsqueda de nuevas variedades más productivas, menos exigentes para su cultivo y más resistentes a las plagas.

El gremio de los cafeteros, pionero de grandes empresas en el país, empieza así a comienzos de los años treinta a patrocinar la búsqueda de plantas resistentes a la roya y finalmente se desarrolla la variedad Colombia, justamente unos años antes de

que llegara la plaga a nuestro país. Para continuar siendo competitiva a nivel internacional se impulsa la investigación química sobre condiciones de procesamiento y conservación del grano para optimizar el aroma y el sabor de nuestros productos, hasta que Colombia llega a situarse entre los países que realizan investigación de punta en química de aromas y sabores del café. Alrededor de este tema se formó una generación de biólogos, químicos, físicos y agrónomos. Se comenzó contratando esos servicios con universidades e institutos, pues la mayoría del recurso humano calificado para la investigación se encuentra en estos sitios; se hicieron convenios de cooperación, se recibieron tesis de pre y posgrado y se inició la cooperación internacional, hasta que finalmente se organizó uno de los centros de investigación más poderosos que tiene el país.

Otro tanto sucedía con las investigaciones en el ICA. Bajo el influjo de la llamada revolución verde que intentaba buscar genéticamente plantas mucho más productivas, se hicieron investigaciones que llevaron al desarrollo de nuevas variedades de maíz, de papa y de otros alimentos y se concentró un grupo de investigación con los más altos niveles de preparación; pero por distintas circunstancias ese gran patrimonio que tenía el país se fue debilitando y disgregando y hoy se buscan soluciones para no dejar perder completamente el enorme potencial que se había congregado en ese instituto.

Por el mismo tiempo en el Instituto de Asuntos Nucleares, hoy IEA, se comienza a especializar profesionales en el uso de la radiactividad con fines energéticos, terapéuticos y de

diagnósticos; allí se prepararon físicos, farmacólogos, laboratoristas, químicos, médicos y biólogos. En el laboratorio de investigación nutricional del Instituto de Bienestar Familiar se hacen trabajos muy importantes para establecer la composición de los alimentos colombianos y se realizan otros estudios nutricionales, algunas veces solos y en ocasiones en asocio con universidades. Lamentablemente este instituto desapareció prácticamente para la investigación nutricional, y el IEA está a punto de sucumbir como institución independiente.

Uno de los casos más preocupantes es el Instituto Nacional de Salud, que ha hecho enormes contribuciones al sector y que está, igualmente, pasando por crisis económicas que lo amenazan seriamente. El INS logra una muy buena e importante posición en investigación tanto en el país como en el exterior; se le reconoce internacionalmente en la elaboración de vacunas, llega a concentrar gran parte de lo más selecto en investigación médica en Colombia y a tener grupos muy competentes en virología, microbiología, bioquímica, patología y entomología, pero su suerte es muy inestable y se le encomiendan tareas muy distintas para ser desarrolladas con éxito por una institución; además depende presupuestalmente en gran parte de la voluntad de los Ministros y la suerte de la investigación está a merced de la predilección de la administración de turno, algunas de las cuales han borrado prácticamente de un tajo lo que venían haciendo sus predecesores. El establecimiento de un consejo científico, que comenzó a funcionar el año pasado, encargado de orientar y trazar las políticas de investigación a largo plazo, hace prever que los fu-

turos planes del Instituto serán mucho más estables y técnicamente diseñados de acuerdo con las conveniencias de la ciencia y del país.

El caso del Laboratorio de Inmunología es digno de reseñar, porque es la muestra más fehaciente de lo que puede el trabajo, la convicción y el tesón; prueba de ello es que el instituto ha logrado mantener un ritmo vertiginoso de crecimiento a lo largo de muchos años. Además, ha sido uno de los mayores centros de formación de investigadores en el país y posicionó la investigación colombiana a nivel mundial en un campo difícil y competitivo.

En este recuento sobre los centros que han hecho grandes contribuciones al país, no podría estar ausente el Instituto de Investigaciones Tecnológicas, que hacía investigación y proveía servicios para la industria y que desafortunadamente tuvo que cerrar sus puertas por los conflictos internos y porque ni el sector productivo, ni el gobierno, entendieron oportunamente la importancia de instituciones que presten sólidos servicios de investigación y asesoría a la industria. El concepto se está tratando de rescatar a través de los centros tecnológicos sectoriales, de los cuales ya existen cerca de veinte que están destinados hacer investigación y desarrollos tecnológicos en sectores específicos como el café, los textiles, el caucho, la madera, o la uva, para señalar sólo unos pocos. Tengo la certeza que estos serán los motores de la investigación en el sector productivo.

En las últimas décadas se hace evidente la necesidad de asegurar la autosuficiencia en materia de hidrocarburos y generar excedentes para la exportación. Se inician las investigaciones en petróleo, el cual estábamos hasta hace más de tres décadas exportando como material crudo, e importando como producto refinado a precios obviamente más altos. Nace así, en 1985, el Instituto Colombiano del Petróleo con sus laboratorios de investigación.



Otro posible producto de exportación, el carbón, comienza a abrirse paso en los mercados internacionales y se empieza a impulsar los estudios químicos tendientes a estudiar las pro-

iedades de cognización y los productos volátiles y se inician los trabajos de investigación primero en el Instituto de Investigaciones Tecnológicas y luego en ECO-CARBON.

INGEOMINAS, creado en 1969, impulsa la investigación en otros minerales, lleva el liderazgo en la investigación en petrografía, paleontología, sensores remotos y análisis químicos. La investigación de la sismología en el país se impulsa notablemente luego del gran desastre natural que produjo la erupción del nevado del Ruiz.

El área de geociencias, a pesar de su enorme potencial de investigación, tiene un número muy reducido de personas con preparación de magister y doctorado, con la paradójica circunstancia de haberse producido una demanda excesiva de profesionales entre los años 1975 a 1985 y pese a que en geociencias, a diferencia de la química o la física, sí existe para los profesionales una oferta de condiciones favorables en la industria.

Existen ejemplos en otros sectores como en el desarrollo de la piscicultura, de los plásticos y otros varios que no reseñan por falta de espacio para hacerlo y porque no cumplen, a nuestro entender, el propósito de ilustrar las fuerzas que promueven o impiden el desarrollo o de la ciencia.

Hitos en la investigación en Colombia

La organización formal de la investigación comienza a finales de los años sesenta con la fundación de Colciencias, entidad concebida como el Instituto para el Fomento de la Ciencia y la Tecnología. La creación de Colciencias con un presupuesto que no alcanzaba al 0.02% del producto interno bruto, en comparación con cerca del 2 al 3% que invierten los países desarrollados, fue muy importante como catalizador para impulsar la investigación en Colombia. Desde entonces los recursos han ido creciendo hasta el punto de que si se hubieran cumplido las metas propuestas por el actual gobierno hubiéramos alcanzado el 1%, del PIB lo cual hubiera significado para Colombia ser uno de los tres países latinoamericanos que más invertirían en Ciencia y Tecnología en comparación a su producto interno bruto.

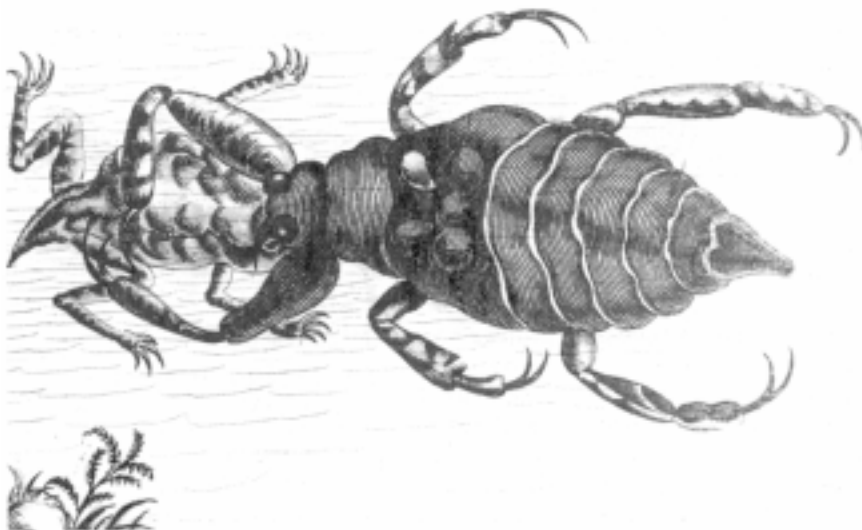
Colciencias, a pesar de su precario presupuesto, que sólo ha sido significativo en términos cuantitativos en los últimos años, ha jugado un papel

muy importante en el desarrollo de la ciencia y la tecnología del país. No solo por los recursos que asigna, sino porque introdujo el proceso de evaluación por pares el cual ha promovido la calidad de los proyectos y le ha dado transparencia al proceso de asignación de los dineros; igualmente ha apoyado las publicaciones científicas, promovió la integración de los científicos a la ciencia mundial patrocinando la participación en eventos internacionales y comunicándolos con sus colegas del exterior a través de la Red Caldas e Internet. Creó y estableció un programa de estímulos a la investigación; también un fondo para becas de posgrado, tanto en el país como en el exterior, y ha dado apoyo a los doctorados. Recientemente se inició un programa de apoyo a la consolidación de centros y grupos con el fin de darle permanencia y estabilidad a la actividad científica en aquellos que ya han logrado cierta madurez en el ámbito nacional e internacional. Como se anotaba, una de las grandes limitantes en el impulso a la investigación ha sido la falta de integración del gobierno, la universidad y la industria, para las actividades de Investigación

y Desarrollo. Por esta razón, en los últimos años Colciencias ha emprendido programas muy importantes en esa dirección apoyando a cerca de veinte centros tecnológicos que hacen investigación y prestan servicios a la industria; también estableció líneas de crédito para la investigación en condiciones blandas, cuando esas actividades se desarrollan entre el sector productivo y las universidades e institutos de investigación, y lo que es más importante, ha impulsado programas de estímulos y exenciones tributarias para las industrias que invierten en investigación y desarrollo tecnológico.

Otra de las entidades que han contribuido notablemente al desarrollo de la ciencia en Colombia ha sido la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC) que, especialmente en la última década, se ha fortalecido y ha logrado convocar y congregar a la comunidad científica nacional, y que en 1992 conjuntamente con Colciencias, animó la Ley de Ciencia y Tecnología que reconoció por vez primera, la actividad científica como indispensable para el desarrollo económico y social del país.

La ACAC, en representación de la comunidad científica, ha promovido programas muy importantes como la creación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, el de estímulos a los investigadores, el aumento en los recursos destinados a investigación y el impulso a los doctorados. Las dos entidades han logrado convencer al país de la importancia de la Ciencia y la Tecnología, hasta el punto de que el número de proyectos que actualmente se reciben en Colciencias es cinco veces mayor de los que se recibían hace solo cinco años. Su revista de Investigación y Ciencia, la



feria Expociencia y su plan de conferencias para los jóvenes, a cargo de los más connotados investigadores del país, han sido trascendentales para culturizar todos los estamentos de la sociedad con respecto a la importancia de la ciencia y la tecnología; el programa de museos interactivos será igualmente determinante en la formación de una cultura para la investigación; es notoria también la contribución que ha hecho el Museo del Niño en la creación del gusto y la pasión por la investigación, lo mismo que los herbarios y otros pequeños museos de universidades y colegios, todo lo cual hace prever que las futuras generaciones sabrán apreciar mucho mejor la importancia de la ciencia y la tecnología y que aumentará el número de personas dispuestas a seguir la carrera de investigador.

Conclusiones

Como puede concluirse la ciencia en Colombia ha tenido un crecimiento lento y aun cuando a la luz de los estándares internacionales es muy poco desarrollada, ha hecho contribuciones importantes para mejorar la salud, la agricultura y el adelanto de un sector productivo que ha mostrado cierto crecimiento en comparación con el de otros países latinoamericanos.

El poco apoyo sistemático al posgrado, en el pasado, y la incompleta articulación entre los planes de desarrollo científico y las políticas socioeconómicas y educativas, no han permitido el desarrollo de la investigación y del posgrado en el país. De otra parte, la falta de financiación estable para las universidades e institutos, producto en gran medida de la poca conciencia sobre la importancia

de la ciencia y la tecnología, ha hecho que muchos de ellos hayan tenido períodos exitosos, pero efímeros y con grandes costos para el país.

Sin embargo la importancia que últimamente se está dando a la ciencia y la tecnología, tanto por parte del gobierno como del sector privado hacen prever que estas jugarán un papel verdaderamente importante en el futuro desarrollo económico y social del país y pese a que en este mismo artículo se anota que la investigación no ha logrado consolidarse hasta el punto de que trasciende a incida significativamente, los indicadores hacen prever que estamos ad portas de comenzar el verdadero desarrollo del país. Empero la situación política y social actual y el desaceleramiento económico, frenan todo el optimismo que hasta ahora me ha acompañado con respecto a la contribución de la ciencia; además, como investigador de las así llamadas ciencias duras, a veces me pregunto si no nos está faltando más investigación y soluciones efectivas desde la orilla de las ciencias sociales. Lo que si entiendo sin lugar a ninguna duda es que sin paz y sin justicia no hay desarrollo posible, pues lo que construimos en largos años de esfuerzo lo vemos desaparecer en minutos por cuenta de la acción de fuerzas oscuras, que no hemos podido entender o convencer para que juntos trabajemos en la construcción de un mejor país.

Para que la ciencia progrese y rinda sus verdaderos frutos es necesario, además, que se garantice a las personas que se dedican a ella una condiciones en que puedan ejercerla al más alto nivel posible; un nivel de vida que permita la satisfacción y tranquilidad de quienes desempeñan esta

misión, que debería gozar del respeto y consideración de toda la sociedad.

Bibliografía

ARENAS, G; CHAPARRO, F; OROZCO, P. y SOLARTE, E. «estudio sobre el estado de desarrollo e inserción social de la Física en Colombia», en: La conformación de comunidades científicas en Colombia, Santafé de Bogotá, M.E.N. -D.N.P. FONADE, 1990. pp-221-279.

BRICEÑO, I. y MOJICA, J., «El estado de Desarrollo y de Inserción Social de la Geología y la Geofísica en Colombia», en: La conformación de comunidades científicas en Colombia, Santafé de Bogotá, M.E.N. -D.N.P.-FONADE, 1990, pp 283-334.

COLCIENCIAS y DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Ciencia para una sociedad abierta, 1ª ed., Bogotá, abril de 1991.

COLCIENCIAS, ICFES, DANE Información y desarrollo: Fortalecimiento del sistema colombiano de información, Santafé de Bogotá, Colciencias, marzo de 1995.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, Política nacional de innovación y desarrollo tecnológico, Santafé de Bogotá, Colciencias, marzo de 1995.

GARCÍA MÁRQUEZ, Gabriel, «Por un país al alcance de los niños», Proclama, en: Colombia: Al filo de la oportunidad, Informe conjunto, Santafé de Bogotá, Misión Ciencia, Educación y Desarrollo, 1994, p.22.

POVEDA, A.; DUQUE, C.; DE GÓMEZ, M. Y V. PÉREZ, G., «Desarrollo e inserción de la Química y Bioquímica en Colombia. Estado actual y perspectivas», en: La conformación de comunidades científicas en Colombia, Santafé de Bogotá, M.E.N. -D.N.P.-FONADE, 1990, pp 337-362.

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA y COLCIENCIAS, Colombia: Al filo de la oportunidad, informe conjunto de la Misión de ciencia, Educación y desarrollo, Bogotá, 1994, p. 76.

SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, Instrumentos Jurídicos, Bogotá, Colciencias, DNP, 1991.