

POR QUÉ DEFENDER LA CIENCIA EN COLOMBIA



Audiencia pública



ACADEMIA COLOMBIANA
DE CIENCIAS EXACTAS,
FÍSICAS Y NATURALES

Academia Colombiana de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales
Carrera 28 A No. 39A-63
Bogotá D. C., Colombia
TELS +57 (1) 2683290 - 5550470
marcela@accefyn.org.co
<http://www.accefyn.org.co>

Diagramación:
Alexandra Virgüez Sánchez
Comunicadora Social
Bogotá D.C., Colombia

INDICE

Introducción	4
En defensa de la ciencia en Colombia Jorge Robledo Castillo	5
¿Por qué eso de ciencia y tecnología no “pega” entre nosotros? Moisés Wasserman	8
La Ciencia en la construcción de la nación Guillermo Páramo	11
Colombia y las ciencias básicas Eduardo Posada	16
La Ciencia como instrumento para conocer el territorio Carlos Alberto Vargas Jiménez	20
Energía Horacio Torres Sánchez	23
Las ciencias y las tecnologías en la época del postconflicto en Colombia. El apoyo a la industria que hoy tenemos Fanor Mondragón	29
¿Qué hacen los países en el mundo vs Colombia?, posibilidades y realidades en salud Luis Caraballo	38
Pacto por la ciencia, la tecnología, la innovación y la educación Gabriela Delgado Murcia	41
El Conpes que nunca llegó a ser Hernán Jaramillo Salazar	45
La juventud y la crisis de la ciencia Sara Abril	53
Ciencia y tecnología Aurelio Suárez Montoya	57
¿Por qué defender la ciencia en Colombia? Enrique Forero	63

INTRODUCCIÓN

Con el propósito de llamar la atención de la sociedad colombiana sobre la importancia de la ciencia y la tecnología para el presente y el futuro del país, la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y la oficina del Senador Jorge Robledo acordaron llevar a cabo una audiencia pública en la que prestigiosos científicos presentaron su visión y sus experiencias en estos campos. El evento tuvo lugar el día 19 de septiembre de 2016 en el salón Simón Bolívar del Congreso de la República y fue transmitida por el canal de televisión del Senado.

Fue posible reunir un excelente grupo de investigadores, en su mayoría miembros activos de la Academia, para que hicieran presentaciones de no más de 15 minutos sobre sus experiencias, y de cómo estas tienen que ver directa o indirectamente con el desarrollo del país desde distintos ámbitos.

La publicación que ahora se entrega, busca que los textos de esas conferencias se constituyan en una herramienta de consulta útil para políticos y para el público interesado, a algún nivel, en estos asuntos.

La situación actual de la ciencia, la tecnología y la innovación en el país, con significativos recortes presupuestales anunciados para futuras vigencias y aparente desinterés del alto gobierno, hace más pertinente esta publicación.

Enrique Forero
Presidente
Academia Colombiana de
Ciencias Exactas, Físicas y
Naturales

Jorge Robledo Castillo
Senador de la República



En defensa de la ciencia en Colombia

Jorge Robledo Castillo

Arquitecto, profesor y político colombiano. Es miembro del Polo Democrático Alternativo y ha sido elegido por voto popular para integrar el Senado de Colombia.



Entre las labores del Senado de la República está la de realizar audiencias como esta, que son eventos para promover el estudio y debate sobre asuntos de importancia nacional.

No son actos de carácter partidista, aunque el senador que los convoca tenga su militancia. Porque de lo que se trata es de facilitar los recursos del Congreso para que se expresen los conocedores de los temas que se decida abordar, con independencia de su filiación política, como ocurre en el día de hoy.

En esta ocasión, como también es normal en las audiencias que promuevo, el evento se realiza con la decisiva participación de una organización conocedora del tema de que se trate, en este caso la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Colombia, asociación que congrega científicos de primer nivel, a varios de los cuales escucharemos hoy.

Nuevamente, mil gracias, doctor

Enrique Forero por su gran interés y empeño para sacar adelante esta audiencia, cuyo éxito podemos dar desde ya por sentado.

Antes de darles la palabra a los expositores, un par de reflexiones sobre por qué esta audiencia se llama En defensa de la ciencia en Colombia.



Ya nadie ilustrado cuestiona la importancia de elevar el nivel del conocimiento como fundamento de todas las formas de progreso social. No hay dirigente que no sepa que entre lo políticamente correcto hay que incluir mostrarse partidario de promover la educación, aun cuando también sea común que

esa retórica no se acompaña con el respaldo a las decisiones correspondientes, actitud lamentable porque la educación colombiana está lejos del nivel que podría y debería tener, como puede constarla cualquiera que desee hacerlo.

Y si en transmisión de conocimientos en Colombia predomina la mediocridad, en su creación, en cuanto al desarrollo de la ciencia, ni se diga. Tan mal estamos que quienes nos gobiernan ni siquiera hacen demagogia al respecto, para no mencionar que menos toman medidas de alguna de seriedad en esa dirección.

La única y verdadera causa de este subdesarrollo extremo es que ningún gobierno de Colombia ha tenido ni el menor interés en introducir al país en serio en el mundo las ciencias naturales, ni de las puras ni de las aplicadas

• • • • • • • • •

Como se verá en la exposiciones de hoy, Colombia está supremamente mal en todos y cada uno de los indicadores que miden el desarrollo científico de los países: invierte muy poco en Investigación y Desarrollo como porcentaje del PIB, es bajísimo el número de investigadores, son muy escasas las publicaciones y es ridículamente pequeño el número de patentes en los últimos sesenta años, ¡apenas 33, el 0,005 del total del mundo!

Y todas las ciencias nos permiten afirmar que esta desgracia –porque es una desgracia, que impide el progreso del país– no nos ocurre porque los colombianos padecemos de alguna minusvalía en nuestro equipaje genético.

La única y verdadera causa de este subdesarrollo extremo es que ningún gobierno de Colombia ha tenido ni el menor interés en introducir al país en serio en el mundo las ciencias naturales, ni de las puras ni de las aplicadas, e incluso tampoco en las prácticas tecnológicas de cierta complejidad. Lo poco que ha podido avanzarse ha sido más el producto de esfuerzos individuales o de algunas universidades, en particular públicas, pero no como parte de un plan estratégico nacional de largo plazo. Y hay que reconocer que algunas empresas, también por su cuenta, hacen lo que pueden.

Esta realidad, que ocurría en medio de una cierta vergüenza de las élites, se empeoró a partir de 1990, cuando hasta decidieron abandonar, y de manera explícita, el sueño tímidamente modernizante de los años anteriores. Dicho cambio se expresó con toda nitidez en la decisión de abandonar la idea de industrializar el país, si es que en realidad la tuvieron, el sector con mayores necesidades específicas en ciencias naturales, y de acabar de especializar a Colombia en la producción y exportación de materias primas agrí-



colas y mineras, calculadas para pagarse unas importaciones aumentadas.

de alto nivel de complejidad, vinculado a los mayores desarrollos científicos.



Que estas no son apenas deducciones obvias de las realidades que nos rodean lo muestra el proyecto de Documento Conpes sobre ciencia que el gobierno tiene en elaboración, en el que, con todo descaro, se pretende que Colombia renuncie a tener una política de ciencia digna de ese nombre. Y este absurdo, como se sabe, porque así lo indican las recomendaciones de obligatorio cumplimiento de la OCDE, organización que representa los intereses de las potencias económicas que tienen entre sus objetivos reservarse para ellas el trabajo de alto nivel científico y tecnológico.

Los países con los mayores avances en el proceso civilizatorio los han logrado, no por azar, sino a partir de acuerdos nacionales diseñados para alcanzar ese fin. Y en las políticas en esa dirección nunca ha faltado la decisión de adentrarse en economías fundamentadas en el trabajo

Hago votos porque los colombianos nos pongamos de acuerdo en defender nuestro derecho soberano a participar en la creación científica de más alto nivel y de aportarle de la mejor manera a la ciencia universal.



¿Por qué eso de ciencia y tecnología no “pega” entre nosotros?

Moises Wasserman

Bioquímico colombiano. Fue rector de la Universidad Nacional de Colombia en el periodo 2006-2009, director del Instituto Nacional de Salud (1995-1998) y presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (2002-2006).

En octubre de 2006 me dirigí al Congreso en este mismo salón Elíptico para lanzar el proyecto ARCA “Articulación Congreso Academia”. Fue un proyecto iniciativa conjunta de la mesa directiva del Senado y la Universidad Nacional. Como otros que se hicieron en esa dirección, produjo algunos documentos, y se extinguió lentamente con el relevo de las directivas.

Es inevitable preguntarse ¿por qué esas iniciativas no pegan en Colombia? ¿Por qué el país parece impermeable a los argumentos de la comunidad académica en defensa de una política para ciencia y tecnología, fuerte, duradera y de largo plazo? Seguramente hay muchas causas, pero una cultura de desconfianza hacia las propias capacidades no es la menor de ellas.

La afirmación de que vivimos en una sociedad y en una economía de conocimiento, y por tanto que debemos hacer ciencia ya entró en los discursos de los políticos. Pero

no trasciende, se queda allá, en los discursos. No se vuelve una política real, no se refleja en esfuerzos del gobierno ni en presupuestos.

Los discursos políticos son cada vez más intrascendentes. Son palabras que se dicen por la necesidad coyuntural de una campaña, no son argumentos para adelantar una visión de mundo bien consolidada.

• • • • • • • • • •

Es posible hacer algunas hipótesis sobre las fallas en el pensamiento lógico, o las falacias que llevan a esa situación. La mayor es, que los discursos políticos entre nosotros son cada vez más intrascendentes. Son palabras que se dicen por la necesidad coyuntural de una campaña, no son argumentos para adelantar una visión de mundo bien consolidada. Entonces, se olvidan tan pronto la siguiente coyuntura los desplaza del interés del político. Lemas que jamás llegan a una política de largo término.



En realidad, hay que decirlo, no se creen sus propios discursos. Tras eso hay algunas falsas certezas que vale la pena revisar:

- Ante la evidencia de que nuestra inversión en Ciencia es ba-jísima con respecto a la de otros paí-ses se responde que eso pasa porque: “los ricos investigan porque son ri- cos, y no son ricos porque investi- gan”. ¡Falso! Se puede demostrar en múltiples casos una muy buena co- rrelación entre inversión en ciencia y riqueza. Se puede mostrar que hay una sucesión temporal clara. Prime- ro se fortalece la educación superior y la ciencia y posteriormente crece la economía y se desarrolla riqueza y bienestar.

- Se dice que en este momen- to hay urgencias, más tarde se podrá asumir el asunto. ¡Falso también! El mundo no se queda quieto, la gente no se queda esperando oportuni- dades. Lo que no se hace ahora va a impedir que jóvenes entren a una carrera científica, va a dejar proyec- tos importantes que nunca se van a hacer. La brecha entre nosotros y otros más desarrollados no se va a quedar quieta, se agranda con cada día de inacción.

- Que podemos hacer más con menos ¡Falso! Es verdad que hay mucha inteligencia y mucha recursividad entre nosotros. Pero la inteligencia es un don ubicuo en la especie humana. También los ame- ricanos, los ingleses y los japoneses son inteligentes. No somos tanto más avisados como para poder ha-

cer sin recursos lo mismo que ellos hace a grandes costos.

- Que vamos a conseguir los recursos para la ciencia con cooperación internacional ¡Falso también! La cooperación es algo al- truista y muy bueno pero es sólo un apoyo a los esfuerzos propios. Ningún país en el mundo ha construido su ciencia con dineros de otros.



- Se piensa que no vale la pena el esfuerzo, porque al fin “ellos” encontrarán las soluciones a los problemas y nos llegarán. En algunos casos podría ser cierto. Nos llegarán, pero traerán los costos de la investigación incluidos y con in- tereses, y nos los cobrarán no una vez sino cada vez que los necesi- temos. Además dependeremos de sus prioridades de producción, en el peor de los casos de su buena voluntad. En muchos casos es fal- so también, porque hay problemas que sólo nos interesan a nosotros y no a ellos. Por eso las enfermedades llamadas huérfanas, por eso tecno- logías no exploradas. ¿Quién va a venir a estudiar nuestro territorio y

nuestros nichos ecológicos?;¿Quién nuestras culturas?

- Se dice que podremos comprar tecnología y entrar a competir con ella en los mercados internacionales. Eso también es falso. Nadie vende a otro una tecnología que lo ponga en desventaja competitiva. Se vende la tecnología de ayer, aquella que no podrá desplazar del mercado a quien la vende. Por otro lado, una transferencia de tecnología sin un cuerpo científico local, de alto nivel, que la entienda y que pueda construir cosas nuevas a partir de ella, inevitablemente se convierte en un elefante blanco.

“Los ricos investigan porque son ricos, y no son ricos porque investigan”. ¡Falso! Se puede demostrar en múltiples casos una muy buena correlación entre inversión en ciencia y riqueza.

• • • • • • • • •

- Dicen que nuestra biodiversidad, bosques, llanuras, montes y mares nos van a hacer ricos. Es falso también. Los recursos naturales por sí solos no constituyen más que una riqueza simbólica. Su realización depende del conocimiento que tengamos de ellos.

En algún momento tenemos que

ponernos serios. Mientras el mundo desarrollado aumenta sus inversiones en ciencia, mientras otros países antes sub-desarrollados emergen y corren hacia delante y se vuelven estrellas con éxito económico para el bienestar de la gente, nosotros nos quedamos quietos, restándole a la ciencia y la tecnología su importancia, engañándonos a nosotros mismos con las anteriores falacias.

El cambio no es un imposible ni tiene que tomar siglos. En el año 1965 se reunieron en Australia los países del sudeste asiático para diseñar un futuro mejor. En Singapur, Indonesia, Malasia, Tailandia y en otros apenas el 25% de su producto interno provenía de manufacturas, y ellas no llegaba al 6% de las exportaciones (situación parecida a la que tenemos nosotros hoy). En este momento, apenas 50 años después son potencias industriales, innovadoras y competitivas ¿Cuál fue su política? Parece sencilla: educación al más alto nivel, investigación en ciencia de frontera básica y aplicada, y finalmente aplicación del conocimiento que generan para la solución de sus problemas y para el desarrollo de sus industrias, de su economía y de su sociedad.



La Ciencia en la construcción de la nación

Guillermo Páramo

Sociólogo de la Universidad Nacional de Colombia, ex rector de la Universidad Central y de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene una extensa producción académica y ha sido profesor en varias universidades colombianas y extranjeras.



No siempre tenemos conciencia de dónde estamos, de qué es Colombia, ni de qué nos ocurre. En este momento, por ejemplo, por encima de nuestras cabezas circulan muchos satélites, pero ninguno es colombiano. Están ahí porque sobre nuestro suelo, dada nuestra posición en el globo, pasa su órbita geoestacionaria. Nuestra posición es utilizada por otros, y nosotros no la aprovechamos. Y no es porque no tengamos gente capaz de hacerlo: los laboratorios están muy mal distribuidos en el mundo, los recursos económicos también, pero los cerebros no. Otros países tienen sus propios satélites sin que su historia ni sus gentes sean muy diferentes de las nuestras; Venezuela tiene el suyo. Mientras científicos colombianos pueden estar trabajando en la NASA, dependemos del extranjero para explorar nuestro propio territorio desde el espacio, marcar nuestros rumbos, comunicarnos entre nosotros mismos. ¿Tiene que ser así?

Este país tiene dos océanos. ¿Por

qué llegaron los españoles y los portugueses a éste continente? Porque España y Portugal estaban en la convergencia de dos mares, del Mar Cantábrico del Océano Atlántico y del Mar Mediterráneo. Esa convergencia de mares era convergencia y concordancia de historias, de dos historias de la humanidad que se habían hecho tecnología en la navegación y en la arquitectura naval,



y que hacían posible el encuentro de mentes, de saberes y de instrumentos. Fue así que aparecieron las carabelas y las carracas que llegaron acá; síntesis de las naves que navegaban en los mares del norte y de las que surcaban en el sur las aguas del

Mediterráneo. El desarrollo de esas naves revolucionarias se combinó con la llegada de cartógrafos, astrónomos, navegantes empresarios y el mundo fue de España y Portugal. Nosotros tenemos dos océanos y apenas sí hemos descubierto el mar. Colombia, que debiera y pudiera ser un país de navegantes, quizás está perdiendo su mar. Somos insensibles a lo que no es inmediato y puramente local; más que a nuestros intereses estratégicos, el ámbito de nuestras preocupaciones está abierto a lo trivial.



Otros países tienen sus propios satélites sin que su historia ni sus gentes sean muy diferentes de las nuestras; Venezuela tiene el suyo. Mientras científicos colombianos pueden estar trabajando en la NASA, dependemos del extranjero

• • • • • • • • • •

Tenemos un puerto sobre el Amazonas. Hubo una guerra por ese puerto, pero, ahora, donde antes hubo un muelle, pobre pero decoroso, unos trozos de concreto fueron botados al agua con la pretensión de que contendrían al río más caudaloso del mundo; por supuesto, el río las desborda y ahí se ahogan los niños de Leticia. Mientras eso ocurre en la rivera colombiana, al otro lado de la frontera, en el Brasil, lo que era una pequeña aldea hace no tantos años se convirtió en una enorme base militar con aeropuerto internacional.

Si miramos hacia el Norte, encontramos allí una península de enorme importancia estratégica: La Guajira. Basta mirar el mapa para darse cuente de que una fuerza que controle esa masa de tierra colombiana puede cerrar el golfo del Maracaibo, es decir el paso por donde fluye el petróleo que sale de las reservas más grandes del planeta. Mas esa península está unida a este país tan solo por un frágil puente aéreo,



por una carretera cuyo bancal quizás no tenga 6 metros de amplitud, que topa con la mole de la Sierra Nevada y casi se mete en el mar, y por otro camino, aún más precario, encajonado entre la misma Sierra y la Serranía del Perijá. Desapareció la línea de cabotaje que otrora comunicaba a Riohacha con Santa Marta. No hemos puesto a La Guajira en nuestro mapa mental: los niños wayú se mueren de hambre en medio de la corrupción de los políticos, el abandono del Estado, la depredación ambiental y el desprecio por una rica cultura nativa que no hemos sido capaces de comprender y menos de integrar.

Y si la ciencia y tecnología de hoy nos develan cuánto significa desentrañar los secretos de un código genético, hay que recordar que la palabra 'código' es un préstamo que toma la genética de las lenguas.

• • • • • • • • • •

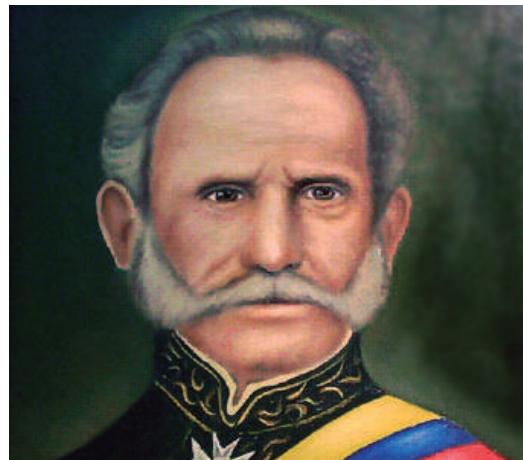
Tenemos la selva más húmeda del mundo, llena de ríos caudalosos y de vida natural, que se acaba ante nuestra vista devastada por la minería legal e ilegal. Un Litoral Pacífico donde hubo siempre navegan tes, como los nativos de Tumaco, pero de la gente de Tumaco solo nos acordamos cuando hay masacres o maremotos; allá no ha llegado Colombia en realidad.

Nuestro país es extraordinariamente



complejo; para hacerse consciente de esa complejidad basta con pensar en su diversidad geográfica, climática y biológica, y darse cuenta de que, si se ha preservado esa diversidad biológica, ha sido porque los seres humanos que habitaron por siglos en las selvas, montañas, costas, llanuras colombianas supieron vivir en paz con su hábitat y diversificar, a su vez, sus respuestas culturales. En Colombia se hablan casi 70 lenguas diferentes; lenguas, no dialectos. Y si la ciencia y tecnología de hoy nos develan cuánto significa desentrañar los secretos de un código genético, hay que recordar que la palabra 'código' es un préstamo que toma la genética de las lenguas. Esas lenguas de colombianos son, por lo menos, tan complejas como esos códigos, y son maneras de clasificar, de actuar, de pensar, de articular el tiempo, de producir saber y belleza. Y se pierden ante nosotros como la selva y como el mar.

Le recordamos a nuestros jóvenes el conocimiento del pedazo de tierra que les fue legado y de la difícil vía seguida por sus antepasados para que ese legado llegara a su presente. Ya no se enseñan en las escuelas ni historia ni geografía. Si ustedes salen al claustro de este edificio se encontrarán con la estatua de Tomás Cipriano de Mosquera. Mosquera tuvo la idea de encomendarle a un militar italiano medir las alturas de nuestras montañas, hacer los mapas de nuestros ríos, describir nuestras poblaciones. Ese italiano, Agustín Codazzi, se apoyó en nuestros connacionales Manuel Ancízar, José María Triana y otros más, y en su trabajo, visitando Panamá y el Chocó, llegó a la conclusión de que que se podía hacer allí un canal que uniera dos océanos. El canal no se hizo por los colombianos, ni con los colombianos, ni para los colombianos. De hecho Panamá se perdió. Un pedazo de territorio comparable con Antioquia, en donde había gente colombiana que había peleado por Colombia, cuna de héroes de la Independencia, ventaja geopolítica sin igual de esta nación, se perdió y ya nadie en Colombia sabe o recuerda que se perdió; menos, por qué se perdió. Esa experiencia, que fue dolorosa para los colombianos honestos del momento, se olvidó. Nada parece haberse aprendido de ella en un país que tiene abandonadas sus fronteras y su mar. Nada se sabrá con la educación de ignorantes que tenemos.



Hace poco hablaba con un joven bogotano brillante, ingeniero graduado y postgraduado en una prestigiosa universidad de Bogotá. Había sido invitado a los Estados Unidos. Me contó que estaba sorprendido de que en Colombia hubiera habido un presidente Mosquera, pues había visto su estatua en este Capitolio. Creo que tampoco debía tener idea de lo que pasó con Panamá. Y lo que pasó con Panamá fue por una carencia de conocimiento; no supimos qué significaba ni qué pasaba en Panamá. No entendimos lo que teníamos allá. No tuvimos conductores con una mente suficientemente amplia y penetrante para que en ella cupiera Colombia y, sin embargo, decidieron por ella y decidieron mal; muy mal. La mente chiquita de sus conductores achicó un país y el nuestro se achicó. Pero nadie pidió cuentas, como tampoco hoy se piden cuentas a quienes por tener mentes chiquitas han puesto en entredicho nuestro mar.



La soberanía comienza y se apoya en el conocimiento de lo que se es, se tiene y se necesita. Necesitamos la gente y los recursos que den cuenta de lo que somos y tenemos; de que nuestra posición geoestratégica nos da ventajas pero también de que nos amenaza con peligros. Un país que tiene ventajas potenciales pero que no las comprende, se hace víctima de sus ventajas.

Por eso es tan importante la iniciativa del Senador Robledo y lo que está haciendo la Academia de Ciencias al reclamar que, por encima de la politiquería, la corrupción y la trivialidad, se pongan los intereses estratégicos de nuestra nación. El desarrollo y respeto de la ciencia, entre ellos y para ellos, es fundamental.

Colombia y las ciencias básicas



Eduardo Posada

Físico de la Universidad de Lausana en Suiza, doctor en ciencias, presidente de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, miembro de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo y director del Centro Internacional de Física. Ha recibido diferentes reconocimientos por sus aportes a la ciencia.

Voy a comenzar hablando de las ciencias básicas a nivel mundial, porque a menudo se dice que son algo interesante pero que el verdadero motor del desarrollo han sido el mercado y la innovación. Creo que es todo lo contrario.



Me remitiré a dos ejemplos: Primero el del teléfono celular que todos tenemos.

Algunos pueden pensar que ese aparato es fruto de la inspiración de un Steve Jobs en una noche de insomnio, pero si uno se toma el tiempo de mirar todo lo que tiene un teléfono celular, es fácil ver que, sin

lo que hicieron cien años de ciencia y de producción científica básica, el teléfono celular no existiría.

Me voy a referir primero a la obra de Maxwell a finales del siglo XIX, cuando predijo la existencia de las ondas electromagnéticas y a los trabajos de Hertz, quien confirmó experimentalmente esa teoría. Es pura ciencia básica, fruto de la curiosidad, pero que marcó el punto de partida de una increíble revolución

Otro científico que jugó un papel fundamental no sólo para crear ese producto sino para toda la ciencia moderna, fue Albert Einstein. Sin sus esfuerzos para explicar otra observación, hecha por el mismo Hertz en su momento, que se llamó después efecto fotoeléctrico, no se habría desarrollado la mecánica cuántica. Sin la mecánica cuántica no se hubiera hecho el trabajo para entender los materiales semiconductores, sin los semiconductores no se hubiera inventado el transistor, sin el transistor nadie hubiera podido inventar el chip y sin el chip no tendríamos teléfonos celulares.



La electrónica de los comienzos del siglo pasado se basaba en los tubos de radio, nacidos del descubrimiento del electrón por J.J. Thompson, igualmente fruto de la investigación básica. El primer computador digital, el ENIAC, fabricado en 1946, tenía 18000 tubos de radio, pesaba 30 toneladas y consumía 150 kW. Sin el invento del transistor, gracias a la mecánica cuántica, no tendríamos nada parecido a la microelectrónica ni a lo que tenemos hoy en día. Un teléfono celular hecho de tubos de radio sería tan grande como el Empire State y consumiría toda la energía de la ciudad de New York.

Todos esos trabajos buscaban únicamente enriquecer el conocimiento, satisfacer la curiosidad y proponer ideas para entender el mundo.

Igualmente, en el sector de la salud si no hubiéramos tenido los trabajos de Pasteur, Koch o Fleming, seguiríamos como en el siglo XVII, cuando en un país avanzado la esperanza de vida era de tan sólo 45 años mientras que hoy, en el Japón es más de 80. Eso se debe también a la ciencia básica, a los trabajos de pioneros que queriendo entender la naturaleza y la vida, construyeron el conocimiento que finalmente nos

llevó a los prodigiosos avances que hoy vivimos.

Un teléfono celular hecho de tubos de radio sería tan grande como el Empire State y consumiría toda la energía de la ciudad de New York.

• • • • • • • • • • •

Traje solamente esos dos ejemplos para destacar el papel de la ciencia básica, pero hubiera podido mencionar cientos más.

Hablando ahora de Colombia, es frecuente que nos digan que debemos dejar la ciencia básica a los países industrializados y nosotros aquí en Colombia dedicarnos a solucionar problemas prácticos, lo cual, a la postre, nos condena a comprar lo que se desarrolla en otras latitudes.

Olvidamos que atacar problemas como las enfermedades tropicales, como la malaria o la Leshmaniasis, requiere una cantidad de investigación básica del más alto nivel. El hecho es que a los países industrializados no les interesan las enfermedades tropicales porque no las tienen y, por lo tanto, el trabajo lo tenemos que hacer aquí.

Vale preguntarse ¿ dónde podemos encontrar la tecnología y la ciencia

Todo se debe a la ciencia básica, a los trabajos de pioneros que queriendo entender la naturaleza y la vida, construyeron el conocimiento que finalmente nos llevó a los prodigiosos avances que hoy vivimos.

• • • • • • • • • • •

para cultivar y procesar productos autóctonos de manera adecuada? En ninguna parte. Nadie produce Curuba en ningún otro país y la ciencia que se requiere la tenemos que desarrollar nosotros. Si queremos atacar con éxito los problemas que nos aquejan en lo social, la salud y la agri-

cultura, tenemos que hacerlo con investigación en ciencia básica y en tecnología porque son dos áreas que no se pueden separar. No se puede decir que por un lado está la investigación básica y por el otro la investigación aplicada y la innovación.

En nuestros países los dirigentes nos dicen que la ciencia contribuye a enriquecer la cultura pero que no es una prioridad. Creo que en Colombia hemos estado equivocados en este aspecto; no hemos construido una política clara y contundente de ciencia y tecnología, a pesar de algunos intentos: en los años 90 se gestó la ley 29 de 1990 que creó ciertas expectativas; el documento CONPES de 1996 propuso aumentar la inversión en I&D al 1% del PIB lo cual nunca se logró. Hoy, después de 30 años, seguimos con 0.2% del P.I.B, que es el mismo nivel que teníamos hace 40 años y el mismo que tenía Corea en los años 80.

Corea es un buen ejemplo porque, mediante una política seria de in-

En este momento la meta esencial es tener una política coherente y concertada de ciencia tecnología e innovación.

vestigación y desarrollo ha llegado a una inversión del 4% del PIB. Pasó de tener 5000 investigadores a tener 250000. Pasó de poseer una industria de muy bajo nivel tecnológico, a ser un líder en altas tecnologías, con

énfasis en investigación básica, creando centros de investigación en astrofísica y en biología molecular, y teniendo claro que, a la larga, eso es lo que redunda en un desarrollo económico y social estable.

Espero que algún día en Colombia entendamos el mensaje, que nos demos cuenta de que una inversión del 1% del P.I.B, que hemos propuesto desde hace 30 años, es apenas una cifra elemental para empezar a salir del subdesarrollo, pero que, al igual que países del Sudeste asiático, debemos tener metas de 3% o 4% en inversión.



Tomado de <http://www.lasexta.com>

Para el país esto es una urgencia. Debemos formar investigadores, fomentar los doctorados nacionales y no la exportación de talentos. Claro que hay que formar gente por fuera,



donde no tengamos capacidad suficiente, pero el país ya tiene doctores de muy alto nivel que hay que fortalecer para contribuir a crear capacidad en ciencia y tecnología.

En este momento la meta esencial es tener una política coherente y concertada de ciencia tecnología e innovación. El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Competitividad debe tener unos actores centrales y un director de orquesta que, para mí, debería ser Colciencias que, como lo dice la ley 1286, es el coordinador de la política nacional de ciencia y tecnología. Desafortunadamente, Colciencias tiene hoy un presupuesto muy reducido y no puede desempeñar el papel que le corresponde.

La reciente modificación del régimen de las regalías que destina el 10% de éstas a investigación y desarrollo en las regiones ayuda un poco, pero no equivale sino al 0,12% del PIB lo cual está aún muy lejos de la meta propuesta.

En el proceso de posconflicto en el que vamos a entrar, la ciencia tiene que jugar un papel fundamental para el desarrollo del sector agrícola, para la solución de los problemas sociales, para atacar realmente los problemas de salud rural y para mejorar los niveles de educación. La ciencia tiene que estar en todas partes y espero sinceramente que el gobierno lo entienda de esa manera.



La Ciencia como instrumento para conocer el territorio

Carlos Alberto Vargas Jiménez

Investigador en imaging y procesos litosféricos. Profesor Asociado, Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C. y Vicepresidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Para abordar este tema, se hace necesario realizar un análisis enfocado en tres aspectos: 1) Global y sus referentes que promueven la investigación; 2) Local, en busca de establecer escenarios pertinentes; y 3) Relacionados con los colectivos académicos que abordan este tipo de investigación.

1) Las geociencias en todo el mundo se debaten dentro de dos grandes tendencias que alientan la investigación:

a) Examina el rol de procesos que han generado la creación y destrucción de diversas formas de vida y condiciones ambientales. Por ejemplo, en los últimos 10 Ma, el territorio colombiano fue protagonista de la formación del puente natural entre Norteamérica y Suramérica, lo cual generó junto con otros accidentes como la elevación de sus cordilleras, un contexto único para formación de páramos. Desde entonces, el Istmo de Panamá y el NW de Colombia atestiguan un

gran intercambio de flora y fauna, así como del cambio climático a nivel Global.

b) Asume que desde hace unos 7000 años en todo el planeta se ha venido gestando un cambio en los ciclos naturales del clima y del agua gracias a la agricultura, evidenciando la sensibilidad planetaria y la fuerza geológica que representa nuestra civilización.

Entre estas dos tendencias aparecen propuestas intermedias. Y en todos los casos se debate sobre la necesidad de la actividad minero-energética y fuentes alternas que reemplacen recursos naturales no renovables. Algunos sectores de la sociedad asumen sin mayor entendimiento posiciones respecto a estos temas. Olvidando que no hay forma de ser concluyentes y por tanto requerimos de mayor observación sistemática sobre el comportamiento del planeta, y en particular de nuestro territorio.



2) Colombia se constituye en un laboratorio natural donde ocurren fenómenos sísmicos, volcánicos, climáticos, y una compleja distribución de recursos minero-energéticos.

La actividad volcánica y sus consecuencias, como por ejemplo el caso del Lahar de Armero de 1985; y los sismos del Eje Cafetero (1938, 1942, 1958, 1962, 1979, 1995 y 1999), Murindó (1992), Mutatá (2016), han mostrado que nuestra sociedad es altamente vulnerable debido al desconocimiento en los patrones de ocurrencia y en la forma en que se han desarrollado nuestras poblaciones, comunidades e infraestructura. Estas condiciones implican altos costos sociales por el desconocimiento del territorio.

Nuestra sociedad es altamente vulnerable debido al desconocimiento en los patrones de ocurrencia y en la forma en que se han desarrollado nuestras poblaciones, comunidades e infraestructura.

• • • • • • • • •

Por otra parte, el aprovechamiento adecuado del potencial minero-energético y la sustitución eficiente de algunos recursos alternos no-renovables se hacen inviables por el desconocimiento de su ocurrencia y magnitud. El recurso geotérmico es un buen ejemplo de dichos recursos. A esto tendríamos

que agregar el oportunismo económico o político, como lo ilustran las discusiones sobre la estimulación hidráulica en el Valle Medio del Magdalena.

Desafortunadamente, las agendas políticas derivadas de las regalías en algunos casos han impedido el óptimo conocimiento territorial, a pesar que un alto porcentaje de estos capitales se derivan de la explotación de recursos del subsuelo. Por el contrario, cualquier argumento se utiliza para impedir su análisis serio y riguroso, o se hacen interpretaciones acomodadas de diversas problemáticas medio ambientales, tal como fue el caso de la sequía en los Llanos Orientales entre 2014-2015.

A pesar que existe una regulación amplia y argumentada sobre nuestro medio ambiente, la falta de control en campo del entorno favorece a terceros la realización de actividades no legales que impactan el medio ambiente, inestabilizan comunidades y desestimulan el desarrollo de actividades industriales legales. A esta situación habría que sumarle que la academia y la sociedad en ge-



neral cuenta con acceso restringido a la información del suelo y subsuelo desde algunas entidades del Estado, impiéndole nuevas interpretaciones de nuestras realidades, condiciones del entorno y conocimiento del suelo y subsuelo, y favoreciendo la corrupción por tráfico de información.

Iniciativas como la incorporación de geólogos en cada municipio, articuladas con políticas rigurosas de POT, y agendas científicas podrían favorecer el desarrollo integral de regiones y consolidar condiciones de soberanía territorial.

3) Este tipo de fenómenos deben ser abordados por grupos interdisciplinarios.

Sería deseable que el estudio de nuestro territorio se base en observaciones a largo plazo, lejos del oportunismo económico o político. Dicho conocimiento permea todos los quehaceres de la sociedad, por lo que requiere independencia y recursos desde el Gobierno.

CONCLUSIONES

1. El conocimiento integral del suelo y subsuelo es de importancia para la Nación por la oportunidad económica y estratégica que ofrecen.

2. Colombia se constituye en un laboratorio natural donde ocurren fenómenos sísmicos, volcánicos, climáticos, y una compleja distribución de recursos minero

-energéticos.

3. La historia nos ha demostrado que existen altos costos sociales por el desconocimiento del territorio, particularmente de los fenómenos que ocurren en su suelo y subsuelo.

4. Las agendas políticas derivadas de las regalías deben ingerir en un mejor conocimiento de las regiones de donde provienen los recursos naturales no-renovables.

5. La falta de control del entorno, el impedimento a la accesibilidad de información del suelo y subsuelo por parte de diversas entidades del Estado, y la ausencia de apoyo a iniciativas investigativas generan traumas en el desarrollo de la Nación.

6. Invitamos al honorable Congreso para que incorpore en su agenda legislativa, Iniciativas como la incorporación de geólogos en cada municipio para articular POT y agendas científicas en busca de favorecer el desarrollo regional integral desde las bases.

Iniciativas como la incorporación de geólogos en cada municipio, articuladas con políticas rigurosas de POT, y agendas científicas podrían favorecer el desarrollo integral de regiones y consolidar condiciones de soberanía territorial.

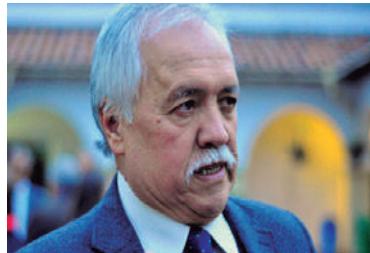




Energía

Horacio Torres Sánchez

Ingeniero electricista de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá - magíster en Sistemas de Potencia, Profesor Emérito UN. Secretario de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.



Existen muchos y variados temas sobre energía, de los cuales me referiré a tres:

1. La pertinencia para Colombia de la investigación científica y la tecnología sobre las fuentes alternativas de energía.
2. Cómo resultados de investigación e innovación tecnológica basados en Ciencias Básicas sobre problemas típicos colombianos cumplen una función social.
3. Una propuesta de ley para garantizar la realización de investigaciones en energía por parte de empresas concesionarias de energía eléctrica.

1. Fuentes alternas de energía

En los últimos años, se ha presentado gran preocupación por el medio ambiente y en especial por el manejo de los recursos agotables de energía y la contaminación derivada de su utilización. Si bien a nivel mundial las llamadas fuentes convencionales como los combustibles fósiles continuarán supliendo una fracción apreciable del consumo energético, con una creciente importancia del

gas natural, la oferta energética en el mundo tenderá a ser más diversificada.

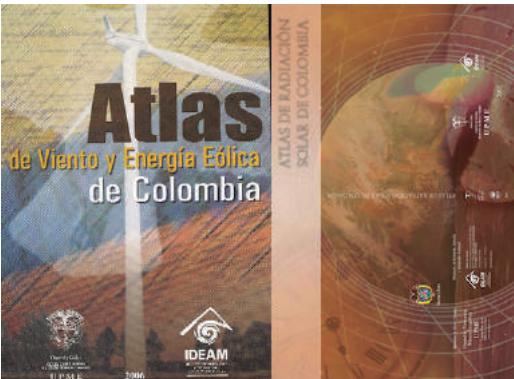
Opciones como la eólica, solar, biomasa, hidrógeno, y celdas de combustibles van a jugar un importante papel en el largo plazo y producirán cambios substanciales en el perfil tecnológico, ambiental y organizacional del sistema energético global.



Mejoras tecnológicas y las economías de escala han estimulado la reducción de costos constantes, que continuará en los próximos años tal como la Industria fotovoltaica avanza hacia la competitividad con las fuentes de energía convencionales. Pero ya hoy en día, la electricidad fotovoltaica es más barata de lo que muchas personas piensan.

Aunque en Colombia se han hecho importantes aportes al conocimien-

to de las fuentes alternas de energía, a través de investigaciones en energía solar, energía eólica y biomasa, principalmente, se requiere avanzar más en el desarrollo investigativo aplicable a nuestras condiciones ambientales como país tropical, con base en los resultados de investigación ya logrados. Resultados de investigación como el Atlas de Viento de Colombia o el Atlas de radiación solar de Colombia, así como la caracterización y la evaluación del potencial energético de residuos orgánicos de cultivos promisorios, son ejemplos que aun hoy en día tienen pocos casos de aplicación.



El Acuerdo para la Paz, en la era del postconflicto contempla, por ejemplo, en el Punto Agrario, la creación de un Plan Nacional de Electrificación Rural, el cual debería ser de Energización Rural, pues la interconexión a la red es más compleja y menos confiable en la electrificación. La profundización de investigaciones científicas y tecnológicas en Energización Rural y sus implementaciones, traería, con fuentes

Opciones como la eólica, solar, biomasa, hidrógeno, y celdas de combustibles van a jugar un importante papel en el largo plazo y producirán cambios substanciales en el perfil tecnológico, ambiental y organizacional del sistema energético global.

• • • • • • • • •

alternas de generación, una posibilidad para que muchas zonas rurales colombianas pasen de una economía precaria de subsistencia a una economía productiva de comercialización.

A nivel nacional la penetración de esquemas de suministro de energía a partir de energías alternas es muy lenta, mientras en países vecinos con desarrollos similares ya nos han tomado ventaja, caso Costa Rica, México, Chile o Cuba, a pesar que ya tenemos importantes avances investigativos sobre el tema.

Hay que señalar que algunos desarrollos de investigación en Colombia, avanzan en la dirección de lograr un modelo de producción de energía eléctrica diferente al convencional, el cual está basado en el modelo de cadena de producción: Generación – Transmisión – Distribución o Consumo. Este modelo alternativo es conocido como “Generación Distribuida”, en el cual la fuente de generación está cercana a



los centros de consumo con respaldo eléctrico de la red existente. De esta manera la implementación de sistemas más flexibles, llegando a aquellos totalmente distribuidos, se perfila como una alternativa de alta penetración, con lo cual se esperan modificaciones en la arquitectura y operación de los sistemas de potencia eléctrica. Esta sería, por ejemplo, una de las alternativas, con base en las investigaciones colombianas, que aportarían la solución al crítico problema de servicio de energía eléctrica que padece desde hace años la Costa Caribe colombiana.

El BID revela que la demanda proyectada de energía requerirá realizar ampliaciones significativas a la infraestructura energética existente y, en consecuencia, se demandarán flujos de inversión considerables en este sector en las próximas décadas

• • • • • • • • • •

El BID revela que la demanda proyectada de energía requerirá realizar ampliaciones significativas a la infraestructura energética existente y, en consecuencia, se demandarán flujos de inversión considerables en este sector en las próximas décadas y, por tanto, vitales proyectos de investigación y desarrollo tecnológico para Colombia.

Acciones estatales como el Documento CONPES 3453 del 6 de di-

ciembre de 2007 dieron bases para que se expediera la ley 1715 de 2014 que incentiva el uso de fuentes alternativas de energía, fomenta la inversión, la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias. Así mismo, se crea el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, orientado a financiar los programas de eficiencia energética. Esta Ley ya ha sido reglamentada en cerca del 70% y es prioritario difundirla e incentivarla para llevarla a una aplicación productiva, de la mano de los resultados de investigación realizados en Colombia en las últimas décadas.

2. Resultados de investigación – innovación pertinente y vital para Colombia

Debido a que la sociedad moderna es cada día más dependiente de los equipos de cómputo, del servicio de energía eléctrica, de los sistemas de comunicación y, en general, de los equipos eléctricos y electrónicos, la ingeniería colombiana debe responder con diseños adecuados y protecciones eficaces de estos contra las perturbaciones electromagnéticas, como las producidas por un rayo, que son, en magnitud, las más altas del mundo según resultados de investigación realizados en Colombia. Los equipos y sistemas basados en microelectrónica: televisores, teléfonos, equipos de comunicación, etc., por ejemplo, son fuertemente

afectados por la presencia de sobretensiones transitorias, originadas por la incidencia de rayos.

Para lograr un adecuado, eficaz, económico y confiable funcionamiento de los equipos eléctricos y electrónicos, fue necesario, entonces, incrementar el conocimiento científico de nuestro entorno electromagnético, en especial para saber cómo varían espacial y temporalmente, los parámetros del rayo, cuando, donde, como y porque ocurren tales cambios y aportar, como se ha aportado, que tenemos la región del Catatumbo como la de mayor actividad de rayos del mundo, fenómeno que fue descrito y bautizado por Alexander Von Humboldt como el “Rayo del Catatumbo”.



Lago Maracaibo - Mercuriopedia.wordpress.com

En las décadas de 1970 - 1980 surgieron en Colombia los primeros grupos de investigación que hoy en día forman la llamada comunidad académica nacional, masa crítica de desarrollo científico y tecnológico colombiano. Uno de estos grupos nació, motivado por la curiosidad, con el objetivo de llevar a cabo un

proceso de apropiación, construcción y creación autónoma de conocimiento, con el propósito de avanzar tanto en el conocimiento como en la solución a la problemática de los rayos, dada la alta mortalidad de equipos y de personas, lo cual ha generado resultados visibles y comunicables que han sido susceptibles de contrastación académica internacional y de validez social.

En los más de 30 años de existencia se han hecho aportes al conocimiento universal del fenómeno del rayo, así mismo se han liderado y desarrollado Normas Técnicas Colombianas sobre protección contra rayos, las cuales consideran los parámetros basados en resultados de investigación propios de la zona tropical. Así mismo, se incluyó explícitamente un capítulo especial en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, de obligatorio cumplimiento, el tema de evaluación de riesgo y protección contra rayos.

Con base en tesis de pregrado, maestría y doctorado nacionales se logró modificar tecnológicamente un medidor de campo eléctrico y hacer mediciones de señales que llevaron a los primeros resultados de nuevo conocimiento que permitieron predecir, por primera vez en el mundo, el impacto de un rayo con aproximadamente media hora de anticipación y más de 90% de eficiencia.



La promulgación de una ley de la Republica sobre un Sistema de Gestión de Riesgo por Rayos para municipios colombianos, podría mitigar la alta mortalidad por rayos en Colombia

• • • • • • • • • •

Así nació una empresa de innovación tecnológica, que en tecnología se conoce como una empresa “spin-off”, que nace de la investigación. Esta empresa colombiana ha venido encontrado innovaciones tecnológicas, aplicaciones y tecnologías para la protección contra rayos de personas, de sistemas y equipos, que se ha extendido a una gran variedad de actividades que incluyen, además de la protección de vidas en espacios abiertos (parques, escenarios deportivos, lugares de trabajo y otros), la protección de aeropuertos, sistemas de distribución y transporte de energía eléctrica, minas de extracción en campo abierto, campos petroleros, entre muchos otros. Si se implementa la energía eólica en Colombia, por ejemplo, los resultados de la investigación sobre rayos serán vitales para lograr alta confiabilidad en este tipo de generación de energía.

Este es un ejemplo de cómo la Ciencia Básica en Electromagnetismo, la tecnología y la innovación están ligadas a los problemas propios colombianos, protegiendo y mejoran-

do la calidad de vida del colombiano de a pie. La promulgación de una ley de la Republica sobre un Sistema de Gestión de Riesgo por Rayos para municipios colombianos, podría mitigar la alta mortalidad por rayos en Colombia, actualmente de 2 muertes por millón de habitantes por año, 10 veces más alta que en países europeos, asiáticos o en Norteamérica.

3. Propuesta de ley para garantizar la realización de investigaciones en el sector energético por parte de empresas concesionarias de energía eléctrica

Pero para poder profundizar en estas investigaciones y desarrollos tecnológicos son necesarios, además del talento humano, la relación Academia-Estado-Sociedad AES y recursos económicos. Es claro que en los países desarrollados la relación AES no se dio al azar o por las fuerzas del mercado solamente; en muchos de ellos hubo una acción deliberada del Estado, como asunto de política con el fin de promover una relación mutuamente beneficiosa entre los centros de investigación y las Instituciones Empresariales privadas y públicas en muchas ramas de la economía. En el caso de América Latina, estos vínculos han sido, en general, débiles y en muchos casos inexistentes.

Se requieren propuestas de impacto nacional que permitan avanzar en

la necesaria alianza AES, de tal manera que los avances de la academia en Ciencia, Tecnología, Innovación y Sociedad lleguen a la solución de problemas propios colombianos y que los problemas de las empresas o la sociedad puedan ser investigados y dar soluciones específicas conjuntas, para un necesario desarrollo armónico del país.

En cuanto a los recursos económicos, la siguiente propuesta de ley busca fundamentalmente avanzar en la necesaria alianza AES con impacto nacional en investigación, innovación y por ende en producción, por ejemplo de un sector como el eléctrico colombiano, con base en una experiencia exitosa en Brasil, a finales del siglo pasado, bajo la presidencia de Fernando Henrique Cardoso, profesor universitario brasileño y hombre sensible a la importancia de la Ciencia y la Tecnología para la producción y desarrollo científico de un país. Una ley para que las Empresas de Generación, Transmisión y Distribución de energía eléctrica que operan en el territorio colombiano estén obligadas a aplicar anualmente un mínimo de 0,75% de sus ingresos netos líquidos para investigaciones en el sector eléctrico colombiano y con estos recursos crear un fondo para investigación, innovación y desarrollo.

Estamos convencidos que estas propuestas pueden llevarse a cabo en la

medida que haya clara visión de país a largo plazo y una voluntad política del poder ejecutivo y del poder legislativo en impulsarlas.

Se requieren propuestas de impacto nacional que permitan avanzar en la necesaria alianza AES, de tal manera que los avances de la academia en Ciencia, Tecnología, Innovación y Sociedad lleguen a la solución de problemas propios colombianos





Las ciencias y las tecnologías en la época del postconflicto en Colombia. El apoyo a la industria que hoy tenemos

Fanor Mondragón

Profesor del Instituto de Química de la Universidad de Antioquia, doctor en Ciencias Químicas de la Universidad de Hokkaido, Japón, fundador del grupo de investigación Química de Recursos Energéticos y Medio Ambiente, vicerrector de investigación de la Universidad de Antioquia del 2012-2015.



El futuro de Colombia dependerá de si el Estado, la Industria y la Academia pueden “conjuntamente” ofrecer verdaderas soluciones para un desarrollo sostenible del país. Esto es, formular propuestas y realizar acciones concretas que permitan reducir la inequidad y la pobreza las cuales han sido el motor del conflicto social que hemos vivido en Colombia desde hace más de medio siglo. Es necesario plantear propuestas que puedan llegar con soluciones a todos los rincones del país. Es en este contexto que las ciencias y las tecnologías son fundamentales para el desarrollo socio-económico del país que permita ofrecer bienestar a la población y al mismo tiempo ser un país competitivo internacionalmente.

Colombia es un país extremadamente rico en recursos naturales, en biodiversidad y con un enorme po-

tencial en su gente joven que puede seguir la ruta del desarrollo basado en el conocimiento si, y solo si, adoptamos las políticas públicas apropiadas, que se diseñen y establezcan las estructuras necesarias para el flujo del conocimiento desde sus centros de origen hasta la sociedad. Las políticas deben estar orientadas a la generación de empleo y a la reducción de la informalidad en el empleo. Estas son políticas que en otros términos están encaminadas a aumentar la clase media de un país. Muchos países han adoptado cambios en sus sistemas económicos para darle valor agregado a los recursos naturales (propios o de otras regiones), basados en los desarrollos científicos. Se mencionan recursos naturales propios o de otras regiones porque muchos países, sin recursos naturales propios han pasado a ser países desarrollados solo haciendo el uso apropiado del conocimiento, para citar algunos: Ja-

pón, Corea, Taiwan, Singapore, Israel, entre otros. Son países que se han convertido en potencias mundiales gracias al énfasis que le han puesto a la educación y a la investigación científica. Más adelante se mencionaran algunas de estas estructuras.

El futuro de Colombia dependerá de si el Estado, la Industria y la Academia pueden “conjuntamente” ofrecer verdaderas soluciones para un desarrollo sostenible del país.

• • • • • • • • •

La apertura de Colombia a nivel internacional con los diferentes tratados de libre comercio le impone a la economía nacional muchos retos. Uno de ellos es mejorar su productividad, competitividad, flexibilidad y efectividad los cuales, en un mundo globalizado, solo lo podrá lograr

que cuando quisieron entrar en la competencia mundial vieron cerradas sus posibilidades porque los avances tecnológicos no les fueron accesibles o les faltaba la capacidad de absorberlas para mejorar sus industrias. Mejorar la productividad en un país como Colombia no es algo sencillo ya que es necesario impulsar cambios radicales en las estructuras educativas y en la estructura del sistema de ciencia y tecnología incluyendo las universidades en las cuales se desarrolla la investigación básica como elemento fundamental para la generación de conocimiento, formación de capital humano y la transferencia de resultados al sector productivo y estatal. Adicional a este cambio en la estructura educativa se debe cambiar la forma y el ritmo con que la industria incorpora este conocimiento en sus iniciativas y estrategias competitivas y de crecimiento. Esto está asociado con la capacidad de adaptarse a los cambios tecnológicos internacionales. Según la OECD, mucha de la tecnología requerida para los desarrollos iniciales está disponible y es de dominio público, pero para poder acceder a ella se requiere de conocimiento básico y de habilidades tecnológicas en los países y esto ni es automático ni es barato. Requiere de inversión del ESTADO en capacidades para entender los fundamentos y poder absorber la tecnología y además estar en capacidad de modificarla de acuerdo a las necesidades del país.



si tiene innovación en el desarrollo, la producción y el marketing de sus productos y servicios. Es claro el ejemplo de varios países que dependían de tecnologías importadas y



Por otro lado, está el reto de tener un manejo ambiental sostenible que esté en armonía con la amplia diversidad biológica y cultural, la cual es una de las grandes potencialidades que tiene el país; el saber explotar este potencial de manera sostenible es clave para Colombia, particularmente en el periodo que se avecina del post-acuerdo, donde por presentar a la sociedad resultados muy rápidamente se corre el alto riesgo de afectar el ambiente. En muchos países se han hecho desarrollos muy grandes, a velocidades extraordinarias, sin tener en cuenta el deterioro que causan al medio ambiente con graves consecuencias ambientales y cuya remediación ha resultado extremadamente costosa, como es el caso de China, solo para citar un ejemplo.

Algunos Números de la Realidad Colombiana

En el contexto para Colombia, según la revista Dinero, hoy tenemos aproximadamente 2.500.000 empresas, de las cuales cerca de 2.450.000 corresponden a la micro, pequeña y mediana industria, o sea el 99.6% del total de las empresas. Estas empresas dan trabajo a apro-

ximadamente el 70% de la fuerza laboral. Son estas empresas las que requieren del apoyo de la ciencia y la tecnología para que sus productos puedan ser competitivos internacionalmente. Son las mipymes las que menos usan la ciencia y la tecnología para sus actividades. Son esas las empresas que requieren del apoyo del ESTADO para mejorar sus condiciones de trabajo y de producción de calidad de tal manera



© AP http://hwc2015.rvo.or.id

que puedan colocar sus productos en los mercados internacionales. En Colombia, según la revista Dinero, hay un gran interés a crear empresa, sin embargo, solo el 50% de las mipymes que se crean sobreviven al primer año y solo el 20% alcanza a llegar hasta el tercer año. La misma revista publica un análisis de las empresas exportadoras entre el

Mejorar la productividad en un país como Colombia no es algo sencillo ya que es necesario impulsar cambios radicales en las estructuras educativas y en la estructura del sistema de ciencia y tecnología incluyendo las universidades en las cuales se desarrolla la investigación básica como elemento fundamental para la generación de conocimiento



2000 y el 2010. De 1500 en el año 2000, solo 25 lo estaban haciendo en el 2010. Esto representa el 1.7%!!!. El principal motivo del fracaso es porque no son empresas competitivas ni nacional y mucho menos internacionales. O sea, la globalización las pone a competir con productos de países donde sí se apoya la ciencia y la tecnología. La misma revista sugiere la solución: “las mipymes deben invertir en investigación y desarrollo”. Esto es muy difícil para estas empresas ya que la mayoría son empresas de subsistencia, y los dueños y gerentes piensan que invertir en investigación y desarrollo es muy costoso y que los resultados no se ven inmediatamente.

Directamente relacionado con este escenario, está la inversión en ciencia y tecnología en Colombia. Hoy en día, Colombia invierte 0.17% del PIB en investigación y desarrollo, que a cifras del 2015, es aproximadamente unos 500 millones de dólares, o sea un poco más de 10 dólares per cápita. Mientras que, países como Corea, con una población similar a la Colombiana invierte alrededor de 63.000 millones de dólares en I+D, o sea unas 126 veces más de la inversión que se hace en el país, en Corea esto equivale a cerca de 1.300 dólares por persona. En general, cuando se analizan las cifras de inversión en investigación y desarrollo en los países que tienen un grado de desarrollo avanzado, la in-

versión está entre 800 y 1.400 dólares por persona por año. Esto marca una diferencia enorme con la realidad Colombiana, donde nuestra economía solo esta soportada en la venta de materias primas darles ningún valor agregado. A pesar de existir interés en crear industrias las condiciones actuales no permiten su florecimiento.

Hoy en día, Colombia invierte 0.17% del PIB en investigación y desarrollo, que a cifras del 2015, es aproximadamente unos 500 millones de dólares, o sea un poco más de 10 dólares per cápita

• • • • • • • • •

Sobre los Investigadores

El número de investigadores de un país es un indicador muy importante porque da una idea de la capacidad del país para responder a las necesidades de las investigaciones requeridas para el desarrollo del mismo. Este indicador se expresa usualmente en número de investigadores por millón de habitantes. En el caso de Colombia según las últimas mediciones de Colciencias, tenemos alrededor de 180 investigadores por millón de habitantes. O sea, unos 8600 investigadores. Cuando se consultan las cifras para los países desarrollados, vemos que fluctúan entre 3.000 y 7.000 investigadores por millón de habitantes. En Suramérica el país que más in-



vestigadores reporta es Argentina con cerca de 1.200 por millón de habitantes. Si Colombia aspirara a tener 1.000 investigadores por millón de habitantes, esto implicaría formar 40.000 nuevos investigadores. La pregunta que uno se puede hacer es para que tener tantos investigadores? Si seguimos con el sistema actual, no tiene sentido formar tantos investigadores ya que no habría donde ocuparlos. Por lo tanto para el desarrollo del país necesitamos crear las estructuras y las condiciones necesarias para emplear 40.000 nuevos investigadores y más de ese número.

Sobre la Producción Científica

La producción científica va de la mano del número de investigadores. Al tener un bajo número de investigadores, la producción científica de relevancia nacional e internacional es igualmente baja. Según la empresa Scimago, Colombia publicó el año pasado, 7500 documentos referenciados en las bases ISIS y Scopus, esto corresponde a 16 artículos por cada 100.000 habitantes, mientras que los países desarrollados publican entre 80 y 400 artículos por año por cada 100.000 habitantes. Esto nos muestra que nuestra capacidad de investigación es muy reducida comparada con los países que invierten de investigación y desarrollo.

Colombia publicó el año pasado, 7500 documentos referenciados en las bases ISIS y Scopus, esto corresponde a 16 artículos por cada 100.000 habitantes, mientras que los países desarrollados publican entre 80 y 400 artículos por año por cada 100.000 hab.

• • • • • • • • • •

Hay más indicadores que se utilizan para ilustrar el estado de la ciencia de un país que podrán ser abordados en otro documento.

Propuesta para un Sistema de Ciencia y Tecnología en Colombia

El desarrollo de Colombia en la época del post-acuerdo tendrá futuro si, y solo si, utilizamos las ciencias y las tecnologías como herramientas para el desarrollo socio-económico que nos permita lograr el bienestar de la población a través de la generación de empleo y que Colombia entre en la ruta de ser un país competitivo internacionalmente. La propuesta que tenemos los académicos es que necesitamos políticas de ESTADO en donde participemos los industriales, los políticos y los académicos todos pen-



sando en el beneficio de la sociedad. Para esto, debemos impulsar un Gran Pacto Nacional por las Ciencias que nos permita impulsar las políticas de Estado que necesitamos. Necesitamos leyes que garanticen la financiación de las ciencias y las tecnologías de manera sostenida por 20-30 años. Inicialmente aspiramos a leyes que asignen el 2% del PIB por año para ciencia, tecnología e innovación. A cifras del 2015, implica pasar de 10 dólares por persona por año a 120 dólares por año. Esto se debería lograr en aumento gradual tal que en 3-4 años se llegue al 2% del PIB y que de allí en adelante se sostenga anualmente.

El nuevo sistema nacional de ciencia y tecnología debe considerar la creación de un Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación que trace las políticas de CTel del país

• • • • • • • • • •

Estos recursos se invertirán en diferentes actividades, a continuación solo se mencionan las que podrían ser las más importantes.

a) Diseño, construcción y adecuación de sólidos institutos nacionales de investigación. Serán institutos de investigación sectoriales con independencia jurídica que dependan de un Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. Estos institutos atenderán las necesidades de inves-

tigación de las empresas que hoy existen en Colombia para que sean más competitivas, puedan aumentar y mejorar su productividad y ser competitivas internacionalmente. El ESTADO financiará la investigación que requieran las empresas pero no financiará las empresas. Inicialmente esa necesidad de investigación será sin costo para las empresas. Los institutos tendrán unidades de gestión tecnológica, transferencia de tecnología, propiedad intelectual, comunicaciones entre otras. Los institutos estarán distribuidos en todas las regiones del país, según sean los requerimientos de las regiones. Tendrán dotación de investigación que será el estado del arte en cada caso. Serán los sitios donde se emplearán los profesionales en todas las áreas del conocimiento (ingenieros, sociólogos, antropólogos, médicos, físicos, químicos, biólogos, etc), los magisters y los doctores según sea la vocación del instituto. Para trabajar en estos institutos se diseñará un ambicioso y atractivo plan de repatriación de colombianos que hoy laboran en instituciones de muchos países. Los institutos serán evaluados cada 3-4 años por paneles de especialistas nacionales e internacionales de las más altas calidades. Tanto las empresas del sector como los institutos deben mostrar indicadores de calidad que sean superados cada año. Los temas en los cuales se plantearán los institutos serán decididos por un panel de expertos nacionales



Colombia necesita tener universidades de clase mundial, estas son universidades con posgrados y pregrados muy sólidos donde se realice investigación básica de frontera en las diferentes áreas del conocimiento, desde las artes hasta la cosmología.

• • • • • • • • • •

e internacionales quienes analizarán los institutos y centros de investigación que hoy existen en Colombia y harán recomendaciones sobre repotenciación de existentes o la creación de nuevos al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Algunos temas generales pueden ser salud, agro, materiales, alimentos, producción de maquinaria, transformación de recursos naturales, etc. Ejemplos de este tipo de institutos existen en muchos países. Solo para mencionar uno, EMBRAPA, en Brasil, es el instituto del agro, que tiene cerca de 40 años de existencia, con 10.000 empleados de los cuales unos 2.300 son doctores en diferentes áreas del conocimiento, alrededor de 3000 magisters y el resto profesionales y técnicos. El presupuesto es de 1.200 millones de dólares al año, financiado completamente por el ESTADO. Este instituto está distribuido por todas las regiones de Brasil y logró convertir a Brasil de ser un importador de alimentos en un exportador mundial de alimentos. Institutos similares en

diferentes áreas del conocimiento existen en España, Corea, Israel, China, Alemania, Japón, USA, Singapur, Taiwán, etc.

b) La industria del futuro requiere de otros espacios para su desarrollo que son los parques universitarios de ciencia, tecnología e innovación. Son instituciones asociadas a las universidades de clase mundial que trabajarán en asocio con el sector empresarial. Los parques tendrán infraestructura estado del arte según sea la vocación del parque y personal científico y técnico para el desarrollo de las investigaciones requeridas. A este sitio llegarán los desarrollos de las universidades que requieran de escalamiento y de investigación posterior antes de crear una spin-off. Allí se realizarán los análisis financieros, de mercado y de proyección industrial.



c) Por otro lado, Colombia necesita tener universidades de clase mundial, estas son universidades con posgrados y pregrados muy sólidos donde se realice investigación básica de frontera en las diferentes áreas

del conocimiento, desde las artes hasta la cosmología. Estas universidades se pueden crear de diferentes formas. Por transformación de una ya existente, por unión de 2 o 3 universidades pequeñas o creando nuevas instituciones con esta modalidad. Son universidades de altas exigencias académicas que tendrán los mejores estudiantes colombianos y que buscarán atraer los mejores estudiantes de otros países que quieran hacer sus estudios de pregrado y posgrado en Colombia. Igualmente son universidades con sistemas de becas postdoctorales muy atractivos para científicos del todo el mundo.



d) El nuevo sistema nacional de ciencia y tecnología debe considerar la creación de un Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación que trace las políticas de CTel del país teniendo como premisa la reducción de la inequidad usando el conocimiento desarrollado en las universidades e institutos nacionales de investigación para darle el mejor uso a nuestros recursos naturales. Igualmente, las políticas de

ben ser claras en la protección del ambiente. El Ministerio debe proponer por la investigación básica y la investigación para atender los problemas locales con planteamientos de interés global. Entre las bondades que tiene el establecimiento de un Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación para Colombia pueden mencionarse:

1. Unificación de las políticas de investigación del país. Hoy existen muchos entes financiando investigación con diferentes normatividades.
2. Establecimiento de interlocución directa con otros ministerios para la identificación y planeación de actividades de investigación.
3. Interlocución directa con el Ejecutivo y con otros Ministerios para las definiciones presupuestales.
4. Visibilidad internacional de la ciencia y la tecnología colombiana.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación debe coordinar el funcionamiento del sistema y de dos viceministerios que se concentren en la asignación objetiva, independiente y transparente de recursos. Un Viceministerio para la Investigación Científica para financiar becas y proyectos científicos de largo plazo, en el cual las evaluaciones serán realizadas por pares científicos para decidir sobre los concursos y las propuestas de



investigación. El otro sería el Vice-ministerio de Innovación, Competitividad y Emprendimiento que financiará proyectos de investigación aplicada y de desarrollo tecnológico tanto en el sector público como privado, las propuestas serán evaluadas por científicos e ingenieros de entidades públicas y privadas.

En el ministerio tendrían cabida investigadores de las universidades que serían designados y pagados por las universidades o por las Academias. Serán funcionarios que permanezcan en el ministerio y que no cambien con los gobiernos para poder garantizar la continuidad de las políticas de investigación.

En resumen. Colombia necesita repensar su sistema de ciencia tecnología e innovación. Audiencias como estas son la oportunidad para plantear el tipo de opciones que tenemos los colombianos para el desarrollo del país basados en el conocimiento.

¿Qué hacen los países en el mundo vs Colombia?, posibilidades y realidades en salud



Luis Caraballo
Médico, egresado de la Universidad de Cartagena, realizó una maestría en microbiología en la Universidad de Antioquia y obtuvo su título de doctor en ciencias farmacéuticas en la Universidad de La Habana, Cuba

Como en otras áreas, en salud puede hacerse investigación aplicada o investigación básica. Trataré de sustentar porqué en Colombia se requiere un importante cambio de política consistente en aumentar la financiación de la investigación básica en salud. Este es un tema discutido con frecuencia, principalmente en escenarios académicos y probablemente con otros argumentos, pero hoy tenemos la oportunidad de hacerlo en el Senado de la República, por lo que expreso mis agradecimientos al Senador Jorge Enrique Robledo y a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales.

orienta a resolver los problemas más importantes en cada región del mundo. Por ejemplo, habrá países donde las enfermedades infecciosas transmitidas por vectores como los mosquitos tendrán un mayor impacto, en otros podrían ser las enfermedades crónicas y el cáncer. Sin embargo, la gran mayoría de las enfermedades comunes como las cardiovasculares, neurológicas, inmunitarias o el cáncer, se presentan en todas partes, y para entenderlas y curarlas es indispensable la investigación básica. A diferencia de la investigación aplicada, la básica es más universal, dirigida a entender mecanismos que expliquen el origen y desarrollo de las enfermedades, lo cual permite diseñar mejores estrategias de tratamiento y prevención. Además, la investigación básica nos prepara para enfrentar oportunamente enfermedades emergentes que en ocasiones ocurren de manera impredecible. De no ser por los progresos básicos que habían logrado muchos años atrás



La investigación médica aplicada se



los expertos en retrovirus, no se hubieran obtenido tan rápidamente medicamentos antivirales que han logrado reducir el impacto del VIH.



Actualmente en los países industrializados la investigación en salud se enfoca en el funcionamiento del genoma humano, su relación con el medio ambiente y su papel en el origen de las enfermedades. Varios megaproyectos de colaboración internacional están sentando las bases para lograr una medicina con diagnósticos más exactos, más personalizados y más preventivos. Aquí nuestras posibilidades son grandes, pero para que los grupos de investigación colombianos puedan participar en este desarrollo científico mundial y a la vez identificar correcta y oportunamente nuestras prioridades en salud, es necesario que reciban un apoyo decidido a la investigación básica, única garantía para lograr un conocimiento sólido y un reconocimiento que estimule el interés de la comunidad científica internacional hacia nuestras preocupaciones en salud pública. Apoyo decidido quiere decir incrementan-

do considerable en su financiación, no simplemente la aceptación de su importancia en documentos.

Conociendo el enorme potencial científico de un país de talentos como es Colombia, el fortalecimiento de la investigación básica en salud seguramente orientaría esa inteligencia hacia el descubrimiento y a la invención. De esto tenemos ejemplos representativos que demuestran que es posible hacerlo, ya sea con grupos radicados en el país o de conjunto con otros grupos en colaboraciones internacionales. El fortalecimiento de la investigación en ciencias básicas haría que esos casos dejaran de ser la excepción, consolidando la capacidad investigativa el país en su conjunto. De

Actualmente en los países industrializados la investigación en salud se enfoca en el funcionamiento del genoma humano, su relación con el medio ambiente y su papel en el origen de las enfermedades.



esta manera los pasos que se han venido dando respecto a la formación de recursos humanos para la investigación científica, ya sea con la repatriación de jóvenes o en programas de doctorado, tendrían menos posibilidades de fracasar. Es bien sabido que estos programas tienen el gran obstáculo de la escasez de nichos de reinserción, o sea de gru-

pos de investigación en funcionamiento y con proyectos financiados, especialmente los grupos de investigación básica.

La investigación básica sigue siendo el único motor que históricamente ha demostrado ser capaz de generar conocimiento y desarrollo económico.

• • • • • • • • • •

Pero para que existan, se mantengan y se desarrollen de acuerdo a los parámetros de la comunidad científica internacional, estos nichos, estén en la industria, en las universidades o en centros de investigación independientes, requieren de una financiación de gran envergadura para la investigación básica, más allá de los proyectos puntuales de pocos miles de dólares, con el fin de poder recibir a los nuevos científicos que en el futuro continuarán investigando sobre los orígenes de tantos problemas de salud que aquejan no solo a la población colombiana sino al resto de la humanidad. Es necesario que el gobierno crea y confíe en la gran capacidad intelectual de la comunidad científica nacional. Además debe entenderse que solo una fuerte tradición en la investigación fundamental y en la producción de conocimientos permitirá generar innovación y desarrollo tecnológico y de esto no se escapa el campo de la salud. Es decir, desde todo punto de vista la in-

vestigación fundamental nos hará más libres e independientes.

En resumen, las políticas y planes para fortalecer la investigación científica en Colombia, en uno u otro momento se encuentran frente al gran obstáculo que representa la poca financiación de la investigación básica. Y esto se debe a que, a pesar de que algunos se resistan a aceptarlo, la investigación básica sigue siendo el único motor que históricamente ha demostrado ser capaz de generar conocimiento y desarrollo económico. Si bien la investigación científica en Colombia requiere en general mucha más financiación, un apoyo decidido a los programas y proyectos que enfrenten problemas fundamentales significaría un gran progreso y sentaría bases reales para la innovación y el desarrollo tecnológico.



Pacto por la ciencia, la tecnología, la innovación y la educación

Gabriela Delgado Murcia

Ph.D. en Ciencias Farmacéuticas; Directora del Departamento de Farmacia y del Grupo de Investigación en Inmunotoxicología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.



Si hay que defender la Ciencia en Colombia es porque algo ha pasado que conlleva a considerar que este sector ha sido vulnerado. Entonces, ¿qué ha pasado en Colombia, para haber llegado a este punto crítico en el que hoy estamos?. Parte de esa afectación puede deberse a una forma de corrupción, aquella en la que los responsables del diseño y ejecución de la política en Ciencia, Tecnología, Innovación-CTeI y en Educación han asumido los cargos para aprender durante el desempeño de tan altas responsabilidades, no como se esperaría, aceptar el cargo para poner a su servicio el conocimiento y la experticia previamente logrados en el sector. A esto le he llamado “la inocencia de la ignorancia”. Estos personajes son los responsables entre otros, del pago de consultorías, estudios y toda suerte de análisis -que hoy lucen excesivos- en los cuales, los miembros de la comunidad académica y científica han participado marginalmente. Es decir, a los expertos nacionales no se les consulta, por razones que pueden ir desde la falta de credibilidad hasta

el no reconocimiento de su experticia y aportes, porque se entienden como una amenaza para el cargo. Con seguridad nadie pondría a conducir un avión a un gran magistrado, este último muy bien formado pero sin experiencia en el sector. Con este símil no se comprende por qué para la Ciencia y la Educación si se toman estos riesgos.

Bajo esta realidad, los tomadores de decisión y la silente comunidad académica, hemos profundizado en la desarticulación e inoperancia de dos sistemas: el de CTeI y el de Educación, fundamentales en la formación del recurso humano capacitado e idóneo, sobre el cual recaen las funciones del flujo del conocimiento en todos los sectores, ese recurso humano capaz de “hacer que las cosas pasen” cuando aportan de manera significativa a la solución de los problemas del país. Los tomadores de decisión han dado bandazos, muchos de ellos atendiendo “consejos” de consultores extranjeros que en algunos casos tienen como mínimo, el interés del pago por el contrato o convenio de la

consultoría y que han conllevado incluso, a priorizar con intereses propios -de ellos- áreas en las que

Como prima la ignorancia, en muchos de los casos, las prioridades del país en CTel y Educación se han definido bajo la identificación de los problemas de otros países, que no necesariamente se ajustan a las realidades de nuestro entorno.

• • • • • • • • •

sus particulares objetivos se verán favorecidos. Entonces, como prima la ignorancia, en muchos de los casos, las prioridades del país en CTel y Educación se han definido bajo la identificación de los problemas de otros países, que no necesariamente se ajustan a las realidades de nuestro entorno. Las cooperaciones estratégicas, resultan ciertamente estratégicas en la mayoría de los casos para quien además se beneficia con el convenio o contrato, no necesariamente para el país. Por citar algún ejemplo, grupos de investigación muy reconocidos y líderes de investigación del extranjero nos han montado franquicias con sus marcas, que funcionan con el financiamiento 100% de Colombia, eso sí los resultados de la investigación, es decir de nuestro conocimiento, sí son compartidos. Ante los medios, esos grupos y países lucen muy generosos y nadie aclara públicamente de donde sale la platica para el

funcionamiento de la franquicia. Y salimos en las fotos y sumamos a los indicadores, ambos factores son el culmen del proceso para nuestros tomadores de decisión. Vivimos de indicadores con impacto mediático de ahí la lógica de éstas entidades en invertir parte de sus limitados recursos para funcionamiento, en oficinas de comunicación y agencias de publicidad, en lugar de vincular verdaderos expertos que incluso están en capacidad y disposición de trabajar gratuitamente, por el fortalecimiento de la institucionalidad.



No se explica de otra manera sino en el objetivo mediático, la proliferación de programas de becas a todos los niveles y en particular las de doctorado. A nivel del flujo del conocimiento, es el recurso humano con título de Doctor o PhD, el responsable de generar ese nuevo conocimiento que se espera apunte a la solución de los problemas prioritarios del país. Los consultores extranjeros y todos los indicadores



mundiales así lo señalan: pero copiamos la mitad de la tarea, porque los créditos-beca de COLCIENCIAS o Colfuturo, otorgan apoyo personal que garantiza que ese estudiante y futuro doctor, no se dedique a otra cosa sino al desarrollo de su proyecto. Entonces, nuestros tomadores de decisión quizá asumen que pagando los gastos personales del estudiante de doctorado se desarrolla el proyecto de investigación. ¿Será que consideran que sólo reflexionando y pensando se obtienen resultados significativos para dejar de vivir de la explotación del petróleo?. El proceso de generación de conocimiento conlleva a ejecutar proyectos que consumen recursos, reactivos, insumos, instalaciones, servicios (técnicos, públicos), información, bases de datos, recursos humanos adicionales.

• • • • • • • •

rales y ¿la platica para los proyectos?. El lema tácito es producir conocimiento por generación espontánea. Ante esas inquietudes, parte de la respuesta es que las instituciones deben financiar el proyecto y por eso, es mejor que se vayan al exterior, recursos y tecnologías para

proyectos con sello internacional. Maravilloso y cuando terminen sus estudios ¿a dónde vuelven esos becarios?.

Con estas miradas cortoplacistas y con metas mediáticas no hemos pen-

sado el ecosistema del futuro y, contrario a lo que señalan las oficinas de comunicación y publicidad de nuestras entidades públicas, quienes regresan al país, en el mejor de los casos lo hacen para cumplir las condiciones de condonación del crédito-beca, siendo pocos quienes pueden poner en práctica todo lo aprendido, es decir ser un buen investigador para aportar nuevo conocimiento a la industria, a la sociedad, al país. En el peor y más común de los casos, estamos invirtiendo recurso público para que otros países aprovechen y disfruten de nuestro capital humano, ya que muchos prefieren pagar el crédito-beca con los recursos de los salarios que les ofrecen en el exterior, que sin ser tan cuantiosos, representan estabilidad y proyección laboral, ese para el

cual se formaron con el recurso público colombiano. Estamos formando investigadores para fortalecer los sistemas productivos de otras naciones.



Otra mirada es la de los programas doctorales nacionales, a donde acceden quienes no pueden o no quieren salir al exterior. ¿Qué tienen en común los doctorados nacionales con los del exterior? que a los nacionales también les delegan el asumir los costos del proyecto, pero en Colombia éste si es un problema pues los recursos con los que se pueden desarrollar los proyectos son significativamente menores que los del extranjero, lo que repercute de manera inmediata en la calidad del resultado esperado. En el caso de las Universidades públicas (en las que se concentra el mayor porcentaje de programas doctorales), el recurso entregado por la Nación se ha venido recortando, aún cuando ante los medios de comunicación se indica

que la financiación se ha incrementado, puede ser cierto, pero olvidan indicar que los pocos rubros que se aumentan son para cubrir un pasivo pensional mayor, que tiene a muchas al borde del cierre.

Hay necesidad de hacer propuestas a largo plazo, financiar integralmente proyectos que incluyan distintos niveles de formación y que se desarrollen alrededor de proyectos a largo plazo, para los cuales se garantice la financiación. Nuestros estudiantes, nuestro país merecen una mirada a mediano y largo plazo que les brinde el ecosistema para formarse y posteriormente ejercer dignamente, la función de investigador, que algún día nos permita vivir del conocimiento y no de la venta o trueque de materias primas.

Esa apuesta a largo plazo demanda un gran pacto por la CTeI y la Educación, en donde el relacionamiento de ambas institucionalidades no compita, sino que se articule, no sobrelape funciones sino que las complemente. Necesitamos un pacto que de manera urgente y participativa conlleve a la comprensión a todos los niveles de la sociedad de la importancia de cada nivel de formación y sus responsabilidades en el flujo del conocimiento ¿quién lo genera, quien lo transfiere y quien lo usa?. Un pacto en el cual todos podamos construir país desde nuestras fortalezas y experticias.



El Conpes que nunca llegó a ser

Hernán Jaramillo Salazar

Economista de la Universidad de Antioquia,
Profesor honorario Facultad de Economía de
la Universidad del Rosario



Estructura del Conpes. Introducción y Síntesis, Conceptualización, Diagnóstico, Propuestas de Programas y Políticas [continuidad de nuevos retos y programas desarticulados institucionalmente y con responsabilidades fragmentadas y políticas e instrumentos, evaluación y seguimiento, Estructura de Financiamiento]

1. **La ciencia y la investigación trascienden la construcción de una paz estable y duradera.** “Los desafíos sociales son de gran importancia y se mantienen en el tiempo, se avanza en ellos y nuevos desafíos surgen por los contextos cambiantes nacionales e internacionales. Los desafíos sociales entran en el ámbito de la cultura, el arte, las ciencias sociales y las humanidades. Los desafíos económicos trascienden la competitividad, aunque hacen parte de ellos, y convergen hacia la innovación, relacionando la I&D con la Innovación para lograr una mayor productividad de la economía que la lleve por el sendero de un crecimiento estable. Los desafíos

ambientales, están relacionados con la innovación que tiene a través de la regulación y el avance del conocimiento y el cambio tecnológico avanzar en términos de desarrollo y medio ambiente”.



2. **El desarrollo económico y social,** a través de la ciencia, la tecnología y la innovación debe ser consistente en todo el documento, en sus argumentaciones y en sus relaciones. No debe fraccionarse y debe, por el contrario, encontrar articulaciones y relaciones de manera permanente. La ciencia, la tecnología y la innovación deben ser un corpus integrado y no fraccionado en sus concepciones, en sus convocatorias y en sus diseños de política.

3. Confusión conceptual. Profundización en los problemas específicos, y el mayor de ellos la confusión conceptual entre conocimiento, investigación, ciencia, innovación y productividad.

La ciencia, la tecnología y la innovación deben ser un corpus integrado y no fraccionado en sus concepciones, en sus convocatorias y en sus diseños de política.

• • • • • • • • • •

4. La gobernanza. El tema de la gobernanza es del Sistema como un todo. Relación entre instituciones y actores y lo que presenta el país es un fraccionamiento institucional, sin coherencia y consistencia, con políticas públicas de trade-off entre sectores, instituciones, políticas e instrumentos de política.

El reduccionismo y la confusión conceptual. ¿Cómo puede haber “gobernanza” si se confunden los sistemas y se reducen a lo mismo? Da igual hablar de Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación; Sistema de Ciencia y Tecnología, Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, y Sistema de Innovación. Lo único cierto es que la ciencia y la investigación quedan reducidas a su mínima expresión. Los instrumentos de política no la consideran conceptualmente.

5. Inconsistencias dinámicas.

- **Plan de Desarrollo:** Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación.
- **Conpes:** Sistema Nacional de Innovación; Sistema Nacional de Competitividad; Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación; Sistema Nacional de Competitividad e Innovación
- **Concepción [Conpes - página 15]:** “Así, esta política se construye bajo el concepto de Sistema Nacional de Innovación, lo que implica reconocer que el desempeño de un país o departamento en materia de innovación depende de la interacción entre las diferentes redes de actores e instituciones públicas y privadas, así como de distintos sistemas, tales como el productivo, el financiero y el marco regulatorio”.

6. El tema regional. Hay que recordar que la regionalización fracciona y que el desarrollo territorial integra. Lo anterior en cuanto no toda la innovación se puede situar en cada uno de los territorios. La ineficiencia por factor de repetición y tamaños de escala es muy grande. ¿Es posible construir capacidades de I&D para relacionarlas con la innovación y productividad en todos y cada uno de los territorios?





7. El reduccionismo en lo regional es muy grande, sólo tiene en cuenta el tema de innovación y se ignora el ambiente básico para la innovación que proviene del conocimiento, la ciencia y la investigación: ¿Las capacidades de innovación son resultado de la interacción con I&D?

- ¿Cuál es el ambiente de innovación y cambio tecnológico en las regiones? ¿La I&D importa? ¿La ciencia es importante?
- La Relación Principal en el documento está centrada en el índice de innovación departamental. Esto conlleva como se expone en la página 22 del documento:

“Finalmente, la ley 1753 de 2015 estableció en su artículo 186 la integración del SNCI con el SNCTI con el propósito de consolidar un único Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI). Este nuevo sistema consolidado tiene a las Comisiones Regionales de Competitividad como únicos interlocutores del Gobierno nacional en los departamentos en materia de competitividad, ciencia, tecnología e innovación. Adicionalmente, en el artículo 7 la Ley creó los planes y acuerdos estratégicos departamentales de CTI como una herramienta para focalizar la inversión del Fondo de CTI del SGR en áreas acordadas entre la región y el Gobierno Nacional”.

8. Capacidades. ¿I&D de excelencia en qué ámbitos, con qué capacidades construidas de laboratorios, universidades, centros privados y públicos de I&D, universidades, sector productivo, centros tecnológicos?

9. En cuanto a los cuatro componentes de la política [generación de conocimiento; transferencia de conocimiento y tecnología; innovación, emprendimiento y gobernanza] Estos se circunscriben básicamente al tema de lo productivo, asociado a lo institucional y a la formación de recursos humanos. El relacionamiento en el discurso es amplio CTI y en los específicos solo se encuentra reducido a la innovación empresarial. Sectores: Agricultura, productividad. El objetivo es el escalonamiento de la productividad nacional.



10. Solo se mencionan instrumentos de “incentivos-subsidios” y no generación de bienes públicos. Hay que recordar que la regionalización fracciona y que el desarrollo territorial integra. Lo anterior en cuanto no toda la innovación se

puede situar en cada uno de los territorios. La ineficiencia por factor de repetición y tamaños de escala es muy grande. ¿Es posible construir capacidades de I&D para relacionarlas con la innovación y productividad en todos y cada uno de los territorios?

Hay que recordar que la regionalización fracciona y que el desarrollo territorial integra.

• • • • • • • • • • •

11. **Recursos de inversión para el financiamiento de Ciencia, Tecnología e Innovación.** Hay que tener en cuenta que los mayores esfuerzos de recursos provienen del sector público. Los recursos privados requieren un crecimiento importante de la economía, con tasas importantes. Y acá hay que explorar el contexto macro-económico para poder de manera certera y no simple [“afirmación y declaración”]. Hay que llamar la atención que la contabilidad nacional debe avanzar para la clasificación exacta de los recursos financiero - ¿la parafiscalidad que se da en el sector privado, es inversión privada o pública?

Se deben revisar las políticas y los instrumentos de política pública que lleven a incentivar al sector privado a invertir en ciencia y tecnología y por otra parte a incentivar que la inversión extranjera que se sitúe en el país sea de un carácter más in-

novador y demandante de servicios de valor agregado de conocimiento.

13. **La propuesta institucional.** El fraccionamiento institucional sin una estructura de gobernabilidad adecuada. Tema del Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación.

14. **La investigación básica.** Todo el discurso de Ciencia, Tecnología e Innovación; Investigación Básica, se reduce a partir como fundamento y parte esencia de la estrategia, de Competitividad e Infraestructura Estratégicas. la visión de CTI parte de esta premisa reduccionista.

“Con este fin, y como parte de la estrategia de Competitividad e Infraestructura Estratégicas, se definió que el país debe contar con una visión de largo plazo de CTI. En respuesta, este documento presenta la Política de Ciencia, Tecnología e Innovación colombiana para el período 2016-2025”.

“Teniendo en cuenta que persisten retos de política tales como lograr que la ciencia, la tecnología y la innovación sean reconocidas como medios para impactar el desarrollo económico, social y ambiental, esta política se diseñó con base en un enfoque sistémico. Así, esta política se construye bajo el concepto de Sistema Nacional de Innovación, lo que implica reconocer que el desempeño de un país o departamento



en materia de innovación depende de la interacción entre las diferentes redes de actores e instituciones públicas y privadas, así como de distintos sistemas, tales como el productivo, el financiero y el marco regulatorio”.

15. La política Pública pasa de Ciencia, Tecnología [I&D] a Actividad científica y tecnológica [ACTI]. Los países de la OCDE se miden en su actividad científica y tecnológica en I&D y no en ACTI. En esta última sigla puede entrar de todo [Artículo de Moisés Wasserman].

Más que evaluación de eficiencia del gasto, que es importante, es poder evaluar el seguimiento y monitoreo orientado al impacto de las políticas públicas, sus objetivos y sus instrumentos en los diferentes



espacios que la conforman.

16. La formación de capital humano es importante en el contexto de capacidades científicas, acumulación de conocimiento y desarrollo de infraestructura de laboratorios y recursos para su mantenimiento y operación. Esto debería conllevar

una política pública de educación consistente con estos “deseos”.

17. Transferencia de Capacidades Tecnológica [TCT]. Dos párrafos inconsistentes en su propósito:

- Primero la declaración intencional del deber ser y la importancia de la investigación y la ciencia, sus impactos y relacionamientos.
- Segundo, la realidad de la intención al enfatizar cooperación efectiva con el sector privado en busca de la productividad, y básicamente se orientará a la Transferencia de Capacidades Tecnológica [TCT].

18. Justificación de una nueva Política de Ciencia, Tecnología e Innovación. Retroceso frente a la versión anterior del Conpes en el que se exponía de manera conceptual la importancia de la generación de conocimiento, basada en el conocimiento y la investigación básica [fuente del nuevo conocimiento].

19. Consistencia Políticas Públicas. Esta visión de Corto Plazo se mantiene estructuralmente y el reflejo de ellos son los cambios no genéricos sino de los instrumentos de Política Pública. Cambio permanente en reglas del juego: incentivos al sector empresarial y deducciones de impuestos; Formación de Recursos Humanos [becas de doctorado; jóvenes investigadores; programas de doctorado nacional y maestrías de investigación]; Programas retor-

no; Colombia Científica, Centros de Excelencia, Medición de investigación, grupos y centros de investigación, entre otras políticas de cambio permanente.

20. Relación entre productividad e innovación. La descomposición del índice es lo más importante porque en ellos se encuentran revelados los factores que más inciden en el índice sintético global.

21. El Capital Humano. se forma y se desarrolla en ambientes de alto nivel de ciencia e investigación y para mantener el nivel de conocimientos y formación deberá desempeñarse en ambientes que le den mayor valor agregado desde la perspectiva científica y tecnológica. de no darse esta condición, el valor del recurso humano formado se deprecia muy rápidamente.

Las personas con un nivel de formación dado son más productivas en ambientes de alto capital humano acumulado, que en un medio de bajo capital humano incorporado [Becker, S.Gary (1996). “Knowledge, human capital, and labor markets in the modern world”. En: Oval, Esteve (editor), Economía de la educación, Ariel Education, Barcelona, España, 1996.

22. La gobernanza se expresa en dos grandes ámbitos: [a] la institucionalidad articulada en su visión, objetivos, sus metas y el grado

de desarrollo de coherencia, consistencia y liderazgo articulador y [b] en la buena práctica de políticas públicas para el sector que corresponde y para la integración sectorial. La eficiencia de la buena práctica [bien escaso en el país en el campo de ciencia, tecnología e innovación].

23. La realidad es una baja inversión y lo más grave una política de sustitución de financiamiento entre ámbitos de la Ciencia y la tecnología y la formación. Caso del Fondo FIS, artículo 74 del actual proyecto de ley de presupuesto general de la Nación que sustituye financiamiento entre investigación en salud y formación de especialistas clínicos. No hay nueva inversión sino pobreza en ambos ámbitos. Los recursos para Formación van a provenir de la disminución de la inversión en el financiamiento de la investigación. la pregunta es: ¿en qué espacios se van a formar los nuevos especialistas clínicos si es a costa de la disminución de la inversión en investigación que afecta el desenvolvimiento de programas en las universidades y del atraso en la función del hospital de conocimiento e investigación que se requiere y que funciona en el mundo?

24. Fallas de mercado, estado y de sistema en ciencia, tecnología e innovación. Es una concepción avanzada sin embargo el problema del Conpes en este tema es que se reduce solamente a la innovación



el análisis y la explicación de las fallas de la política Pública [fallas de mercado, de estado y sistémicas]. ¿Y cómo se expresan estas fallas en otros ámbitos del conocimiento, de la ciencia y la investigación?

25. Insuficiencia en capacidades para realizar I&D. Los resultados de la baja inversión en I&D y en general en ciencia y tecnología son resultado de una política pública no prioritaria, y sin capacidad de construcción en el largo plazo. Una excelente e importante evaluación es retomar los objetivos y metas de los distintos Planes de Desarrollo del país y de los distintos Conpes. Descontando, como debe ser el concepto de medición de ACTI [no se da en la OCDE], la inversión del 0,2% en I&D tiene una trayectoria muy larga, y no ha sido modificada en la asignación de Presupuesto General de la Nación, durante diversos ciclos de crecimiento de la economía y de decrecimiento de la misma. Síntesis no ha sido importante y la única razón es que no hay consistencia entre el discurso y la realidad.

26. Investigadores por sector de ejecución. Esta representación de comparabilidad sobre las características en cuanto a vinculación institucional de los investigadores a empresas, gobierno, educación superior e instituciones privadas sin ánimo de lucro [bajísima en empresas y el 90% en universidades], se debe a factores estructurales de un

sector empresarial más “rentista” que “innovador”.

27. En parte la Política Pública de Colciencias de Publindex, va en contravía de generar mayor visibilidad en revistas internacionales y por tanto los incentivos están en publicaciones nacionales. Ver carta de una comunidad importante de científicos dirigida a Colciencias, a pesar de lo cual mantiene una política equivocada en la medición. Ejemplo de mala práctica de instrumentos de política pública

La inversión del 0,2% en I&D tiene una trayectoria muy larga, y no ha sido modificada en la asignación de Presupuesto General de la Nación, durante diversos ciclos de crecimiento de la economía y de decrecimiento de la misma.

• • • • • • • • •

28. Insuficiente capital humano. El resultado de la baja incorporación de investigadores con Doctorado en las instituciones de educación superior se debe a una política pública que no ha favorecido la ampliación de cupos en las universidades públicas, ni ha sido consistente en el tiempo con el apoyo a las maestrías de investigación en su transformación y generación a partir de ellas de Programas Nacionales de Doctorado de calidad. No se implementaron en las polí-

ticas públicas las recomendaciones de la evaluación del Programa ACCES del Banco Mundial en el financiamiento a los Doctorados Nacionales.

Hay que destacar que la política de educación terciaria va en contravía de la consolidación de universidades y programas de posgrado [Ms. de Investigación Y doctorados de excelencia y calidad]

29. Aumentar la generación de conocimiento científico de alto impacto. ¿Cómo y basados en qué estudios se escogen “sectores ganadores”?

Haussmann en artículo sobre el “Mito de la Especialización”, señala que: “a nivel de individuos, [para el caso colombiano se puede ampliar a grupos de investigación e innovación y centros de investigación], la especialización es la esencia de la diversificación porque cuantas más habilidades hay disponibles, más son los sectores que pueden existir y mayor es su complejidad.....El desafío no es elegir unos pocos ganado-

res entre los sectores existentes, sino facilitar la emergencia de más ganadores”.

30. Modelo Centros I&D en áreas y tecnologías estratégicas. Sería importante evaluar la política y los resultados de los Centros de Excelencia, para entender en donde se concentraron los errores de financiamiento, de definición de áreas estratégicas, de asignación de recursos en el tiempo [no garantizados con vigencias futuras y expuestas a los ciclos de la economía].

31. Proyecciones de inversión en ACTI a nivel internacional. La comparación internacional es con I&D. Si se revisan por ejemplo una muestra importante o mejor el universo de proyectos de ACTI con recursos de las regalías se podrá encontrar que hay muchos proyectos o componentes de proyectos que estrictamente no son Ciencia y, ni Tecnología.

32. Presupuesto financiamiento Política de CTI 2016 – 2025. Desfinanciado

Tabla 18. Financiamiento estimado de la Política de CTI, 2016-2025
Miles de millones de pesos

Concepto	2016	2017	2018	2019 ^(a)	2020	2021	2022	2023	2024	2025	TOTAL
Costo total	454	766	769	1.000	1.094	1.156	1.293	1.468	1.644	1.689	11.335
Disponible del PGN	165	204	273	360	397	282	289	296	303	311	2.881
Colciencias	26	10	27	99	141	160	165	170	175	181	1.154
MinComercio	33	27	26	26	27	27	28	29	30	31	285
MinAgricultura	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	600
MinEducacion	18	79	127	141	135	-	-	-	-	-	500
SENA	27	28	33	34	34	35	36	37	38	39	342
Faltante	290	562	496	641	697	873	1.004	1.172	1.341	1.378	8.455

Fuente: Calculos DNP, 2016.

Nota: ^(a) A partir del 2019, los recursos identificados son indicativos. ^(b) MinComercio: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; MinAgricultura: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; MinEducacion: Ministerio de Educación Nacional



La juventud y la crisis de la ciencia

Sara Abril

Ingeniera electrónica de la Universidad Nacional de Colombia y estudiante de Biología de la misma institución, donde fue representante al Consejo Superior Universitario. Egresada del Instituto Alberto Merani.



Para hablar de ciencia en Colombia, es necesario hablar de educación. Esto debido a que en nuestro país el noventa por ciento de los investigadores se encuentran en instituciones de educación superior, luego es importante decir que la suerte de la ciencia está ligada a la suerte de la educación, y en particular a la de la educación superior; también es importante por lo que menciona el doctor Caraballo: debemos ver el derecho que tenemos los colombianos de hacer ciencia, de ser científicos, y ese derecho se materializa en el derecho a la educación.

En Colombia de cada cien jóvenes graduados de la educación media, solo cuarenta y siete entran a la educación superior, y de esos tan solo la mitad ingresan a la educación superior, y de ellos solo la mitad, es decir doce, ingresan a la educación superior pública.

En Colombia los científicos graduados en un año no superan los tres mil, y en ingeniería no sobrepasa

En Colombia de cada cien jóvenes graduados de la educación media, solo cuarenta y siete entran a la educación superior, y de esos tan solo la mitad ingresan a la educación superior, y de ellos solo la mitad, es decir doce, ingresan a la educación superior pública.

los treinta y cinco mil. Por eso varias instituciones han hecho estudios buscando la razón de que estas áreas no se estudien tanto, y uno podría llegar a pensar que es por las matemáticas, pero en las encuestas solo el ocho por ciento de los estudiantes de secundaria dan esa razón. Un grupo mayoritario dice que no hay unas perspectivas sobre el trabajo con la tecnología y la ciencia en Colombia. Es ahí donde se hace pertinente la frase dime qué modelo de país quieras y te diré qué educación necesitas, y ahí miramos si se necesita o no investigación.

En Colombia la historia reciente de

la ciencia es la historia de las propuestas ignoradas y de las promesas incumplidas. En 1995 Ernesto Samper con su plan nacional de desarrollo, se comprometió a elevar el presupuesto de la ciencia al 1% del PIB; después, en el 2003 Álvaro Uribe Vélez se comprometió a elevarlo al 0,6%; en el 2012 Juan Manuel Santos se comprometió a elevarlo al 1%. Sin embargo hoy el presupuesto dedicado a la ciencia es un poco mayor al 0,2% del PIB, ¡Es una promesa incumplida!

Pero también ha habido muchas propuestas. Todos los científicos ilustres, que se encuentran en esta audiencia, le han hecho múltiples propuestas al gobierno, pero tampoco han sido escuchados; y por ese modelo de país es que hoy en día Colombia se encuentra en el puesto 53 de producción académica y científica después de países como Túnez o Nigeria.

*Colombia no le da valor
agregado a sus materias pri-
mas, la ciencia se queda sin la
necesidad de ser financiada*

Según la ANDI, en su último informe, nos reporta que más del 50% de lo que Colombia exporta a Estados Unidos (su principal socio comercial) tiene que ver con materias primas, aceites minerales y combustibles, mientras que más de la mitad de lo que importa son productos químicos y maquinaria robusta. Eso nos muestra cómo exportamos materias primas pero importamos productos con valor agregado; y eso es dramático para la ciencia, porque si Colombia no le da valor agregado a sus materias primas, la ciencia se

queda sin la necesidad de ser financiada; eso en este contexto de “vacas flacas” nos perjudica bastante, porque así como se abaratan nuestras exportaciones, no se abaratan así las importaciones. Para eso es necesaria la producción del conocimiento.

Y hablando de esas “vacas flacas” es importante señalar que Colombia tiene un hueco fiscal de 28 billones de pesos, que en parte corresponde a una crisis causada por ese modelo de no producir la ciencia que permite desarrollar materias primas con valor agregado. Ese hueco fiscal pone al Gobierno a tomar la decisión política de qué sectores salva y qué sectores empeña, y lamentablemente a la educación y a la ciencia ha decidido empeñarlos.





En consecuencia de lo anterior se ve que los recursos de CyT en el Presupuesto General de la Nación aumentan en apariencia para el año 2017, pero junto con esto el mismo documento dice que los recursos del fondo para la educación en salud se trasladan al ICETEX para cubrir becas-crédito de los residentes. Esta es una expresión clara de la política de cobija pequeña, porque todos sabemos que hay que pagarle a los residentes, pero también hay que financiar las investigaciones en salud de enfermedades tropicales como el chikunguña, la leishmaniasis, el dengue, la malaria,etc.; esto no es solo una falta de respeto a todos los científicos, sino un crimen contra los Colombianos que padecen y morirán de estas enfermedades porque el Estado no permite su investigación.



Pero no siendo suficiente con eso, se crea el decreto de recolección. Entonces nos encontramos en el escenario en que se trasladan los recursos de la ciencia al ICETEX, que recibió una adición de 250 mil millones de pesos en el 2015 y además

se multa a los científicos que hacen investigación.

En Colombia hay 180 investigadores por cada millón de habitantes, en América Latina hay muchos países que tienen alrededor de 600, en Corea hay alrededor de seis mil, en Estados Unidos cuatro mil quinientos

• • • • • • • • • •

Por otro lado, en la misma bolsa en la que se encuentra el presupuesto de la ciencia está el presupuesto de la infraestructura en la educación superior. Ya habrán visto en medios de comunicación como se cae a pedazos la mejor universidad del país, y dentro de ese mismo presupuesto también se encuentra el de investigación. El presupuesto general para la educación en materia de inversión ha tenido una dramática disminución, para el 2016 tuvo una disminución nominal del 11%, de 2 billones de pesos a 1.7, y en la propuesta de presupuesto general de la nación para el 2017 baja un 12%, que sumándole la inflación alcanzaría a disminuir en alrededor de un 20%, es decir medio billón menos para la investigación en IES; además, imponiendo a las universidades no la modalidad de la financiación del Estado, sino la financiación por medio de créditos. Uno no puede ser Sheldon Cooper y andar buscando recursos, es importante concentrarse en hacer ciencia y llevar

más allá la barrera del conocimiento.

Las universidades públicas que más investigación tienen son la Universidad Nacional y la Universidad de Antioquia; a la universidad Nacional le cambiaron su presupuesto de inversión por una tarjeta de crédito de 200.000 millones de pesos, y a la UdeA la endeudaron por trece mil millones de pesos con Findeter.

Todo esto tiene que ver con la importancia de que la juventud entienda cual es la tarea que tiene de producir el conocimiento y ampliar los límites del mismo, pero sobre todo la tarea de realizar trabajos que permitan mejorar la calidad de vida de los colombianos.

Como lo decía el profesor Mondragón en Colombia

hay 180 investigadores por cada millón de habitantes, en América Latina hay muchos países que tienen alrededor de 600, en Corea hay alrededor de seis mil, en Estados Unidos cuatro mil quinientos; y eso da muestra de lo grave de la situación, pero aquí ya está demostrado que es un tema de voluntad política, no es un tema de capacidad. La ciencia es algo que se necesita para desarro-

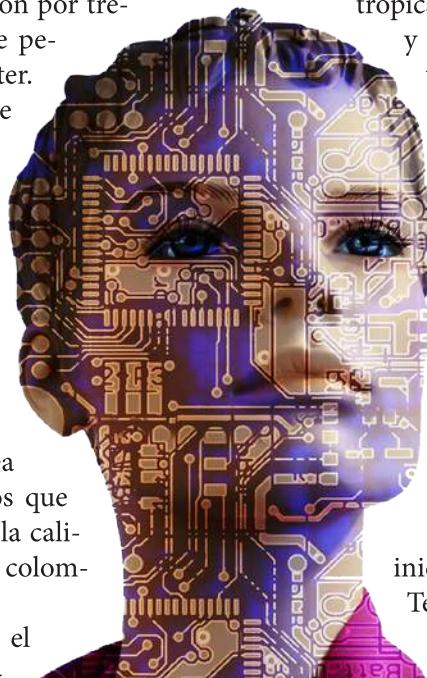
llarse como nación, es decir, si uno quiere un país que realmente se desarrolle, que ponga la tecnología para el desarrollo de su industria y para el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, no es opcional invertir en CyT; si uno quiere un país que tenga la posibilidad de curar todas esas enfermedades

tropicales que lo aquejan y que su sociedad tenga la posibilidad de acceder al derecho a la salud, entonces no es opcional invertir en CyT.

Financiar la CyT es crucial para que Colombia pueda estar en la vanguardia mundial y por eso felicito iniciativas como esta.

Tenemos la tarea de poner la ciencia y la educación como temas de

la más alta importancia en la agenda nacional, y tenemos la oportunidad de ponernos allí para que nos escuchen y ser el país desarrollado, como hemos podido demostrar que tenemos la capacidad.





Ciencia y tecnología

Aurelio Suárez Montoya

Analista económico, político e internacional y consultor en áreas públicas y privadas; actualmente es columnista en diversos medios de comunicación y miembro correspondiente de la Academia Colombiana de Ciencias Económicas



1) Breve historia de la relación entre Ciencia y capitalismo.

-En el prefacio del libro, “La ciencia en el siglo XIX”, de Elías Trabulse se reseña que fue el historiador inglés William Whewell quien en 1841 calificó al profesional de la ciencia como un “científico”. Así puso de manifiesto, dice Trabulse, “el lugar de preeminencia a que habían llegado dentro de la sociedad quienes se consagraban a la investigación científica y su papel cada vez más determinante en el desarrollo...”.

-Todos sabemos que en el siglo XIX se lograron hazañas hasta entonces inimaginables en campos como la astronomía, la óptica, el electromagnetismo, la termodinámica, la química, la biología, la energía; la evolución y la genética en biología, así como en la morfología, la fisiología y la patología.

-Tales desarrollos de las ciencias naturales operaron -sobre la base de la producción capitalista- una revolución tecnológica, fruto de su aplicación práctica en las comunicaciones, las fábricas, el transporte, la

medicina y la higiene sanitaria, entre muchos, que condujo a la creación de “energías productivas mucho más grandiosas y colosales que todas las pasadas generaciones”. Se produjo así un vínculo mutuamente provechoso, de beneficio recíproco, entre capitalismo, el desarrollo industrial, y la empresa científica. Con la aplicación de la hidráulica a los telares que procesaban el algodón y el diseño de Singer, Estados Unidos pasó al liderazgo de la industria textil y de confección y con el arado de acero de John Deere se pudieron sembrar semillas de trigo de Turquía en las duras praderas de Oklahoma a la vez que florecía la química europea y la fabricación de acero de propiedad de los Carnegie y los Krupp.



-En ese matrimonio de a poco el capitalismo fue tomando las riendas del desarrollo científico, creó las instituciones del Estado que lo apoyaran y financiaran y también elevó los niveles de la educación superior para conformar los equipos humanos necesarios en un sector intensivo en ese factor. Así mismo, las empresas también patrocinaron la investigación y el desarrollo científico que, dicho sea de paso, se difundía, se vulgarizaba.

En 1920, el 20% de la industria norteamericana hacía parte del complejo militar-industrial, para 1940 ya era el 40% y, ahora, según Chalmers Johnson es más del 80%.

• • • • • • • • • •

-Con la aparición de fases superiores del capitalismo, fruto de la fusión del capital bancario con el industrial, los primeros poderes mundiales del monopolio financiero, desde inicios del siglo pasado, ejercen mayor control sobre las iniciativas de la ciencia, extendiendo su utilización a las necesidades de intervención en territorios extranjeros, para el control físico de las fuentes necesarias de materias primas y de energía y de la exportación de los capitales por todo el mundo y para sus incursiones bélicas y de guerras de colonización y de disputa entre las potencias y los regímenes más poderosos. Prueba de ello

es que en 1920, el 20% de la industria norteamericana hacia parte del complejo militar-industrial, para 1940 ya era el 40% y, ahora, según Chalmers Johnson es más del 80%.

-Una primera muestra de la utilización del desarrollo tecnológico en beneficio del predominio económico, lo vivió Colombia luego de los años 50 del siglo XX cuando los parámetros de los paquetes tecnológicos concebidos para la producción de géneros agrícolas en ecosistemas de clima templado se implantaron sin mayores alteraciones a nuestra agricultura tropical descartando los adelantos que algunos investigadores nacionales habían realizado. El país desechó así prácticamente el camino de una tecnología genuina y adecuada.

2) Los datos mundiales de la propiedad intelectual. Caso Colombia y USA.

-En los últimos 25 años de la presente globalización, empezando por las disposiciones globales de la OMC, no sólo se ha reforzado la manipulación del desarrollo científico sino que, contrario a épocas anteriores, cada vez se excluye más a las naciones y regiones rezagadas mediante la conversión de los sistemas de incentivos para el inventor en fuentes de lucro de las compañías que se apropián de las invenciones y los descubrimientos, no sólo de los originales sino aún de sus familias tal como se les conoce.



Las siguientes cifras – originadas en diversas fuentes como la OCDE, el Departamento de Comercio de Estados Unidos y la Oficina Mundial de Propiedad Intelectual (WIPO, por sus siglas en inglés) – son un comparativo por valores y por ranking entre Colombia y Estados Unidos que dan testimonio de las diferencias abismales entre los dos países en Investigación y Desarrollo, uno generador y el otro excluyendo.



- Entre los dos mil primeros inversionistas en R&D, 658 están en Estados Unidos y si se suman los de Japón y Alemania se llega al 57% del total, 1141, son los dueños de la propiedad intelectual. No hay ninguno de Colombia.
- Mientras Estados Unidos ostenta el segundo lugar en el mundo en número de patentes registradas en las 147 principales oficinas del mundo, con 2'527.750, 24 de cada 100, Colombia está en el puesto 59, con 6710, pero teniendo en cuenta que no más del 15% son de residentes en el país. En Estados

Unidos son más de la mitad en esa condición.

En cuanto a marcas registradas, Estados Unidos está en el segundo puesto en tanto Colombia en el 35 y en diseños industriales, Norteamérica, de un total de 3'329.000, tiene 284.481 y Colombia tan sólo 3651.

• • • • • • • • • •

- En cuanto a marcas registradas, Estados Unidos está en el segundo puesto en tanto Colombia en el 35 y en diseños industriales, Norteamérica, de un total de 3'329.000, tiene 284.481 y Colombia tan sólo 3651, de los cuales el 65% son de no residentes en el país.
- Todo lo anterior le da a Estados Unidos un enorme ingreso por exportaciones de servicios con uso de propiedad intelectual + servicios audiovisuales, que junto con los de literatura están bajo el régimen copyright, por cerca de 130 mil millones de dólares, captura el 39% del total registrado por la OMC para todo el comercio global en este renglón, y según las cifras oficiales norteamericanas de comercio es el tercero luego de la agricultura y los alimentos exportados y los derivados por viajes hacia allí y muy por encima de los automóviles, los servicios financieros y los seguros. A contramano, Colombia está entre los diez primeros países importadores netos de tecnología.

- Todo lo anterior pone a Estados Unidos en el puesto #4 en el ranking del Índice Global de Innovación – GII 2016- y a Colombia en el lugar 63. Las siguientes asimetrías escandalosas y muchas otras lo explican: el número de profesores por alumno en secundaria; la colaboración para innovación entre universidad y empresas; la creación de conocimiento; el capital humano; el número de artículos en publicaciones científicas por cada millón de habitantes; el gasto total en R&D, que allá es el 2,8% del PIB y aquí apenas el 0,2%; el número de solicitudes de patentes por cada mil millones de dólares de PIB; la energía en k-h/cápita; el gasto en educación que en Estados Unidos es del 5,22% en Colombia es del 4,67%.



3) El TLC y la propiedad intelectual.

- En el marco de estas inicuas condiciones fue como se negoció el TLC pero incluso con mayores agravantes empezando porque en el capítulo 10 en su numeral 23 se le da el trato de Inversión de Capital similar a las inversiones bursátiles; a

la deuda nacional y subnacional; a la inversión directa en cualquier sector de la economía; bonos y préstamos; futuros y derivados especulativos; contratos, licencias y concesiones y en cerca de más de diez formas de exportación de capital.

- A las mercancías tuteladas en el capítulo de propiedad intelectual, patentes, marcas registradas, diseños industriales, copyright, variedades de plantas se les incluye así en un portafolio financiero muy lejos de la inspiración originaria de incentivo al inventor individual, ahora es, ante todo, un commodity.
- Todo esto persigue el respeto y la protección de los derechos de propiedad intelectual como cualquier modo de inversión, sin que se le exija ningún requisito de desempeño; la libre remisión de utilidades y remesas pero, ante todo, el régimen de solución de controversias ante tribunales internacionales de arbitraje; con la legislación global por encima de la nacional

• Con estas prerrogativas se consagra el monopolio predominante de la propiedad intelectual en el capítulo 16. Colombia debe suscribir diez tratados adicionales relacionados con marcas, patentamiento de obtención de variedades vegetales; de uso de microorganismos y de interpretación de fonogramas, entre otros. UPOV 91, (USA 21.500 registros) Marcas de Madrid y SINGAPUR y de Budapest.

- Aumenta el número de



años de 20 a 25 y a 30 en distintos bienes como fármacos y agroquímicos; extendiendo el monopolio; y superando lo vigente entonces por el acuerdo ADPIC, es un ADPIC plus. Agrega nuevos beneficios como “la patente de uso” y de “segundos usos” una vía al patentamiento vitalicio; se reducen los mecanismos de agotamiento del derecho de monopolio; con distintos trucos inaceptables por muchos países pero a los que Colombia en los medicamentos les dejó la puesta abierta sujeta a disposiciones posteriores.

- Estos capítulos anteriores, como si fuera poco, deben acompañarse con el de Servicios, el 11, que los refuerza aún más en términos de garantías y acceso a las transacciones, ajustadas a este tipo desequilibrado de libre comercio, los TLC, como dijera alguien, están acompañados y, como en este caso, son “una sopa de anzuelos”, por donde se tome lo engancha.

- Las amenazas no cesan. Se está cocinando el TISA, el Acuerdo Internacional de Comercio de Servicios, que intenta limitar al máximo las regulaciones de los estados en ese campo y otorgar todos los poderes a grandes corporaciones financieras, de la informática y de las ramas de servicios. Es un AGS plus, más allá de la OMC.

- En paralelo, el país ha estado ajustándose a tan onerosas imposiciones: como convertir a Ciencias en Departamento

Administrativo adscrito a la Presidencia de la República, dejando de ser una institución autónoma como establecimiento público, y como “convidado de piedra” en los OCAD, donde las decisiones no están en manos de grupos calificados con “criterios de relevancia, pertinencia y robustez conceptual y metodológica” sino de intereses políticos regionales y locales. (Bernardo Useche).



- Ese viraje al introducir la innovación como el elemento nuevo y básico del sistema ha sido definido como “desalentador”, en buena medida al dirigirse los nuevos recursos del SGR a instancias donde su suerte es muy incierta. Fondos como el Fondo Caldas y Fondo de Investigación en Salud están desfondados y desviados hacia otras aplicaciones. En el horizonte aparece quizás otra más grave es ir me noscabando la enseñanza en colegios y universidades hacia las denominadas competencias como sucedáneas únicas de la formación básica.
- Estas políticas, que se guían

por el corto plazo, consignadas en el PND de 2015 están en diapasón con las recomendaciones en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación de la OCDE que profundiza la lógica de las ventajas comparativas. Colombia, a la baja complejidad y a la maquila, como consumidor de innovación, y las potencias se reserva la concentración del conocimiento científico y el predominio económico que de allí se emana.

- ¿Por qué defender la ciencia aquí y ahora? Porque lo que está de por medio es impedir que el país sea relegado a perpetuidad al atraso al excluirse del conocimiento más avanzado, circunscribirlo a una producción en las primeras escalas tecnológicas e impedir el desarrollo tecnológico por vía de la copia y el aprendizaje en el oficio. Es la típica figura de correr la escalera del economista coreano Ha Joon Chang.
- Me pregunto si al encomiable y abnegado papel de los científicos de ahora les corresponde como en su época a Mutis y a Moreno y Escandón, como dice José Fernando Ocampo en su libro sobre la educación en Colombia, quienes al plasmar con firmeza las bases para la transmisión del conocimiento más avanzado las van sentando para la transformación del país en otros órdenes: económico, político y social.

Lo que está de por medio es impedir que el país sea relegado a perpetuidad al atraso al excluirse del conocimiento más avanzado





¿Por qué defender la ciencia en Colombia?

Enrique Forero

Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (2013-2016 y 2016-2019) y del Colegio Máximo de las Academias (2015-2017). Botánico de la Universidad Nacional de Colombia y Ph.D. en Biología de la Universidad de la Ciudad de Nueva York. Fue director del Instituto de Ciencias Naturales (1996) y decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia (1996 – 2000).



Quiero ante todo expresar el agradecimiento de la Academia y de la comunidad científica en general al senador Jorge Robledo por haber facilitado a un grupo de nuestros más destacados investigadores que le cuenten a la sociedad por qué es necesario defender la ciencia en Colombia. Ellos han demostrado con lujo de detalles por qué la ciencia es importante y han hecho referencia a la forma como los países más avanzados del mundo han alcanzado niveles de desarrollo gracias a sus inversiones en educación, ciencia y tecnología. Pero así mismo han llamado la atención sobre el hecho de que la clase política tiene la obligación de hacer política sobre ciencia, tecnología e innovación con base en los planteamientos de los académicos.

Cuando se definen políticas como las del documento CONPES de competitividad, ciencia, tecnología

e innovación sin la participación de la comunidad académica, el resultado es siempre deficiente. Así como el documento CONPES no deja tranquila a la comunidad científica, el sistema nacional de regalías produce muchas dudas y preocupaciones; se sugiere que desde el senado se piense en una reforma de este sistema para que por ejemplo la evaluación y posterior aprobación de los proyectos de ciencia tecnología e innovación sean definidos sobre una base académica y no política.

Para que los grupos de investigación colombianos puedan entrar a participar en el desarrollo científico mundial, es necesario apoyar decididamente la investigación en ciencias básicas, única garantía para generar un conocimiento sólido y un reconocimiento que estimule el interés de la comunidad científica internacional



En general las políticas gubernamentales ignoran por completo a la comunidad académica. En estos días recibí la invitación por parte del Departamento Nacional de Planeación al lanzamiento del Plan Maestro de la Orinoquia. Una estrategia integral con visión del 2030 para el desarrollo regional con enfoque diferencial y articulación Nación-Territorio. Dentro de los conferencistas invitados no hay un solo representante de la comunidad científica y académica.



No hay área de importancia para el país que no sea impactada por las contribuciones de las ciencias básicas. La salud, el ambiente, la energía, la gestión de riesgo, la educación. En salud, por ejemplo, son grandes proyectos de colaboración internacional los que están sentando las bases para una medicina con diagnósticos más exactos, más personalizada, predictiva y preventiva. Al igual que en otras áreas del conocimiento, estos avances requieren de observaciones de largo plazo. Para que los grupos de investigación colombianos puedan entrar a

participar en el desarrollo científico mundial, es necesario apoyar decididamente la investigación en ciencias básicas, única garantía para generar un conocimiento sólido y un reconocimiento que estimule el interés de la comunidad científica internacional hacia nuestras preocupaciones intelectuales.

En Colombia no existe coordinación entre la CTI con el sistema educativo. Es el caso de las becas. Brasil dice permanentemente "sigan formando doctores que a nosotros nos sirven". En el mundo la oferta energética tiende a ser más diversificada, opciones como la energía solar, la energía eólica, la biomasa van a jugar un importante papel en el largo plazo. Sin embargo, en el posconflicto se contempla la creación de un plan nacional de electrificación rural que debería ser más bien de energización rural y la profundización en investigaciones científicas y tecnológicas en energización rural y su implementación traería cambios muy positivos en muchas zonas rurales colombianas.





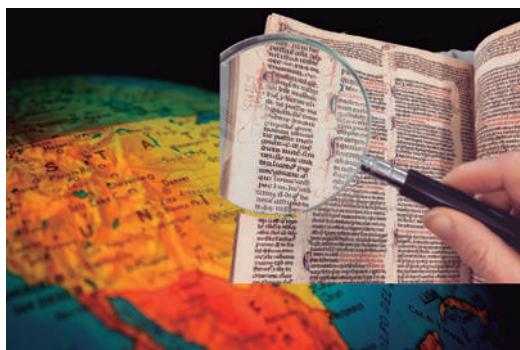
Colombia es uno de los países con mayor número de conflictos ambientales por eso es necesario pensar en un territorio sostenible. Para lograrlo, el gobierno debe asesorarse de los científicos, por ejemplo en el estudio y aprobación de normas. En Colombia el estudio de biodiversidad se ha convertido en un problema legal.

Constantemente se dictan normas

Existen ejemplos exitosos de innovaciones tecnológicas hechas en Colombia con base en resultados de investigación en ciencias básicas que salvan vidas y daños en equipos eléctricos y electrónicos

que parecen escritas para detener el desarrollo científico del país, es como si existiera una especie de conspiración. Les doy varios ejemplos: uno es el caso del acceso a recursos genéticos, cuya normativa no es clara; otro es la reciente norma que exige el pago de tasas compensatorias para actividades de investigación con fines científicos que implican la recolecta de especímenes de la fauna silvestre para estudiar la biodiversidad de Colombia; otro más es la propuesta de reforma del estatuto de contratación pública que elimina el numeral e del artículo segundo, numeral 3 de la Ley 1150 de 2007; este literal “establece que las entidades públicas pueden contratar de forma directa cuando

se trata de contratos para el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas”; el más reciente ejemplo es el de cambio de destinación de los dineros del Fondo de Investigación en Salud FIS que pasaría de apoyar importantes grupos de investigación del país a proveer “becas crédito para la formación de médicos especialistas en áreas clínicas y quirúrgicas y de esta forma contribuir a la generación de conocimiento científico y tecnológico. Para el efecto, COLCIENCIAS entregaría al ICETEX los recursos con destino al fondo MinSalud-ICE-TEX”



Existen ejemplos exitosos de innovaciones tecnológicas hechas en Colombia con base en resultados de investigación en ciencias básicas que salvan vidas y daños en equipos eléctricos y electrónicos. Así mismo, en el área de la salud hay numerosos ejemplos de producción de nuevo conocimiento importante para el país y para el mundo como el tratamiento de enfermedades tropicales. Colombia fue reconocida en el año 2013 como la primera na-

ción del mundo libre de oncocerco-sis. Se ha llamado la atención en el día de hoy sobre la importancia de las ciencias sociales. Colombia tiene problemas de identidad debido a la falta de enseñanza y aprendizaje de las ciencias sociales. En nuestro país ya no se enseña ni historia ni geografía con la profundidad que requieren. Vamos a llegar al estado en el que están los estudiantes en los Estados Unidos, que no son capaces de colocar la ciudad de Washington en un mapa del país.

Se propone que el Senado de la República cree una comisión asesora permanente y multidisciplinaria de científicos expertos en Ciencia, tecnología e innovación. En todos los países desarrollados del mundo, presidentes y primeros ministros cuentan con la asesoría permanente de las academias.

• • • • • • • • •

Así mismo, mientras el documento CONPES habla de competitividad y el Gobierno aspira a que la industria aporte grandes cantidades de dinero a investigación y desarrollo, todos sabemos que eso no será posible en el corto plazo. Para lograr avances en este campo, la alianza academia-Estado-empresa, o en un sentido más amplio, academia-Estado-sociedad, es fundamental para el desarrollo del país.

Con el fin de atender algunas de las preocupaciones mencionadas, se propone que el Senado de la República cree una comisión asesora permanente y multidisciplinaria de científicos expertos en Ciencia, tecnología e innovación. En todos los países desarrollados del mundo, presidentes y primeros ministros cuentan con la asesoría permanente de las academias. Por eso no es utópico pensar que este tipo de asesoría debe existir en el Gobierno colombiano.

Lo curioso es que existen en nuestro país, además de numerosas universidades, diez entidades que son cuerpos consultivos del Gobierno por ley. Esas entidades hacen parte del Colegio Máximo de Academias de Colombia y son las academias de la Lengua, de Medicina, de Jurisprudencia, de Geografía, de Historia, de Ciencias Económicas, la Sociedad Colombiana de Ingenieros, la Sociedad Colombiana de Arquitectos, el Patronato Colombiano de Artes y Ciencias, y la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales.

Todas estas entidades pueden asesorar al Gobierno en, prácticamente, todos los temas de importancia para el país. Pero se prefiere traer expertos extranjeros costosos y totalmente descontextualizados de la realidad colombiana. No sobra repetir que un país que no produce conocimiento propio está destinado al subdesarrollo.



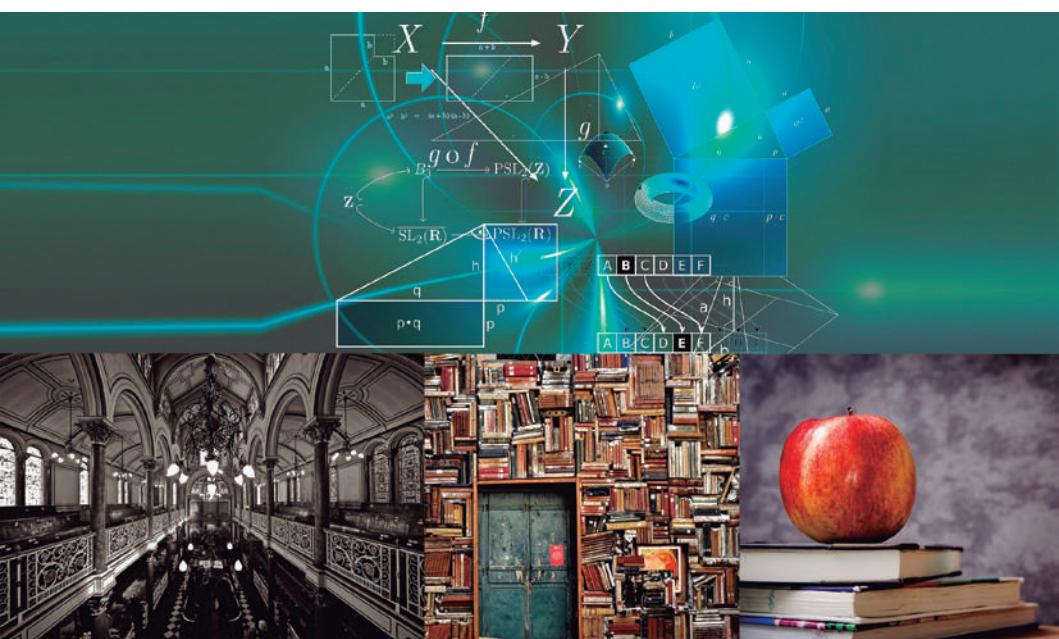
Y ya para terminar unas palabras de reflexión. Se requiere un sistema de ciencia, tecnología e innovación que se adapte a las necesidades de un nuevo país. La institucionalidad en Ciencia, Tecnología e innovación se ha debilitado y se requiere fortalecer a COLCIENCIAS o crear un ente rector más fuerte que podría ser un ministerio. La ciencia, la educación y la cultura, serán elementos fundamentales para el desarrollo del país en la era del posacuerdo y la comunidad científica y académica está lista a prestar su concurso en todas las áreas de importancia estratégica.

Para asegurar que Colombia ocupe un lugar destacado en el concierto de países a nivel regional y mundial se requiere de un compromiso serio de los estamentos políticos para la definición de verdaderas políticas de Estado de larga duración.

Me gusta mucho la frase del doctor Caraballo: debemos defender el derecho de los ciudadanos colombianos a ser científicos.

Texto publicado originalmente:

Forero, E. 2016. *Porqué defender la ciencia en Colombia?* Medicina 38 (4): 302 – 304. Publ. Academia Nacional de Medicina, Bogotá D.C.





ACADEMIA COLOMBIANA
DE CIENCIAS EXACTAS,
FÍSICAS Y NATURALES



POR QUÉ DEFENDER LA CIENCIA EN COLOMBIA



