

*Construir nación  
con base en  
la generación  
y uso del  
conocimiento*



ISBN 958-8290-03-1

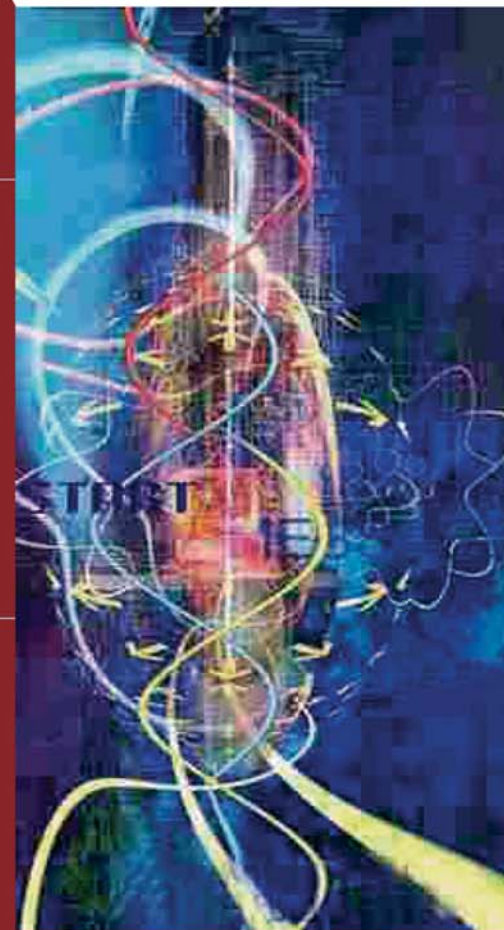


**Encuentro Internacional de Investigadores 2005**

# Encuentro Internacional de Investigadores

**"Colombia en la Sociedad  
del Conocimiento"**

Bogotá D.C., Julio 25 y 26 de 2005



**COLCIENCIAS  
COLOMBIA**

**MEMORIAS**

María del Rosario Guerra de Mesa, Directora General

Felipe García Vallejo, Subdirector de Programas de Desarrollo Científico y Tecnológico

**Comité Organizador**

Felipe García Vallejo, Subdirector de Programas de Desarrollo Científico y Tecnológico

María Claudia Espíndola, Asesora Dirección General

Liliana Castro Vargas, Asesora Subdirección de Programas de Desarrollo Científico y Tecnológico

Angela Patricia Bonilla Ramirez, Coordinadora Comunicación Institucional

Diagramación: Daniel Navas Contreras, Diseñador Gráfico Comunicación Institucional

Publicado en 2005 por COLCIENCIAS

© 2005

“Esta publicación ha sido realizada con la colaboración financiera de Colciencias, entidad cuyo objetivo es impulsar el desarrollo científico, tecnológico e innovador de Colombia”.

Queda PROHIBIDA la reproducción, total o parcial, de este material con ánimo de lucro, su utilización se puede realizar con carácter académico, citando la fuente.

ISBN 958-8290-03-1 en rústica

Impreso en Colombia por: Panamericana Formas e Impresos S.A.



# ENCUENTRO DE INVESTIGADORES COLOMBIANOS RESIDENTES EN EL PAÍS Y EN EL EXTERIOR: COLOMBIA EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO



Bogotá, Colombia, julio del 2005  
Colciencias



Memorias del Encuentro de Investigadores Colombianos Residentes en el País y en el Exterior, 2005: Colombia en la sociedad del conocimiento.  
© Colciencias, 2005.  
Transcripción, corrección de estilo y edición: Maite Fonnegra G.



---



## INDICE

<b>Prólogo</b>	<b>Pág. 9</b>
<b>Inauguración</b>	Pág. 13
Conferencia inaugural. <b>Colombia en la Sociedad del Conocimiento</b>	
María del Rosario Guerra de Mesa	<b>Pág.15</b>
El Contexto	Pág. 15
El Conocimiento como Motor de Desarrollo	Pág. 18
La Política de Ciencia y Tecnología en Colombia	Pág. 20
Estrategias de Gestión del Conocimiento en Colombia	Pág. 22
<b>Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología.</b> Eric Goles	<b>Pág. 27</b>
Preguntas	Pág. 34
Conferencia magistral <b>Centros de Investigación de Excelencia en Brasil</b>	
Erney Felicio Plessman	Pág. 39
Preguntas	Pág. 42
Conferencia magistral <b>Tecnologías Convergentes.</b> Felipe García Vallejo	Pág. 47
Preguntas	Pág. 52
Conferencia magistral. <b>Diásporas Científicas.</b> Jean-Baptiste Meyer	Pág. 55
La Diáspora	Pág. 55
Las experiencias	Pág. 58
Las críticas al modelo de diáspora	Pág. 59
Perspectivas	Pág. 60
Preguntas	Pág. 62
Conferencia magistral. <b>La Malla Computacional y los Nuevos Desarrollos en Sistemas de Informática.</b> Ronn Perrot	Pág. 65

Preguntas	Pág. 71
<b>Simposio satélite II Centros de Investigación de Excelencia.</b>	
Moderador: Miguel Tobar. Jefe (E) Programa Nacional de Biotecnología	Pág. 73
<b>Conferencia magistral Física Computacional para el Avance Científico.</b>	
Hans Hermann	Pág. 79
Preguntas	Pág. 83
<b>Conferencia Especial Nuevos Instrumentos en la Relación</b>	
<b>Academia-Industria.</b> Edgar Leonel González	Pág. 87
Preguntas	Pág. 89
<b>Conferencia magistral. II Encuesta Nacional de Innovación y Desarrollo</b>	
<b>Tecnológico: alcances y perspectivas de investigación.</b> Álvaro Turriago	Pág. 91
Antecedentes y Contexto	Pág. 91
Objetivos y Metas	Pág. 93
Cobertura	Pág. 93
Plan de Estudios derivados de los resultados que se alcancen en la II Encuesta	Pág. 95
Preguntas	Pág. 96
<b>Presentación del Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y</b>	
<b>Recursos Genéticos.</b> John Mario Rodríguez	Pág. 99
<b>Presentación del Centro Nacional de Investigaciones para la</b>	
<b>Agroindustrialización de Especies Vegetales, Aromáticas y Medicinales</b>	
<b>Tropicales.</b> Elena Stasshenko	Pág. 103
<b>Presentación del Centro Tuberculosis: La Investigación Integrada a la</b>	
<b>Salud Pública para Mejorar su Control.</b> Jaime Robledo	Pág. 107
<b>Presentación del Centro de Excelencia en Nuevos Materiales.</b>	
Interviene Hernando Ariza	Pág. 111
Preguntas	Pág. 112
<b>Simposio satélite I Ciencia y Conocimiento Tradicional.</b>	
Moderador: Juan Plata. Jefe del Programa de Ciencias Sociales de Colciencias	Pág. 119

Preguntas	Pág. 131
Simposio satélite III <b>Diáspora Científica, Redes de Conocimiento Internacional en Ciencia, Tecnología e Innovación.</b>	
Moderador: Fernando Chaparro. Director del Centro de Gestión del Conocimiento y la Innovación, Universidad del Rosario	Pág. 135
Comentarios y Preguntas	Pág. 144
Encuentro de Investigadores Colombianos Residentes en el País y en el Exterior: Colombia en la Sociedad del Conocimiento. Sesión Plenaria	Pág. 161
Relatoría del Simposio de Centros de Investigación de Excelencia Miguel Tovar	Pág. 161
Relatoría del Simposio Ciencia y Saber Tradicional. Juan Plata	Pág. 163
Relatoría del Simposio Diásporas Científicas, Redes de Conocimiento y Cooperación Internacional. Juan Pablo Isaza	Pág. 164
Clausura. <b>Discurso de Clausura.</b> María del Rosario Guerra de Mesa	Pág. 167
Discurso de Clausura. Jaime Girón Duarte	Pág. 169





Un encuentro de investigadores tienen que propiciar las consideraciones sobre los rumbos que la actividad de investigación y desarrollo tecnológico evidencia en los momentos actuales. De ahí la presentación sobre *La Malla computacional y los nuevos desarrollos de sistemas de informática a cargo de Ronn Perrot*; así como la realizada en el tema de Tecnologías Convergentes a cargo de Felipe García. Se resalta en estos temas las relaciones de continuidad que hoy se dan entre ciencia, tecnología e innovación. La relevancia que tiene para las sociedades del conocimiento este hecho.

De igual manera se destacó la relevancia de los sistemas de información y de las relaciones universidad- empresa. Si el conocimiento, si la clave de una economía del conocimiento está en la innovación, se entiende la importancia de adelantar indagaciones periódicas por la dinámica de la innovación en las empresas colombianas, como lo presenta el doctor Alvaro Turriago, así como por los mecanismos de interacción Universidad- Industria como nos lo sugiere Edgar Leonel González. Alrededor del tema se escucharon voces destacadas tanto de empresarios como de investigadores e innovadores.

Acogió el Simposio la realización de tres simposios paralelos todos de primordial relevancia para el país. El Simposio sobre Centros de investigación de Excelencia; El Simposio sobre Ciencia y Conocimiento Tradicional y, El Simposio sobre Diáspora Científica y Redes de conocimiento. Como en el caso de las muñecas rusas, cada uno de ellos reprodujo en su complejidad y riqueza el Simposio Central.

El Simposio sobre Centros de Investigación de Excelencia permitió conocer las apuestas que en términos de conocimiento se vienen desarrollando en el país para propiciar que la generación y uso de conocimiento se dé a partir de conocimiento de excelencia y pertinente. Como se hace en cada uno de los centros: a) Centro de Investigación y Estudios de la Biodiversidad; b) El Centro Nacional para la Agroindustrialización de Especies Vegetales, Aromáticas y Medicinales; c) El Centro de Investigación Integrada a la Salud Pública para Mejorar su Control; d) El Centro de Excelencia en Nuevos Materiales.

El Simposio sobre Ciencia y Saber Tradicional. Que permitió con la coordinación de Juan Plata y la participación de Carlos Vladimir Zambrano, Daniel Aguirre, Zayda Sierra y dario Mejía adelantar reflexiones interesantes e interesadas en el tema de la investigación intercultural. Resaltando la necesidad del diálogo de saberes. Así como el reconocimiento de la diversidad étnica y regional. Reconocer la importancia del conocimiento, situado, incorporado e implicado.

El Simposio sobre Diáspora científica con la coordinación de Fernando Chaparro y la participación de Jean-Baptiste Meyer, Carlos Moreno, Eduardo Sánchez y Hans Hermann propicia el trabajo sobre el potencial de las relaciones entre científicos colombianos en el exterior y sus pares en el país. La relevancia de los colegios invisibles y de las redes de conocimiento.

Estas memorias recogen la riqueza de las intervenciones, las sugerencias y pistas con las que nos es hoy posible continuar con el esfuerzo de lograra las transformaciones necesarias para hacer que la ciencia, la tecnología y la innovación hagan parte de la cultura nacional y de las diversas regiones de Colombia. Esperamos que su lectura permita emerger nuevas alianzas y posibilidades en ese propósito nacional. Debo dar las gracias a todos los participantes, en especial, a quienes nos compartieron sus experiencias.





---

---



# INAUGURACIÓN

## María del Rosario Guerra de Mesa

### Directora General de Colciencias

Doctor Eric Goles, presidente del CONICYT de Chile; doctor Erney Plessmann, presidente del CNPq de Brasil; Ronn Perrot, director del Centro de Ciencia de la Universidad de la Reina de Irlanda; doctor Eduardo Sánchez, investigador colombiano de la Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suiza —quien está en representación del grupo de colombianos investigadores en el exterior que están participando en el programa de cónsules ad honorem para la diplomacia científica—; doctor Jean Baptiste Meyer, investigador francés; doctor Felipe García, subdirector de Desarrollo Científico y Tecnológico de Colciencias, señores ex directores de Colciencias, señores invitados especiales, investigadores colombianos que viven en el exterior y que hoy nos acompañan, investigadores residentes en Colombia, señoras y señores:

Hace cerca de un año nos reunimos en un encuentro de investigadores colombianos. En ese momento el tema fundamental era facilitar el encuentro entre la comunidad investigadora de Colombia en temas de investigación y desarrollo tecnológico que Colombia debería estar pensando y abordando. Este año hemos considerado oportuno tocar el tema de Colombia en la sociedad del conocimiento e invitar, de manera especial, a un grupo de colombianos que están haciendo investigación en el exterior a quienes queremos acercar mucho más al quehacer científico nacional. Por ello, hoy están con nosotros alrededor de veinte investigadores colombianos que viven en Francia, Alemania, Reino Unido, México, Brasil, Estados Unidos, por mencionar sólo a algunos países.

Queremos que este evento de hoy sea no sólo un evento que abra las puertas a temas como el de las mallas computacionales, o a temas de fortalecimiento institucional para entrar a la sociedad del conocimiento, o a temas tan importantes como la diplomacia científica, sino que sea un espacio para acercarnos entre los diferentes investigadores colombianos y acercar a los investigadores colombianos que residen en el exterior al quehacer científico nacional. Por eso, durante estos dos días habrá espacios abiertos para que se puedan dar esos encuentros. También hemos dado espacio para que se puedan abordar temas específicos como los de la diplomacia científica y la diáspora, porque ya el número de colombianos que viven en el exterior, y que están trabajando en cargos importantes en ciencia, tecnología e innovación, es muy significativo. En el último año he tenido la oportunidad de reunirme con cerca de 200 de ellos en diferentes ciudades del mundo y claramente hay una disposición de acercar su quehacer a Colombia.

Este encuentro que iniciamos hoy tiene, básicamente, esos propósitos: propiciar el encuentro entre las comunidades académicas residentes en Colombia y en el exterior y aprovechar la capacidad nacional en bien del país. Por ello, dentro de este proceso de coordinación y organización

del evento, hemos invitado a la cancillería colombiana, que nos ha estado acompañando no sólo para acercar a la comunidad científica colombiana en el exterior, sino también para organizar la red de colombianos en el exterior, especialmente en lo que tiene que ver con ciencia y tecnología.



Quiero agradecer a la Señora Canciller, quien siempre ha mostrado una muy buena disposición a colaborarnos, y a los dos vicescancilleres por el apoyo que nos prestaron para que se comience a vincular activamente a los científicos colombianos residentes en el exterior. También ha sido importante en este proceso el trabajo de un grupo de personas que siempre han estado vinculadas a la ciencia y la tecnología en Colombia, personas que hicieron parte de la Misión de Educación, Ciencia y Desarrollo, y un grupo de investigadores de la Universidad de Antioquia, quienes han venido acompañándonos desde hace cerca de un año y medio para hacer realidad ese sueño de que Colombia tenga una política de diplomacia científica y que podamos contar con la aceptación de la cancillería colombiana de la figura de cónsules honorarios con énfasis en temas científicos y de desarrollo tecnológico. En este grupo han estado, entre otros, el doctor Eduardo Posada, el doctor Fernando Chaparro, el doctor Carlos Vasco, la doctora Ángela Restrepo, el doctor Hernán Darío Vélez, el doctor Carlos Arroyave, por mencionar sólo a algunos.

Finalmente, a este encuentro de investigadores colombianos hemos invitado a toda la comunidad nacional, regional e internacional y hemos tenido una respuesta muy grata de cerca de 1.000 personas, de los cuales alrededor de 300 tienen doctorado, cerca de 400 tienen maestría y un número grueso de los participantes son profesores de las universidades. Hemos tratado de que este encuentro sea de personas que ya están trabajando en investigación y desarrollo y personas que están iniciando su vinculación a los procesos de investigación. Quiero, pues, resaltar esa participación más activa de los investigadores colombianos.

Quiero agradecer, de manera muy especial, a todo el equipo de funcionarios de Colciencias que ha venido organizando este evento y liderando el proceso, y a la empresa Gematur que nos ha apoyado mucho. Gracias a todos ustedes por haber aceptado el llamado que les hicéramos hace un par de meses para participar en este evento. Esperamos que las jornadas de hoy y mañana sean fructíferas y que redunden en bien del desarrollo científico y tecnológico de Colombia. El 17 de febrero del 2005 tuvimos una reunión similar, pero entre empresarios e innovadores, en donde reunimos alrededor de 1.200 personas, y del que surgió el Pacto Nacional por la Innovación. Hoy el encuentro es básicamente de investigadores. Todo este esfuerzo de Colciencias está encaminado a reactivar la comunidad científica, la comunidad académica vinculada con ciencia y tecnología para que trabajemos juntos en temas que sean trascendentales para el país.

Muchas gracias.

---



Conferencia inaugural  
**COLOMBIA EN LA SOCIEDAD DEL  
CONOCIMIENTO**  
María del Rosario Guerra de Mesa

Respetables investigadores e investigadoras:

Nada más propio ni legítimo, para quienes tenemos el honor y la responsabilidad de intervenir en las decisiones de las políticas nacionales de ciencia y tecnología en Colombia, que establecer un diálogo con quienes detentan el privilegio, y padecen las restricciones, de producir, criticar, comunicar, aplicar y evaluar el conocimiento, seguramente una de las más virtuosas actividades de las comunidades y sociedades regionales, nacionales e internacionales, representadas hoy por ustedes y, especialmente, por un maravilloso grupo de expertos del mundo que nos acompañan, ojalá con opciones de establecer con ellos y sus instituciones de origen un grupo permanente de análisis sobre nuestro propósito, con el fin de darle continuidad a los esfuerzos institucionales.

El diálogo que yo propongo establecer durante este encuentro internacional de investigadores colombianos 2005 es el de detenernos a pensar acerca de los principios, las decisiones, las acciones y los impactos que hoy tiene en el mundo, y especialmente en Colombia, la gestión del conocimiento, en una sociedad guiada por la economía del conocimiento, con el objetivo explícito de armonizar una agenda nacional referida a las regiones y a la cooperación internacional para los próximos años. Quiero ser breve y concisa en mis planteamientos, para centrar la discusión en torno a cuatro elementos centrales de la gestión del conocimiento: el contexto, el conocimiento como motor de desarrollo, las políticas colombianas para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación y las estrategias para la gestión del conocimiento en el país.

## El contexto

Es común y obligado hablar hoy de información, conocimiento y comunicación en ámbitos de los medios de comunicación que a diario dan la vuelta al mundo, en las universidades, en las empresas públicas y privadas, en centros de investigación y de desarrollo tecnológico, en parlamentos y foros internacionales, sin explorar los impactos y las consecuencias cuando se los concibe y opera como una sinergia, posiblemente la sinergia más poderosa de la posmodernidad. En la información, el conocimiento y la comunicación radica toda la capacidad y la fuerza de la previsión y del poder del hombre. Sin duda, la información se constituyó en el cuarto poder político, económico y social, después de la separación de los tres poderes que instauró la Revolución Francesa. La ciencia se centró en el conocimiento, y la comunicación se ha convertido en la nueva estructura de la formación de opinión de las sociedades posmodernas.

Sorprendente y maravilloso, los tres conceptos y procesos, así hayan surgido por separado, no pueden existir más por separado y, a pesar de que cada uno de ellos haya dado origen a la construcción de teorías, topologías y caracterizaciones de las sociedades actuales —como le llamamos sociedad informática o sociedad del conocimiento o sociedad de la acción comunicativa—, para cada uno de estos tres elementos fundamentales, ninguna de ellas es suficiente para entender el orden y el desorden de nuestros procesos humanos, un poco más los pasados, menos los presentes y mucho menos los futuros. En este hecho radica la globalización de las economías, sociedades y regímenes del planeta, más aún los predicamentos de la especie misma. No es ésta una afirmación que ponga un ambiente claroscuro al drama de la incertidumbre humana, derivada de poder prever el futuro a partir del conocimiento.

Es que la ciencia, corazón y lenguaje del conocimiento creador del hombre, le ha permitido diseñar y operar la metáfora consistente en que la sinergia información-conocimiento-comunicación es un sistema y, como todo sistema concebido por el hombre, se expande ilimitadamente. Muchas cosas son pavorosas; nada, sin embargo, es más pavoroso que el hombre —dice el coro en Antígona— porque tiene el bien máspreciado de los bienes, la razón, y se enseñó a sí mismo el lenguaje y el alado pensamiento, aunque los animales de la naturaleza lo superen en fuerza y belleza.

La contextualización del conocimiento se centra hoy en la convergencia de dos grandes intereses de las sociedades modernas, la ciencia y la política, que hasta el siglo XXI se desarrollaron independientemente en cuanto a enfoques, valores, actividades y consecuencias, dando origen a un fenómeno nuevo y seguramente un hecho del futuro y que bien podría denominarse la cientifización de la política y el reconocimiento de lo político por la ciencia. En efecto, cada vez más los científicos vienen abandonando las torres de marfil y los protocolos weberianos de una ciencia neutra y libre de valor para indagar y proponer soluciones a los problemas de sus sociedades de origen, como se puede observar en proyectos y agendas globales —como, por ejemplo, Global Change, The Global Brain, The Genome Project, The Gutenberg Project, Titus Project, Nuclear Data Project, Astrofísica Project, sólo para mencionar al azar algunos que ustedes bien conocen y referencian—.

El conocimiento, ahora, es juzgado y valorado por la sociedad. Los políticos profesionales requieren cada vez más de los científicos no sólo para conocer temas y problemas que afectan la economía y la sociedad, sino para que respalden sus decisiones legislativas, gubernamentales y judiciales. La ciencia, como código de conocimiento y solución de problemas, es un factor cada día más de gobernabilidad; el conocimiento, como ciencia desinteresada, en términos de producción, transmisión y uso, es un mito que persiste desde la antigua Grecia, cuando se le asignaban a los dioses demiurgos la facultad de salvar, castigar o condenar a los hombres por el arbitrio de sus deseos gracias al conocimiento que tenían acerca de la naturaleza.

La ciencia ha llegado a ser una actriz en la arena política, es una parte interesada o convocada por otros actores como soporte de sus intereses específicos. La creciente demanda por experiencia científica ha llevado al uso inflacionario de conocimiento y muchas veces sirve de combustible para las controversias. El exceso de conocimiento supone que la política arriesgue una fuente importante de legitimación y que la ciencia arriesgue la confianza pública.

La ciencia también ha estado estrechamente relacionada con los medios de comunicación. Históricamente, el conocimiento científico ha sido mirado como superior y tiene un valor más alto que el del conocimiento popular o el del sentido común. Hoy, entonces, la contextualización social

de la ciencia es una característica esencial del denominado Modo 2 de hacer ciencia en todos los países líderes del mundo, en virtud de que políticos y ciudadanos tienden a intervenir más en los objetivos y resultados sociales. El concepto mismo de ese Modo 2 responde específicamente a las condiciones de la explosión de la información, el crecimiento exponencial de la información y a la mediatización de la ciencia con cierto ánimo de aplicar el santo y seña contemporáneo, hit and run, para llamar la atención de la relación ciencia y política.

La ciencia se está transformando. De un lado, la universidad ha ido perdiendo el monopolio de la producción científica; centros de investigación, autoridades de gobierno, laboratorios de industrias son sitios en los que se está haciendo ciencia. Para la formación de redes se están creando contextos en lugar de disciplinas. Las formas de organización de los grupos de investigación, y su trabajo en redes, son transitorias. La producción científica no es ya resultado de la búsqueda de las leyes de la naturaleza, sino el establecimiento de contextos de aplicación, esto es, referida al preestablecimiento de su utilidad y demanda de clientes reales.

Las disciplinas no son ya más los marcos definitivos de orientación única para la investigación ni para la definición de los campos de la realidad; en su lugar, la transdisciplinariedad es lo que ahora predomina. La solución de problemas emerge en el contexto de la aplicabilidad; el conocimiento transdisciplinar provee su propia estructura teórica, sus propios métodos de investigación y sus resultados no se comunican a través de los canales institucionales, sino a los participantes en el proceso mismo de la investigación. Los criterios de calidad y control de la investigación no se limitan, exclusivamente, hacia el futuro a las disciplinas y al ejercicio de los pares evaluadores, sino al contexto de aplicabilidad de crecientes criterios sociales, políticos y económicos. La producción científica será, en conciencia, socialmente obligatoria y reflexiva. La investigación está referida a cambiantes coacciones de legitimación; la investigación se orienta a fortalecer valores sociales y metas políticas, así como a las acciones y reacciones de los medios de comunicación.

Esta transformación de la ciencia del denominado Modo 1 al denominado Modo 2 implica una transformación cualitativa de la ciencia; más aún, se trata de una revolución similar a la acaecida en el siglo XVII, y consiste en la definición de objetos, métodos y funciones sociales de la ciencia, en los que ella influirá como catálogo e innovación. Concluye Helga Novodni, una de las autoras de La nueva producción de la ciencia, que los cambios institucionales de la ciencia traen siempre consigo un cambio epistemológico.

Ciencias, pues, y, simultáneamente, tecnología e innovación, y su significado dependen del contexto histórico y espacial de la sociedad que la plantea y emprende. Por tanto, ninguna sociedad es igual a otra y su apropiación social es una de las diferencias de su propia cultura. En consecuencia, cuando en un país en vías de desarrollo se habla el lenguaje de los expertos que hacen política de ciencia, tecnología e innovación, en última instancia se está hablando de tres acepciones corrientes. Una, la ciencia es una variable más del cambio técnico o del desarrollo económico de una sociedad que es importante fomentar para asegurar el crecimiento, el progreso y el bienestar de una nación o institución. Otra, la ciencia es una actividad, una adquisición y un resultado valioso superior y deseable de instituciones y países más avanzados que hay que traer, transferir, imitar, importar, comprar y reproducir si es necesario. Tres, la ciencia es una actividad social moderna que debe surgir según las circunstancias y características históricas y espaciales de las sociedades actuales, con el fin de convertirla en una instrumento de cambio social para poder intervenir en los escenarios de la política y de las economías internas y externas del mundo. En fin, mi intención no es otra que ver cómo

Colombia se inserta más, rápidamente y mejor, en esas corrientes de conocimiento que le sean más pertinentes para su desarrollo.

## El conocimiento como motor de desarrollo

Actualmente se reconoce que la fuente principal de la riqueza de las naciones se deriva de la creación de capital intelectual, principalmente a través de la educación y de la investigación, por encima de las fuentes relacionadas con la dotación de recursos naturales de los países e, inclusive, con la existencia y disposición de capital físico. La capacidad de una sociedad para producir, seleccionar, adaptar, comercializar y usar conocimiento es la base para lograr un crecimiento económico sostenido y mejorar los estándares de vida de la población. En este sentido, la base del crecimiento sostenido dependerá del mantenimiento y la expansión de la base del conocimiento.

Según la Unesco, aunque en todas las épocas y culturas el conocimiento ha sido relevante, lo característico de la época contemporánea es el rol central que adquiere, así como la velocidad con la que se expande, gracias a los espectaculares avances de la ciencia, a su internacionalización y a los radicales cambios en la producción y aplicación del conocimiento a todas las esferas de la vida social. La sociedad del conocimiento es, entonces, aquella sociedad en la cual cada individuo, cada organización, construye su propia capacidad de acción y, por tanto, su posición en la sociedad a través de procesos de adquisición y desarrollo de conocimiento organizados de tal forma que puedan contribuir a generar procesos de aprendizaje social.

Las tendencias mundiales presentan un proceso constante y sostenido de valoración del desarrollo científico y tecnológico como esencia de las políticas de desarrollo de las naciones avanzadas. Se exhibe una economía basada en el conocimiento y estrechamente asociada a la creación y consolidación de redes de cooperación pública y privada entre empresas, regiones y países. La movilidad y la dinámica del comercio mundial indican, además, el crecimiento cada vez más significativo de las exportaciones de productos basados en conocimientos, que oscilan entre un 40% y un 60% de las exportaciones mundiales. Esta dinámica centra su gestión en los procesos de innovación tecnológica e investigativa que son la fuerza dominante para asegurar procesos de mejoramiento de la competitividad, generándose altos retornos económicos de la inversión en rangos del 20% al 70% y de retornos sociales que alcanzan porcentajes cercanos al 50%.

En este contexto mundial, la asunción sistemática de ciencia, tecnología e innovación y los avances del conocimiento, experimentados con mayor intensidad en unos países que en otros, han generado diferencias significativas en los desempeños de las economías y han generado brechas más profundas, evidenciadas en serias asimetrías en la distribución de las ganancias entre países y hemisferios. Estas brechas indican la incorporación, en los países avanzados, de importantes instrumentos de fomento a la ciencia y la tecnología.

Las nuevas formas de organización de la producción del conocimiento hacen énfasis en la importancia del papel del sector privado y de las empresas para detectar, y transmitir a los científicos, las necesidades apremiantes de la sociedad y para que las investigaciones se focalicen en la resolución de problemas que afectan al ciudadano común y corriente, además de los interrogantes que puedan surgir de aquellos científicos movidos por el afán de seguir publicando o morir. Al observar el comportamiento de estas relaciones tripartitas en la Unión Europea, Estados Unidos

y Japón frente al caso nuestro, se observa el camino que aún nos falta por recorrer, no sólo en lo que respecta a los indicadores tradicionales de investigación y producción bibliométrica, sino en la forma como se financia la investigación y el papel fundamental que cumple el sector privado en los países avanzados.

Adicionalmente, hoy es fundamental que otros actores organizados de la sociedad civil, que están promoviendo temas similares, se vinculen más activamente. En el caso de nuestros países, en los que todavía no hay un reconocimiento político de la importancia de apostarle a la generación y al uso de conocimiento para el desarrollo económico y social de una nación o región, de manera sostenida y en cuantía suficiente, es imprescindible involucrar, en los procesos públicos de toma de decisiones, a los parlamentos y a las autoridades de los diferentes niveles de gobierno. Eso no es politizar la ciencia; al contrario, es permear la política con temas de ciencia y tecnología. Bien decía el Director de la Oficina de Ciencia y Tecnología de Estados Unidos que en la magnitud y la permanencia de los presupuestos se reflejaba no sólo la voluntad política, sino las prioridades temáticas de una nación.

Al analizar los indicadores clásicos de ciencia y tecnología establecidos a nivel internacional, tales como la inversión nacional en actividades de ciencia y tecnología, en investigación y desarrollo, en formación de recurso humano, el número de investigadores por millón de habitantes, el número de publicaciones generadas, entre otros, se observa cómo la brecha entre países pobres y ricos ha seguido aumentando. Según datos del Banco Mundial, la brecha entre países desarrollados y en desarrollo está creciendo, no por la concentración de los factores de producción sino por la concentración de generación y uso del conocimiento. Más del 50% del crecimiento económico en el Norte se debe al desarrollo tecnológico y a la capacidad de gestión del conocimiento.

Sin embargo, los países de reciente industrialización están demostrando que esta brecha se puede cerrar desarrollando capacidades de generación y gestión del conocimiento y de innovación. Así que, aunque nosotros somos de tardía entrada en estos procesos, no por ello estamos por fuera de toda posibilidad. Si aprendemos de los otros y logramos poner en marcha una política de largo plazo, productiva y consensuada, de ciencia, tecnología e innovación, y con los recursos necesarios, muy probablemente transformaríamos profunda y aceleradamente nuestra nación.

Existen tres brechas especialmente graves para los países en desarrollo como Colombia. Una es la brecha de productividad total de los factores. La segunda, la brecha de la educación en términos de años de educación promedio, matrículas en secundaria y terciaria, y los rezagos en desarrollar destrezas en la población económicamente activa. La tercera, la brecha tecnológica caracterizada por la importación de bienes de capital o bajos niveles de gasto en la adopción de nuevas tecnologías, como las TIC's, o baja interacción universidad-industria-gobierno.

A manera de síntesis de esta parte, en el contexto internacional la capacidad de generar y usar conocimiento se ha convertido en un factor estratégico de producción y de crecimiento económico. Las tasas de retorno de la investigación y el desarrollo tecnológico, tanto privadas como sociales, son contundentes, como lo es su impacto en términos de desarrollo humano. Y, aunque la inversión en ciencia y tecnología no lo resuelve todo, sí es fundamental si queremos desarrollar una buena articulación entre generación y uso efectivo del conocimiento. En este proceso, la capacidad de gestión y de la innovación desempeñan un papel crítico.

## La política de ciencia y tecnología en Colombia

No es necesario adentrarse en estudios históricos profundos para concluir que, así como Colombia ha sido lenta en la asimilación de las corrientes universales de pensamiento, también lo ha sido en lo que respecta a una estructura que responda a las demandas científicas y tecnológicas de la sociedad. Aunque se detectan tímidos intentos por parte del Estado, durante finales del siglo XIX y comienzos del XX, por crear condiciones apropiadas para el desarrollo profesional y científico, no es sino desde mediados de los años cuarenta cuando se empieza a observar una comunidad científica medianamente consolidada en algunos campos del saber. Hacia finales de los cincuenta y principios de los sesenta se empieza a desarrollar un incipiente, pero acelerado, proceso de transformación económica, social y cultural en Colombia que creó las condiciones apropiadas para el desarrollo de un entorno favorable para la investigación.

En cuanto al panorama y la capacidad actual de Colombia, camino hacia el futuro, hemos definido dos, dentro de los principales objetivos de mi gestión en Colciencias. Posicionar la ciencia, la tecnología y la innovación en la agenda pública y política de Colombia, tanto nacional como regional, e incorporar la ciencia, la tecnología y la innovación como actividades fundamentales para el desarrollo económico, social y cultural colombiano. La realización de estos objetivos no es otra cosa que plantear y decidir estrategias que contribuyan a hacer avanzar a toda la sociedad colombiana hacia una economía del conocimiento. En el orden nacional, se elaboró, dentro del Plan Nacional de Desarrollo Hacia la construcción de un Estado comunitario, el documento Lineamientos básicos de política de ciencia, tecnología e innovación que orienta, de manera general, la gestión de Colciencias durante el período 2002-2006.

Los siete Lineamientos básicos de política de ciencia, tecnología e innovación son: generar nuevos arreglos institucionales; promover una inversión sostenible; incrementar el talento humano formado para la investigación y la innovación; hacer de la ciencia, la tecnología y la investigación parte de la cultura colombiana; comprometer a nuestro sector empresarial con la innovación y el desarrollo tecnológico para la competitividad; fortalecer la investigación y lograr hacerla competitiva internacionalmente, y reposicionar la ciencia, la tecnología y la innovación como actividades clave para el desarrollo regional.

A continuación mencionaré algunas de las estrategias y sus logros para cuatro de los siete lineamientos.

Con el lineamiento de generar nuevos arreglos institucionales buscamos fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología a través de un sólido proceso de articulación y coordinación institucional que evite las acciones atomizadas de los diferentes actores, permita un liderazgo en la toma de decisiones de política e incorpore los temas de ciencia, tecnología e innovación en la agenda de prioridades del Gobierno Nacional. En este marco, el señor presidente de la República, doctor Álvaro Uribe Vélez, aprobó que Colciencias tuviera asiento en el Conpes como invitado permanente desde el mes de enero del 2004. Con el fin de articular la política de ciencia y tecnología, se logró el reconocimiento de Colciencias como la máxima instancia nacional para expedir conceptos sobre cuáles inversiones públicas son de carácter científico, tecnológico y de innovación, acción que es coordinada con el Departamento Nacional de Planeación.

Colciencias ha liderado el proceso de su direccionamiento estratégico, que fue aprobado por el Consejo Directivo de Colciencias y que deja definidos sus objetivos, estrategias y acciones

hasta el año 2006 dentro de una visión hacia el año 2020. Asimismo, Colciencias ha participado activa y permanentemente en las mesas de negociación y en los seminarios que se han organizado sobre el TLC; se elaboró el documento sobre posición de política de ciencia y tecnología para el marco del ALCA y del TLC y otro más reciente sobre transferencia de tecnología, lo que ha permitido introducir el tema como texto en el capítulo de propiedad intelectual de las negociaciones del tratado con Estados Unidos.

Se han fortalecido las relaciones interinstitucionales realizando reuniones de coordinación de acciones con los ministros y viceministros de Educación Nacional, Comunicaciones, Minas y Energía, Agricultura, Industria, Comercio y Turismo; los directores del SENA y el Icetex, los presidentes de Bancoldex, Finagro, Findeter y un grupo de quince gobernadores. Se ha retomado el papel protagónico que debe tener el consejo nacional de ciencia y tecnología como instancia máxima de definición de políticas en estos temas, destacándose, entre otros, la aprobación de importantes documentos de política, como el Programa de Centros de Investigación de Excelencia, la selección de las áreas estratégicas y, más recientemente, la reforma de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología. Asimismo, se ha formulado un proyecto de ley que fortalezca el marco normativo de la ciencia, la tecnología y la innovación en el país, enmarcado en los desafíos que impone la generación de capacidades competitivas en esta materia para Colombia.

Estamos inmersos en tres grandes y trascendentales procesos para contribuir al desarrollo económico y social de Colombia, para afianzar su institucionalidad, abrir un horizonte de futuro, asegurar compromisos para su consolidación y puesta en marcha y avanzar rápida y sólidamente en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Estos son, en la Visión Colombia II Centenario, 2019, en la Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad, ambos con un eje transversal importante que es ciencia, tecnología e innovación, y el tercero es el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2020.

En cuanto a la promoción de la inversión pública nacional y regional, con el fin de asegurar recursos para fomentar la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia, se adelantan acciones que permitan contar con recursos crecientes. Se vienen gestionando recursos adicionales del presupuesto nacional y de otras instituciones del Estado para que se canalicen en ciencia y tecnología. Se está coordinando la focalización de la inversión, buscando hacer más eficientes las asignaciones, promoviendo inversiones territoriales mediante asignaciones en los planes de desarrollo departamentales y municipales y, en particular, se está diseñando la creación de un fondo de financiamiento de la investigación.

El lineamiento de comprometer al sector empresarial con la innovación y el desarrollo tecnológico para la competitividad se busca que se reconozca que la capacidad de la economía para competir de manera adecuada en un mundo globalizado requiere que, endógenamente, generemos recursos y capacidades para mejorar la productividad incorporando, en la estructura productiva, la ciencia, la tecnología y la innovación. Conscientes de la importancia de este lineamiento, se han adelantado reuniones con científicos, empresarios y gobierno para intercambiar opiniones sobre cómo comprometer más al sector privado empresarial con una mayor inversión en ciencia, tecnología e innovación, para apoyar de manera sistemática y sostenida la investigación de las universidades y de los centros de investigación, para que de ahí también surja un conocimiento que les sirva a ellos para la innovación y la formación de recurso humano para acelerar los procesos de innovación al interior de las empresas.

Asimismo, se realizó un estudio de referenciación competitiva sobre la vinculación universidad-empresa y el desempeño de estructuras de gestión para mejorar dicha relación. El ejecutor del estudio fue ASCUN y el estudio hace parte de un proyecto en varios países de América Latina. Se realizó el II Encuentro Nacional de Innovación para el cual se desarrollaron, previamente, siete encuentros regionales en varios sitios del país y en los que participaron 1.110 empresarios, lo que permitió firmar el Pacto Nacional por la Innovación Tecnológica. Dicho pacto es el primero en su género y ha servido para despertar las voluntades de muchos actores, para comprometerse seriamente con la innovación.

En el lineamiento de política que consiste en fortalecer la investigación y hacerla competitiva internacionalmente se busca consolidar la investigación en sectores estratégicos de Colombia, fortalecer la capacidad científica nacional en términos de grupos y centros de investigación y fomentar su activa inserción en la comunidad científica internacional. Como producto de lo anterior, en la base de datos de Colciencias hay registradas de 38.648 hojas de vida de personas que trabajan en ciencia, tecnología e innovación y 3.853 hojas de vida de grupos de investigación.

Con el grupo CTyS, de la Universidad Nacional de Colombia, Colciencias realizó la socialización del instrumento de medición para hacer el escalafón de los grupos de investigación en el país. Esta labor se realizó en cinco foros a nivel nacional, mediante invitación a la comunidad científica a debatir el tema. Hasta el 30 de junio del 2005, los resultados definitivos fueron los siguientes: 1.445 grupos reconocidos, de 3.396 grupos registrados. Colciencias, siguiendo con su política de medir y clasificar los grupos reconocidos en tres categorías —A, B y C— abrió, en noviembre pasado, una convocatoria para medir grupos reconocidos con el nuevo índice denominado Cienticol. Los últimos resultados indican un importante crecimiento en la comunidad científica del país en cuanto al número de grupos inscritos en la convocatoria: pasamos de 882 en el 2000 a 1.725 en el 2002 y a 3.396 en el 2004. Del total de grupos reconocidos, 237 son de categoría A.

Sobre la base de los resultados y la información de investigadores y grupos de investigación se viene efectuando un análisis de redes sociales, así como un estudio sobre redes de investigación en el país, lo que permitirá potenciar la investigación en términos de grupos de investigación y la conformación de programas de investigación que aborden problemas nacionales y hagan más eficiente el trabajo cooperativo. Uno de los pasos más importantes para consolidar nuestras formas de organizar la generación de conocimiento y consolidar la investigación en temas estratégicos para Colombia ha sido la aprobación, por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, del programa de Centros de Investigación de Excelencia. Hoy ya han iniciado actividades cuatro centros en la áreas estratégicas de biodiversidad y recursos genéticos, enfermedades prevalentes en áreas tropicales, materiales avanzados en nanotecnología, biotecnología e innovación agroalimentaria y agroindustrial.

## Estrategias de gestión del conocimiento en Colombia

Colombia atraviesa por un momento crucial para encarar el siglo XXI de manera adecuada. Aunque subsisten con gran intensidad los grandes problemas del país —pobreza, inequidad, inseguridad, entre otros—, se observan grandes oportunidades para aquellos países que sepan cómo sacar provecho del conocimiento científico y tecnológico y cómo ponerlo al servicio del desarrollo económico y social. Esto plantea grandes retos para Colombia, entre los que se cuentan tener una

visión de futuro compartida, tener objetivos de desarrollo de largo plazo y crear estrategias de acción realistas y políticas coherentes y viables para tomar las decisiones correctas en el momento oportuno. Ello implica pasar del diagnóstico a la acción, del trabajo individual a la construcción colectiva y al trabajo en redes y colaborativo, de la mirada de corto plazo a la visión estratégica, y del enclaustramiento a la internacionalización.

Ante este panorama, todos tenemos responsabilidades, pero la universidad las tiene especialmente, porque cerca del 85% de nuestras investigaciones se hacen en los claustros universitarios. La universidad es eje no sólo para educar y formar jóvenes que harán ciencia y tecnología, sino para disponer de la infraestructura y los ambientes necesarios para que el conocimiento pueda ser generado y difundido. Debemos desarrollar la capacidad en ciencia, tecnología e innovación para transformar y fortalecer la educación superior y abrir nuestras universidades a las nuevas tecnologías, así como fortalecer sus sistemas de protección a la propiedad intelectual, vincularlas al desarrollo y promoción de empresas basadas en el conocimiento y acercarlas como generadoras de conocimiento al sector productivo.

No debemos olvidar que una de las principales misiones de la universidad es orientar a la sociedad en lo ético, formar no sólo en lo científico y tecnológico, sino producir científicos humanistas comprometidos con su región y su comunidad. Sólo en la medida en que logremos formar ciudadanos competentes, íntegros y universales, podremos asegurar un entorno próspero para las generaciones futuras.

Quiero, para terminar, esbozar elementos fundamentales de la estrategia de gestión del conocimiento que estamos promoviendo para consolidar una política explícita y sostenida con la decidida intervención de ustedes. Trece son los aspectos esenciales.

**1. Decisión institucional de la gestión del conocimiento.** Adoptar el enfoque de gestión del conocimiento como punto de partida para integrar y armonizar todas las actividades dentro y fuera del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y de Innovación, centrado en la continua y dinámica interacción que se genera entre conocimiento, información y comunicación, que es la tríada que servirá de marco y eje para las actividades de un sistema moderno dirigido a cumplir cinco grandes funciones vigentes hoy en el mundo: (a) promover y generar políticas de corto, mediano y largo plazos; (b) definir, regular y articular normas y buenas prácticas de los sistemas regionales y nacionales de ciencia y tecnología e innovación; (c) cofinanciar planes, programas, proyectos y actividades integradoras de las políticas; (d) crear y promover permanentemente procesos de cooperación regional, nacional e internacional en estas actividades, y (e) evaluar objetivos, desempeño, resultados e impactos ex ante, durante y ex post de las políticas de Estado de corto, mediano y largo plazos.

**2. El Sistema colombiano de Ciencia, Tecnología e Innovación.** Estamos demandando más institucionalidad del Sistema, lo que implica más instituciones seriamente comprometidas con estos temas y unas reglas de juego claras que lleven a una mayor capacidad de productividad y competitividad, con calidad y relevancia de la investigación, que eleve la confianza de los actores nacionales sobre nuestras capacidades y en el que se valore la importancia de las actividades de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo de la economía y, por ende, de la sociedad.

**3. Ciencia, tecnología e innovación en la Visión Colombia II centenario, 2019.** La Visión 2019 de Colombia presenta y describe decisiones y acciones en una imagen guía de futuro consistente

en una propuesta nacional convocada y liderada por el Primer Mandatario para la celebración del segundo centenario de la Independencia del reino de España, ocurrida en 1819. El futuro se funda en el pasado, pero el ideario de objetivos y realizaciones debe surgir de la capacidad y la creatividad de construir soluciones nuevas a nuevos problemas y a nuevas potencialidades sociales, políticas, económicas y ambientales de consolidación de una sociedad equitativa y de un Estado eficiente. La investigación y el desarrollo tecnológico son, sin duda alguna, ejes para lograr tan importante Visión de país y, de hecho, tiene un capítulo especial.

**4. Plan Nacional de Desarrollo.** En términos de objetivos, estrategias, recursos, resultados e impactos. Unir esfuerzos en torno a un propósito común de avanzar significativamente en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación para así contribuir al crecimiento económico y al bienestar de los colombianos.

**5. La solución de problemas nacionales.** La promoción de actividades científicas y tecnológicas por parte del Estado está orientada a comprender y solucionar problemas nacionales y regionales. La sociedad colombiana enfrenta muchos retos en los ámbitos económico, social, político y cultural que exigen el desarrollo y el fomento de capacidades y condiciones para que sus integrantes puedan afrontar estas transformaciones. Esto requiere que la generación de conocimiento científico y tecnológico atienda necesidades y resuelva problemas teniendo en cuenta las potencialidades y problemáticas de nuestras regiones.

**6. Subsistema de Información y Comunicación.** Toda la gestión eficiente del conocimiento depende en Colombia de sus insumos principales, información y comunicación. Para un gran número de países y sus respectivos sistemas estadísticos, incluido Colombia, los datos cifrados de investigación y desarrollo no constituyen prioridad alguna, inclusive el tópico mismo. Por eso, nuestro decidido compromiso con el fortalecimiento de nuestro sistema de información y las estrategias de comunicación y de sus resultados.

**7. Cooperación regional, nacional e internacional.** Existe un principio elemental en el mundo global, y cuando se dice global se dice interactivo, enunciado con el aforismo de que lo único que no cambia es el cambio y que, aplicado a los sistemas de ciencia y tecnología, permite inferir que ningún sistema cambia con la misma y única información que él mismo genera. Bien decía Einstein que si uno hace todos los días lo mismo, no puede esperar resultados diferentes, lo que significa que, tanto en la llamada inteligencia natural como en la artificial, los aprendizajes son sólo intercambios de información mediante procesos de comunicación y de cooperación.

Los agentes de la cooperación son ustedes, señores investigadores, y en este campo de trabajo, sus recomendaciones y proposiciones en términos de decisiones y de proyectos son irremplazables. No hay duda de que los aprendizajes nacionales y regionales de Colombia tendrán que ocurrir en los escenarios interactivos de la cooperación internacional. Todo nuestro esfuerzo debe centrarse en la promoción de esquemas de cooperación y de colaboración.

**8. El multilingüismo.** Una debilidad mayor de nuestro Sistema de Ciencia y Tecnología es el bajo desempeño; por tanto, el ínfimo proficiente de producción de uso comunicativo de lenguas extranjeras. De ahí que no se pueda dilatar más el compromiso y la exigencia de la cultura y la adquisición de una segunda y una tercera lenguas, para facilitar los procesos, insertarnos más internacionalmente y poder difundir nuestros resultados.

**9.** Por una política pública de la ciencia, la tecnología y la innovación. Sin la movilización política de las comunidades científicas, tecnológicas e innovadoras, nunca será posible generar procesos de transformación de las actividades históricamente exógenas a nuestras actividades de ciencia y tecnología en una institución social. El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación no es sólo el Consejo Nacional y no es sólo Colciencias. El Sistema lo formamos, conformamos y operamos todos o no es un sistema. Esto nos da indicios del porqué observamos desempeños insuficientes dentro del Sistema Nacional y su baja interacción con los subsistemas regionales. Por eso la importancia de relevar como bienes públicos muchas de las actividades de ciencia y tecnología. No nos dé temor poner estos temas en la agenda nacional, ¡es un imperativo!

**10.** Apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación. La prueba de fuego de un Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en una sociedad es su apropiación de la comprensión, validación y uso del conocimiento en la totalidad de sus agentes, reguladores, financiadores y usuarios. Y, muchas veces, la comunidades científicas y tecnológicas tienden estadísticamente más a aislarse que a aproximarse a las comunidades del mundo, generando así, en todas partes, la famosa división entre sabios e ignorantes, insostenible hoy en las sociedades abiertas. La apropiación social trasciende la difusión y la comunicación tradicionales para insertarse en los valores y hábitos de la sociedad.

**11.** Medios de comunicación. Las comunidades científicas y académicas deberían tomar conciencia de que sin los medios de comunicación no será posible provocar una gran estrategia de gestión del conocimiento. Por tanto, es inaplazable diseñar y poner en marcha una acción continua, profunda y creativa de formación y comunicación con miras a formar opinión pública sobre temas de investigación y nuevas tecnologías que afectan a la sociedad y sus gentes.

**12.** Educación. Si no traducimos las revoluciones de la ciencia, la tecnología y la innovación, en especial las de las TIC's, en valores, objetivos, procesos, contenidos y resultados en toda la estructura y las relaciones de la educación nacional, todo el esfuerzo hasta aquí planteado sería en vano. El método debe ser el eje de todo proceso de aprendizaje, enseñanza de creatividad e innovación; y el eje, hoy, es el aprendizaje y aquel que se está construyendo como persona, el aprendiz, a través del conocimiento.

**13.** El empresarismo. La primera responsabilidad económica y social de la gestión del conocimiento debe estribar en la modernización y potenciación de toda la economía colombiana con estándares de productividad y competitividad no sólo para generar riqueza, sino para integrar a la totalidad de la población colombiana en la oferta de bienes y servicios al alcance de sus necesidades y valores. Es fundamental mover el espíritu innovador en todos los actores, pero especialmente en los empresarios, quienes por definición deben serlo.

## Señoras y señores investigadores:

Quisiera dejar en la atmósfera de discusión —crítica y creatividad con respecto a una nueva visión de la ciencia, la tecnología y la innovación basada en la gestión del conocimiento— las imágenes de ideas y formas de un creador británico: «¿Dónde está el conocimiento en estas sociedades de tanta información? ¿En dónde la sabiduría en tantos conocimientos dispersos? ¿En dónde la vida en tanta sabiduría olvidada?». Esta no es más que una provocación. Responder estas preguntas que me

he permitido citar sería, sin duda, un evento de honda fascinación y mucha sabiduría, pero nuestra vida pareciera negarnos tiempo y lugar.

Muchas gracias.

---

---



# COOPERACIÓN INTERNACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Eric Goles\*

Señora María del Rosario Guerra de Mesa, directora de Colciencias, diversas autoridades nacionales e internacionales que asisten a este Encuentro, investigadores e investigadoras, personal de Colciencias:

Para mí es de mucho agrado estar con ustedes y siempre me ocurre en este tipo de reuniones, producto de una sana envidia, que me gusta ver tanta gente reunida discutiendo los temas que, supongo, nos interesan a todos. Lo que quiero compartir con ustedes hoy, más allá de los datos que irán apareciendo en la pantalla, lo que ocurre en un país pequeño, pobre, que ha tenido muchísimos problemas de diverso orden, y que, en algún modo, desde larga data está tratando de hacer una apuesta por la ciencia y la tecnología. Compartirlo desde el punto de vista de un investigador más -yo soy matemático, aunque bastante 'impuro', pues no hago matemática pura- y también por el privilegio de estar participando en el gobierno del presidente Ricardo Lagos, que ha incentivado mucho estos temas. Van a existir esas dos visiones en lo que yo voy a exponer.

Voy a dar algunas cifras de los últimos cinco o seis años, para que nos pongamos en el contexto de lo que ocurría en Chile en el ámbito de ciencia y tecnología y, como hoy se dice y suele estar de moda, innovación. Hacia 1999, es decir, terminando el gobierno del presidente Frei el número de jóvenes graduados a nivel doctoral en las universidades chilenas era aproximadamente de 60; el número de becas entregadas por el gobierno para hacer estudios doctorales en Chile era más o menos del mismo orden -50 o 60-, y el número de universidades en Chile era asombrosamente grande -hoy hay alrededor de 100 universidades. Ustedes comprenderán que un país de 15 millones de habitantes con cien universidades deja algo para reflexionar sobre qué ocurre allí-. Hay entre 23 y 25 universidades públicas y el resto son privadas, con diversas calidades y falta de calidad, por decirlo de algún modo.

Tal vez ese era el esquema que predominaba hacia 1999, es decir, una escasísima formación de capital humano en el ámbito de ciencia y tecnología. Cuando hablaba de doctorados no me refe

---

\* Presidente de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico de Chile, Conicyt. Ingeniero Matemático de la Universidad de Chile y Filósofo de la Universidad Católica de Chile; además, es doctor en Ingeniería y en Estado en Matemáticas, títulos otorgados por la Universidad de Grenoble de Francia. El doctor Goles es profesor de la Universidad de Chile e investigador en modelamiento. Ha sido director científico del Instituto de Sistemas Complejos de Valparaíso, entre otros cargos. Ha obtenido diversos premios, entre los cuales se destaca el Premio Nacional de Ciencias Exactas en 1993, máximo galardón que el Estado de Chile otorga a los científicos chilenos.

ría necesariamente a doctorados en ciencia y tecnología, sino a doctorados en filosofía, ciencias jurídicas, etc. Tampoco estaba contando a los jóvenes chilenos que realizan doctorados en el exterior, pero, en el mejor de los casos, al agregar esa cifra uno podría llegar, tal vez, al doble de lo que dije.

Por otra parte, desde hace 23 años en Chile existía un programa pionero en el ámbito de financiamiento de la ciencia; sólo medida por su calidad, calidad medida por pares —tanto chilenos como extranjeros—. Es un programa que tiene un nombre horrible, Fondecyt, pero que ha permitido sostener, cimentar y crear la cultura en aquellas universidades chilenas que sí son universidades de verdad, es decir, que no sólo forman a futuros profesionales o graduados, sino que también los forman de una manera plural y ellos realizan investigación al interior de sus universidades.

El Fondecyt tiene una cobertura, al día de hoy, de aproximadamente 9.000 investigadores chilenos y/o tecnólogos. Obviamente, los hay responsables, corresponsables y algunos más laterales. Ha permitido una cantidad muy significativa de publicaciones ICI; inclusive, introdujo la variable en Chile de que la ciencia es medible. Recuerdo cuando yo todavía era estudiante, hace muchísimo tiempo, y en ese entonces se hablaba, por ejemplo, de que tal o cual profesor era 'muy inteligente'. En su currículo había algunos libros de texto, pero no había publicaciones, porque no era usual la noción de publicar en revistas científicas especializadas. El Fondecyt, con estabilidad y transparencia, instaló en Chile realmente una ciencia competitiva. Es un modelo bastante norteamericano, diría yo, del modo de hacer ciencia. En agosto, la National Science Foundation hizo un estudio sobre países que denominaba emergentes —la verdad es que no es muy claro hacia adonde emergían, pero así se llamaba— y allí figuraba una veintena de países, entre los cuales había cuatro o cinco latinoamericanos, entre ellos Chile. En este ámbito, es decir, conocimiento generado en revistas ICI por Chile, en todos los ámbitos de la ciencia, Chile estaba en el segundo lugar (el primero era Hungría).

Uno podría decir que la tarea está bien; pero si entramos a ver qué es lo que hay al interior de eso, yo podría decir, siendo extremadamente exigente, que el número de mis colegas chilenos que hoy en día hacen ciencia —en cualquier disciplina— y que pueden ir a dictar una conferencia en cualquier lugar del planeta de manera honrosa y honesta —y que están publicando coherentemente algún artículo o sacando una que otra patente, etc.— debe ser del orden de 3.500. No es el número total de científicos que de pronto participan, pero es el tronco grueso de la calidad de la ciencia chilena. Y para un país con los desafíos económicos y educacionales que tiene Chile es, obviamente, insuficiente. Ese es un diagnóstico serio y ponderado de lo que es Chile o de lo que más o menos era hacia 1999 en ese ámbito.

Lo que empieza a modificarse en esos años es la relación endémica entre la academia y la sociedad en general, a través, y muy especialmente, del mundo empresarial. La pregunta, entonces, era ¿qué ciencia vamos a desarrollar que no solamente apunte a la calidad, sino que apunte a mejorar ostensiblemente la calidad de vida de nuestros ciudadanos? Un dato extremadamente importante es el siguiente: en Chile, hace aproximadamente 25 años, el 'pan de Chile' venía de las exportaciones de cobre —y, por lo demás, sigue viniendo de allí todavía—. Pero, en ese momento, ese 'pan' era el 80% de su producción: Chile era un país monoprodutor de cobre y, por tanto, oscilábamos de un lado al otro, por aquello de los precios internacionales. Eso ha cambiado y, hoy en día, la participación de las exportaciones de cobre no es más del 40%. En los próximos veinte años, y según estudios económicos muy serios, se piensa que Chile podría convertirse en un país productor de alimentos —acuícolas, vitivinícolas, frutícolas, etc.—. Esto que estoy diciendo es muy serio, porque implica que nuestra ciencia, nuestra tecnología, al menos en una parte sustantiva, se conjugue con ese desafío.

Miremos la falta de cultura en el contexto de relación entre la academia y el mundo empresarial, cultura que es de ambos sectores. En Chile, en aquel momento, hace 25 años, un industrial decía algo así: me sale más barato, al momento de pensar en una innovación, traer a un investigador de Europa, Estados Unidos o Canadá, le pago muy bien, se instala la innovación y listo. Y en Chile ese pensamiento todavía da vueltas por ahí, pero ha ido cambiando. Por otra parte, en la academia no existía el más mínimo incentivo ni interés por, justamente, trabajar en proyectos —no digo de innovación— con aplicabilidad. Hacia el año 1992 se crea un programa llamado Fondef —otro nombre horrible— que lo que trataba de hacer era conjugar la calidad de la ciencia que se tenía en un conjunto de universidades con programas derivados de la empresa y de la industria, pidiendo incentivos mínimos, que, en términos reales, no iban más allá del 20% (y mucho menos, si se toma en términos reales de dinero). El resto lo ponían Conicyt o el Estado chileno.

Desde 1992 y hasta la fecha, con una lentitud que, a mi juicio, es difícilmente acelerable, porque hay problemas culturales en la base que son muy difíciles de superar, se ha alcanzado una etapa tal que, a nivel del programa Fondef, que es paralelo al Fondicyt, ya comenzamos a ver que hay investigadores que salieron de la universidad y que hoy son, desde el punto de la sociedad chilena, ‘millonarios’: es decir, viven de patentar, o de una empresa o de un servicio que desarrollaron a partir de sus investigaciones en la universidad. El problema es que estamos hablando de menos del 5% todavía. La noción de propiedad industrial es algo que en los últimos cuatro años de este gobierno hemos incentivado fuertemente y la verdad es que todavía nos faltan cinco o seis años más para que se instale razonablemente.

Aparentemente, los chilenos somos muy disciplinados y como la orden ahora en Conicyt es patentar, no me cabe duda de que si algún sucesor mío viniera a un foro similar a este contaría la historia de Fondicyt. Porque lo estamos haciendo, estamos logrando la relación con la empresa y para ello tenemos que lograr mayor capital humano. Di unas cifras espantosas al principio de la charla; en Chile había un crédito del Banco Mundial que se llama préstamo para el bicentenario —todos nuestros países están de bicentenario más o menos en la misma fecha—, que en Chile es hacia el 2010, y para el bicentenario se espera que se estén graduando en Chile en doctorado, y con los que se están graduando en el exterior, alrededor de 1.000 doctores por año. Esto no es retórica ni demagogia; al día de hoy estamos entregando, entre el Ministerio de Educación y el Conicyt no menos de 500 becas doctorales, bastante razonables en cuanto a monto, para hacer doctorados en Chile y se está incentivando, desde hace cuatro o cinco años, la creación de nuevos programas doctorales y, por otra parte, a nivel internacional hay convenios tratando de que sean 1:1 con países específicos enviando gente a doctorar.

No nos gusta en Chile enviar a un joven súper talentoso a que se vaya a estudiar a cualquier parte, puede hacerlo y hasta le podemos dar una beca, pero en general no nos gusta porque ese joven aislado en la Universidad de Harvard o en el Politécnico de París lo más probable es que se quede allá. Lo que nos gusta es enviar a nuestros jóvenes talentosos a diversas partes, pero en un plan en el que participa la universidad de llegada para garantizar que mientras estudian crean lazos con la universidad, pero regresan. Hay un dato esencial: en Chile ha habido tres o cuatro experiencias sumamente exitosas. En los sesenta lo que se denominó el plan Chile-California, que prácticamente formó a buena parte de los tecnólogos o científicos chilenos, que fueron mis maestros —la geofísica chilena se formó en California—. El segundo plan fue de Matemáticas, en los sesenta, en el cual me tocó participar.

A finales de los sesenta y principios de los setenta, en Chile había tres doctores —y cuando digo doctores, ustedes comprenderán que no nos da la licencia cero para hacer teoremas, pero por lo menos tenían el título de doctor—. Sólo había tres: uno era alemán y los otros dos eran chilenos. La Universidad de Chile, el Gobierno de Chile, en alianza con el Gobierno de Francia crearon un plan que todavía dura y que tiene un impacto muy fuerte, y lo digo con mucho orgullo porque la Matemática chilena, hoy en día, está en esa lista de países emergentes, en el primer lugar.

En Chile, hoy en día, el modelamiento matemático o la informática muy aplicada, se desarrolló así: estos jóvenes fueron a tres o cuatro lugares, el Politécnico en Francia, la Universidad de París, Grenoble, y me parece que hay una cuarta que no recuerdo. Insistiendo en buscar el talento y en los lugares, ese es el modo de crecer. Y, por tanto, con mucha seriedad, podría decir que el Gobierno de Chile entregó este año alrededor de 500 becas doctorales en total; para estudios de doctorado en Chile yo sospecho que no es fácil tomar la medida porque hay varias instancias que dan por lo menos 200 becas.

De modo que el capital humano en Chile es un tema que, en cierto modo, está resuelto, pero si solamente apostamos al capital humano, obviamente que estamos 'mirando los pliegos'. Porque ese capital humano lo queremos poner donde más nos duele; obviamente que hace falta en las universidades y en los laboratorios y en los institutos de excelencia, pero queremos que vaya a la empresa y a la industria porque eso en Chile es difícil.

¿Cómo se hace esto? Al día de hoy, hace más o menos un mes y después de diez meses de trabajo, acabamos de adjudicar los primeros nueve consorcios que denominamos tecnológicos. Tomamos un sector de la economía por concurso, evaluado por pares a nivel internacional —entre estos pares hay tecnólogos y científicos, pero también grandes capitalistas de riesgo, los mejores que podemos encontrar en el mundo—. En todo este proceso participaron 400 evaluadores en total, más una veintena de especialistas de primer nivel de países como Suiza, Finlandia, Estados Unidos, etc., que entre ochenta y tantas propuestas seleccionaron nueve, cada una de ellas con varios millones de dólares anuales —los varios son, entre lo que ponen ellos y lo que pone el Gobierno, alrededor de tres millones de dólares: la mitad la pone el Gobierno y la otra mitad la pone el sector privado en dinero real—.

Esos consorcios producen dos cosas: contribuyen a cambiar la calidad o el tipo de ciencia que desarrolla nuestra comunidad, contribuyen a dar un lugar de llegada a los jóvenes que estamos formando a nivel científico y tecnológico, cambian la cultura del sector productivo por la sencilla razón de que el incentivo que estamos dando (50%) ellos lo están complementando con sus propios recursos, pero no evaluado en horas hombre, es por contrato. Son programas a cinco años, con seguimiento anual, y no necesariamente renovables, a menos que lo hagan bien. El próximo concurso se lanzará en agosto para otros nueve consorcios.

¿En qué sectores? Son obvios. Vinos; los vinos chilenos tienen cierto prestigio internacional, pero es un prestigio bastante falso porque apenas ahora los vinos chilenos están siendo buenos vinos. Hay un gran proyecto vitivinícola en el que el equilibrio se da entre los exportadores y los productores, que normalmente no suelen llevarse bien. Si uno tiene puestas todas las monedas en uno de los lados, socialmente perjudica al otro; pues bien, son dos sectores que se conjugan para mejorar la calidad, la gestión, el tipo de enfermedades de la viña —y aquí estamos hablando de biotecnología—.

Duraznos. Para mí, tal vez por ser chileno, los duraznos o melocotones son exquisitos, sobre todo en verano. El mismo durazno, que se exporta, no es tan bueno; yo lo he comido en París y es malísimo. ¿Por qué? Porque el efecto del frío y las condiciones del viaje cambian las cosas. ¿Cómo lo pudimos lograr sin hacer transgénicos? Lo logramos con otro gran consorcio, de nuevo con un gran componente de la biotecnología, en el que participan la academia, institutos de investigación, productores y exportadores.

Sector forestal. El pino radiata está llamado a ser una fuente de riqueza para Chile, pero lo que queremos es que sea una fuente renovable. La gestión forestal en Chile es de primer nivel, y eso no lo vamos a hacer de nuevo porque ya está hecho. ¿Pero qué pasa con los terrenos que nosotros en Chile llamamos de secano o los de más altura donde no se puede cultivar? Hay una investigación desarrollada por un consorcio que nos permitiría aumentar las hectáreas productivas de pino radiata y otras variedades, incorporando, también en este caso, la biotecnología.

Otro gran proyecto es en el ámbito químico para el tratamiento de desechos industriales, para lo cual estamos trabajando con varias empresas extranjeras con proyectos más grandes, generando patentes, etc. Otro proyecto es en el ámbito de salud. No sé si ustedes saben que Chile tiene una de las más altas incidencias de mortalidad y morbilidad en cáncer gástrico, junto con Japón, lo que es algo bastante extraño. Un gran consorcio va a aquello que tiene un impacto social importante, pero a la generación de medicamentos, drogas, patentes, etc., al gran negocio que se puede hacer también en torno a la salud y la farmacología. El último es una novedad y es una apuesta de Chile en aeronáutica. Estamos trabajando en nuevos materiales para la aeronáutica, y viene un nuevo concurso en esta área. Ese es el gran caballo de batalla que nos va a permitir pasar la distribución de lo que ponemos en ciencia y tecnología (y en Chile es del orden del 50% del presupuesto de la Nación, 30% del sector industrial).

Con esto que estamos haciendo se ganan muchos puntos automáticamente en la primera fase: vamos a pasar a un 60%-40%, que todavía es insuficiente. La gran novedad es que ya se aprobó la ley en la que se incrementa el presupuesto para ciencia y tecnología e innovación en términos reales para el próximo año en 100 millones de dólares. Hemos sacado una ley que se llama el Royalty minero. En Chile tenemos la minería del cobre, el cobre se va y en Chile quedan los hoyos; nosotros queremos que, además de los hoyos, se constituya un Fondo que contribuya al desarrollo tecnológico y solamente está destinado a eso, ciencia, tecnología e innovación.

El reglamento de la ley entra al parlamento este año y comienza a aplicarse en el año 2007, con lo cual Chile, mientras en 1999 invertía en 1999 en CyT alrededor del 0,56% de su PIB, hoy, sin el Royalty, está entre el 0,75% y el 0,85 y con el Royalty, más el apalancamiento del sector privado, tendremos muy buenas posibilidades de rasguñar el 1% del PIB y hacia el bicentenario queremos llegar al 1,5%.

Hay toda una línea de desarrollo, pero que no es suficiente. Aquí se habló de Centros de Excelencia y yo me quiero permitir decir unas palabras al respecto. Hace aproximadamente diez años se crearon en Chile centros de excelencia y diferencio esto de lo que acabo de decir de aquellos consorcios con sectores productivos. Se dijo: en Chile tenemos muy buena investigación individual en diversos ámbitos, pero ¿cómo podemos hacer para concertar esa investigación, para que esos centros tengan identidad? Queremos que un investigador de cualquier parte del mundo llegue a decir que, en sus sucesivas pasadas por Latinoamérica, está ese instituto que está en Chile.

Para crear estos institutos se hizo un concurso internacional, cuyo jurado fue la National Science Foundation. Al día de hoy tenemos andando diez institutos, algunos de los cuales llevan cuatro años y los más antiguos tienen como seis años. Hay uno en modelamiento matemático, que recibe unas 70 visitas por año, que realiza investigación pura y aplicada y uno en astronomía. Los hay en biología molecular, biomedicina, oceanografía, ecología terrestre y marina, física de nuevos materiales, entre otros. Esos institutos son, de algún modo, los que han permitido concertar investigaciones de grupos de chilenos que, incluso, trabajaban en diversas universidades y hoy en día trabajan juntos. Cada uno de ellos aglutina a unos cincuenta investigadores de distintos niveles —cinco o seis seniors, unos diez invitados permanentes, cada uno de los cuales debe tener nueve o diez posgrados, y hay muchos estudiantes doctorandos—.

Lo que hemos logrado con estos centros es que tengan identidad internacional, porque hemos tenido problemas porque es muy difícil convencernos a nosotros mismos como científicos, a nosotros como colegas, que si nos juntamos para preparar un proyecto de instituto y realmente tratamos de trabajar juntos y, finalmente, tratar de trabajar con sinergia y junto con los otros. Porque es muy fácil coger un paper y firmarlo entre todos; lo que es difícil es abrir una línea que no sea la propia de cada uno de ellos. En eso hemos tenido infinitas dificultades. Sospecho que eso es natural; por lo menos en la mitad de los centros ocurre que se publica mucho, se forman doctores, pero no hemos logrado afianzar la sinergia. No podemos decir «a partir de aquello, es más que la suma de las partes». Hay como cinco proyectos con individuos que colaboran un poco. Nos preocupa, pero a nivel de comités internacionales lo estamos mejorando.

Cuando estamos hablando de institutos de excelencia, por lo menos en Chile, nosotros aspiramos a tener una gran sinergia, que irradie una nueva línea, dentro de las especialidades de los participantes, que no es la que tenía cada uno de ellos. Eso es extremadamente difícil. La gobernabilidad y el seguimiento de institutos de excelencia de estos consorcios tecnológicos, han sido realmente el gran desafío que hemos tenido en el Gobierno.

Eso no sería suficiente si no pensamos en algo nítido; como ustedes saben, Chile tiene vista al mar desde todas partes. Tenemos regiones que se diferencian por su desarrollo, por sus necesidades, por sus ventajas productivas. Generalmente, en nuestros países, y muy particularmente en Chile, la investigación y el desarrollo se ha centrado en torno a Santiago, que es la capital; por tanto, cuando yo hablaba de estos proyectos Fondecyt, yo diría que el 65% se ubica en torno a las muy buenas universidades que hay a un radio de 50 km del centro de Santiago. Los otros no llegan porque no tienen la calidad que se les exige.

Como país, como Gobierno, es una explicación decir que se postulan a concursos públicos y transparentes. Creemos que no; de modo que a partir del año 2000 creamos una nueva línea de financiamiento que se denomina Centros de Ciencia y Tecnología Regionales, en los que la región central no puede participar. Esos centros no están orientados a financiar una mentira, es decir, no es una segunda división como en el fútbol. Lo que tratamos de hacer es decirle a las regiones que tienen un presupuesto regional que lo ocupan para pavimentar una calle o para las catástrofes, etc., si están dispuestos a hacer el esfuerzo de colocar un peso y nosotros colocamos otro peso para algo que la región vislumbre en los próximos veinte años, que podría ser desarrollado con las universidades, de tal manera que después alguien envíe a su hijo, que vive en Santiago, a estudiar eso en la región, porque reconoce que la región se ha especializado en esa materia.

En Chile tenemos trece regiones, incluyendo Santiago; ya tenemos diez centros regionales que toman en cuenta once regiones, cada uno con un financiamiento de tres millones de dólares —mitad y mitad: mitad la región, mitad el gobierno central—. Hemos sufrido lo indecible porque, de nuevo, son difíciles todos estos diálogos culturales entre empresa, gobiernos regionales, intendentes, universidades, etc. Para que esto funcione ha sido extremadamente difícil; sin embargo, en ese conjunto de esas instituciones hay alrededor de 150 jóvenes chilenos que antes no tenían ninguna oportunidad, que están estudiando un doctorado en Chile o en el extranjero y que en la primera fase se unen al centro. Hemos capturado investigadores del centro que han partido a las regiones.

En la Primera región, en la frontera con Perú, Arica, estamos desarrollando temas que tienen que ver con antropología y arqueología y a la vez con medicina de altura, y qué podemos hacer con nuestros suelos que tienen mucho boro y éste impide el crecimiento de las plantas. En la segunda región, Antofagasta, estamos trabajando en economía minera y esperamos que, dentro de poco, podamos desarrollar astronomía, porque allí están los observatorios más grandes del mundo. La tercera región tiene serios problemas y todavía no tenemos allá un centro. En la cuarta, estudio de aguas, pues el recurso hídrico en el norte de Chile es extremadamente importante. En Valparaíso, TIC's, conjuntamente con Japón, y con las universidades de la región. En la sexta y la séptima, sistemas silvo-agropecuarios, muy orientado a la biotecnología. En la octava, plástico y polímeros. La novena y la décima, y esto es muy interesante, están orientadas a cultivos orgánicos y, muy especialmente, a buscar cultivos que nos permitan resolver cómo alimentar a los salmones en Chile, porque los salmones nos garantizan anualmente 1.200 millones de dólares de ingreso. En la undécima región, ecología marina y terrestre. En la duodécima, estudio del cuaternario, porque estudiar el cuaternario nos significa saber qué está pasando con nuestros recursos hídricos y glaciares.

Todo aquello apunta a que esos eventuales mil jóvenes chilenos, que un día van a desembarcar con un doctorado, no nos digan que los engañamos porque el Gobierno los mandó a estudiar al exterior o en el país, pero no encuentran trabajo. Si todo marcha como está marchando, realmente Chile, a través de la relación que tiene con otros países, como los TLC con Europa y Estados Unidos, van a potenciar mucho las relaciones de Chile con el mundo. Establecer esas relaciones, formar conjuntamente jóvenes que trabajen en Chile o en uno de nuestros países, es el mandato que hemos recibido.

En resumen, podría decir que hoy en día la ciencia y la tecnología y la innovación están en la agenda política de nuestro país. Llegó para quedarse, y allá hay una misión enorme porque nuestro mundo político —y esto es global— todavía no comprende de lo que está hablando, pero por lo menos lo está hablando, y eso es muy importante.

Muchas gracias

### **Interviene el relator**

Gracias al doctor Eric Goles por estas provocadoras palabras de una apuesta por la ciencia y la tecnología y la innovación en un país de Latinoamérica. Si miramos, estamos en una situación parecida en el sentido de que también estamos poniendo en la palestra pública esa apuesta por el conocimiento. Chile es la cuarta parte de nuestro país en población y, como lo dice el doctor Goles, es unidimensional. Nosotros tenemos una multiplicidad de miradas y de puntos desde donde mi

rar esa apuesta por el conocimiento: el mar, la zona de montaña, la zona interandina, la diversidad amazónica.

Y estamos en un punto crucial para esta decisión. Yo quiero agradecer no sólo lo que nos da motivación, sino las cifras que nos sirven para comparar —aunque las comparaciones pueden ser odiosas—. Apostarle a la ciencia, la tecnología y la innovación significa también una apuesta por recursos. Nosotros todavía estamos lejos del 1% del PIB de inversión en ciencia, tecnología e innovación y ésa es una apuesta política y no la podemos hacer solamente desde la academia. De ahí la importancia de comprometer a los empresarios con esa apuesta.

Hay dos hechos que quiero destacar de la exposición del doctor Goleš. Primero, la apuesta a formar capacidades. Si ustedes miran, Fondecyt es esa apuesta. Y es una apuesta que tiene detrás una política: formar capacidades es importante y es estratégico, y formar capacidades es apostarle a doctorados nacionales. Nosotros estamos iniciando esa apuesta por doctorados nacionales, pero el número de doctores que estamos formando es muy inferior al número de los que ya tiene Chile —y eso que en Chile están pensando en llegar a los 1.000 al año— y nosotros estamos formando entre 50 y 60 doctores al año, lo que está lejos de nuestras necesidades. Y sólo si revertimos esas tendencias podemos construir el futuro que demanda nuestra sociedad.

El segundo hecho son los centros de excelencia. Hoy, con los centros de excelencia, estamos en el sentido de centros de excelencia en investigaciones y capacidades básicas. Pero la alianza universidad-industria, la alianza investigadores-emprendedores es crucial para las transformaciones productivas y para llegar a la sociedad del conocimiento. Y creo que ahí tenemos un ejemplo en cuanto al diseño de políticas y estrategias.

El tercero: la apuesta por la diversidad regional. En el país también tenemos un alto grado de concentración de las investigaciones en Bogotá, Medellín y Cali, en unas pocas instituciones y en unos centros, pero eso no es suficiente. ¿Cómo hacer de esa diversidad regional un potencial si no construimos las capacidades en ciencia y tecnología también en las regiones? ¿Cómo lo hacemos si no construimos políticas que nos permitan sortear ese diferencial de capacidades que también existe en nuestro país? Y aquí sí que tendríamos múltiples posibilidades por esa especialización temática por regiones, de acuerdo con las vocaciones productivas, pero también de acuerdo con planes de investigación, desarrollo e innovación.

Esos tres elementos hay que tenerlos en cuenta al abrir la discusión y las preguntas que quieran hacer.

## Preguntas

P. ¿Cuál es la estrategia que usa Chile para enganchar esos doctorados que regresan nuevamente al país? Porque esa es una falla muy grande que vemos en Colombia: que muchas de las personas que estudian en el exterior, infortunadamente, no encuentran el espacio laboral cuando regresan.

R. Tal vez primero voy a hacer una broma en cuanto a Chile. Contrariamente a lo que ocurre en Colombia, sacando el período de Pinochet, porque ahí fue una catástrofe mayor, los chilenos

realmente somos muy apegados al terruño, de manera que la 'fuga de cerebros' no ocurre en Chile, ése no es nuestro gran problema ahora. La broma es que nuestro peor problema, y es un problema central, no es la fuga de cerebros, sino darnos cuenta, como país, de que tenemos cerebros. No conozco la geografía de Colombia; pero en Chile, un niño en una escuelita, a tres mil y tantos metros al interior de Arica, nunca va a saber que tenía algún talento. Ése sí es un gran problema: la educación de los niños y los jóvenes. Yo no lo expuse aquí porque aquí estamos hablando del ámbito de la investigación.

Cuando estamos hablando de los doctorados, lo que está ocurriendo hoy es que el número de doctorados en Chile en el año 2004 fue de 360 graduados, mientras que en 1999 era de 60. Así es como hemos ido subiendo. En Conicyt, en relación con los recursos para formación del recurso humano, entre 1999 y el 2004, se ha multiplicado por diez. La estrategia, como lo dije, es algo bastante sistémico. Desde cuando asumí Conicyt en el año 2000 podríamos haber dado más becas doctorales, en ese año dimos cerca de 150 sólo desde Conicyt. Podríamos haber pensado en dar 300 becas, pero no era correcto, porque sistémicamente, esto está orientado a los consorcios tecnológicos, a los programas regionales, nuevos programas de plazas, en donde esos jóvenes van a ser requeridos.

Estamos hablando de un programa de doctorado de 4 o 5 años, en promedio. Cómo hacemos para que, conjuntamente con la beca, tengamos un programa posdoctoral interesante. La noción de pos-doc en Chile apenas entró en la mentalidad de las universidades hace no más de seis años. Los pos-doc, y estoy hablando sólo de Conicyt, son del orden de 60, pero la mitad de los programas son con las empresas, es decir, con doctores que no van a la universidad sino que van a empresas. No sé cómo nos va a ir con esto, porque hay un problema cultural muy delicado. Son empresas de base tecnológica que usa el conocimiento de estos jóvenes para desarrollar productos. También tenemos los consorcios.

Perdonen que me extienda en esto, pero es que en nuestros países existe ese problema cultural de la relación riqueza-emprendimiento y ser investigador en una universidad es algo que nos produce algo de alergia; no sé cómo será aquí, pero en Chile un investigador que trabaje en la universidad no va a confesar que está trabajando unas horas en una empresa, aunque sea legal. Porque no es bien visto.

Deseamos que estos jóvenes que van a la empresa, se queden en la empresa. Queremos que los investigadores que están en la universidad —incluso los mejores, medidos por publicaciones ICI— se vayan a la empresa. Porque eso produce el flujo, se generan nuevos investigadores. Los consorcios están orientados a eso. Los programas regionales los estamos midiendo no por el número de papers, sino por su capacidad, en los primeros cinco años, de colocar masa incremental captada para la región; si no cumplen eso es que son un fracaso. Y no es un desafío fácil.

Voy a poner un ejemplo. En Antofagasta, que es la segunda región de Chile, instalar un grupo de 5 astrónomos —en Antofagasta está el proyecto ALMA, que es el más grande del mundo en astronomía y otro que es el más grande del mundo en observación óptica, con capital extranjero—, digo astrónomos pertinentes orientados a ámbitos tecnológicos de comunicación, de base de datos, de banda ancha, etc., sería un logro que no es trivial y lo digo sinceramente. Nuestro programa es sistémico; estamos formando doctores, pero a la vez estamos potenciando el hecho de que esos jóvenes tengan, cuando se están formando y cuando terminen, las cabezas de playa nuevas e incrementales en donde van a tener trabajo.

Tomemos un prototipo de un consorcio que montamos en el 2001. El capital fue aportado por Conicyt (2 millones de dólares), Codelco, que es la empresa pública del cobre, puso 2 millones de dólares y exigimos tener un socio estratégico extranjero, la Nipon Maining Metals, que puso un millón de dólares. ¿Para qué? Para hacer genómica de bacterias biolixibiales. Tres cuartas partes de la reserva de cobre de Chile no se ha oxidado, son sulfurados, y estas bacterias trabajan muy mal los sulfuros. Por eso, la idea del proyecto es descifrar el genoma de las bacterias, tratar de anotar los genes y ver su comportamiento. Ahora ha habido un aporte de capital adicional porque, al parecer, obtuvieron una bacteria biolixibiente de materiales sulfurados. Si con uno de esos consorcios ocurre esto, la verdad es que se paga todo el esfuerzo. Este consorcio tiene contratado alrededor de 25 doctores, todos menores de 32 años. Ahora, tampoco estamos cerrados a que vayan jóvenes o especialistas de otros países y tenemos los mecanismos para llevarlos.

P. Nora Elizabeth Hoyos. Creo que interpreto a todos los asistentes en el sentido de que el mensaje de que sí se puede es muy claro. Soy bióloga y estoy comprometida con un concepto que se llama apropiación social de la tecnología, que va mucho más allá que difundir y comunicar. A nosotros, como comunidad científica, desde la Asociación Científica para el Avance de la Ciencia, nos pareció igualmente importante, además de formar científicos y buscar recursos, trabajar con la comunidad, y por eso nos unimos con Colciencias y con otras comunidades del Distrito o privadas para construir una organización que se llama Maloca. Maloca explora nuevas formas de aprendizaje para niños y jóvenes, pero también para toda la comunidad. Ustedes tomaron una decisión como país; nosotros queremos trabajar con los líderes, públicos y privados, para que ellos tomen las decisiones de toda la comunidad. ¿Qué estrategias desarrollaron ustedes para llegar a ese nivel de toma de decisiones que compromete a todos? ¿Qué es el programa Explora?

R. Primero que todo, debo desmitificar algo. En Chile somos bastante ordenados, pero, como decimos en Chile, 'hacemos las cosas bien al lote' o sea que no hay una gran planificación. Lo que ha ocurrido es que en este último gobierno el presidente Ricardo Lagos, que tiene una visión de mundo que sorprende, es un gran estadista, se ha comprometido con el tema. A mí me contactó en 1998, cuando todavía no era ni siquiera candidato, para hablar sobre estos temas, porque veía en esto —él es abogado de origen y posteriormente hizo un doctorado en economía—, en la ciencia y la tecnología, una posibilidad. Y en el mundo político, por lo menos en nuestro país y en aquellos años, nadie evocaba estos temas como discurso político para ofrecer a los votantes. Sin embargo, Lagos lo pensaba, y me pidió que participara en su campaña a ese nivel. Posteriormente, y esto es producto también de la globalización, la ciencia y la tecnología empiezan a permear la prosa de nuestros políticos a todo nivel, para bien, en un 80% y, para mal, en un 20%, porque no saben.

¿Qué ocurrió en Chile? Que elaboramos dos estrategias de comunicación. En 1999, Conicyt era una agencia cuya clientela eran las universidades y los científicos; hoy en día es una agencia que atiende al país. Aunque el 94% de los recursos que tenemos se lo llevan las comunidades científicas. Pero la gente la percibe como una agencia del país y para el país. Y ese cambio es crucial. Segundo, hubo una estrategia en particular con respecto al mundo político. No se trata de sacar un inserto en la prensa una vez en el que se diga lo bueno que estamos haciendo, porque quienes suelen leer esas cosas somos nosotros mismos, nuestros rectores, autoridades en el mundo de la educación, etc.

Hubo una estrategia personificada de trabajar con parlamentarios, ir a escucharlos, contratar gente en Conicyt dedicada al tema político —en el sentido de que tenían que ir a hablar con los partidos políticos y con los parlamentarios y plantear acuerdos—. Tanto se logró con esa estrategia

que el presupuesto del Conicyt se dobló entre 1999 y el 2004, con acuerdos de todas las partes. Así surgió el Programa Regional de Ciencia y Tecnología: fuimos a las regiones, les propusimos colocar un peso por cada peso que ellos pusieran para trabajar en las áreas de interés de la región. Hicimos una campaña con los diputados, los senadores de las regiones, los intendentes, las autoridades locales. Al final, el Ministerio de Hacienda no quería poner ni un peso, pero los llenamos de faxes provenientes de todas las regiones y autoridades regionales. Ellos no entendían mucho, pero les parecía interesante y fueron a hablar con los funcionarios del Ministerio. Esa tarea fue crucial. Hoy, la gente les pregunta a los candidatos a la presidencia ¿cuál es su oferta sobre la innovación? Y la gente probablemente no entiende qué es eso de la innovación, sólo entiende que tienen que ver con otras cosas menos extrañas que se llaman ciencia y tecnología y que es bueno para el país. Y como les preguntan, ellos nos llaman para que les informemos.

La segunda estrategia fue el programa Explora, que se creó orientado no a 'Educando a Rita' —me refiero a los políticos—, sino educando a nuestros jóvenes y a los padres de nuestros jóvenes. En Chile hemos invertido cantidades enormes de dinero en la educación de los niños y los jóvenes; sin embargo, el proceso de la educación es tan lento, que es probable que los efectos de estas inversiones no se vean muy pronto. Cómo hace un país para, por lo menos, ir creando islotes de calidad, y estoy hablando de la educación primaria y la secundaria.

Desde el punto de vista de Conicyt fue ir creando, todos los años, campañas públicas en función de ciencia y tecnología. Hay una semana de la ciencia y la tecnología. Hay, también, un programa que se llama Mil científicos, mil aulas —eso de mil debe ser una exageración, aunque la directora del programa me asegura que son mil—. Digamos que son 800 científicos que están en nuestros cientos de colegios departiendo con los jóvenes, no enseñando sino mostrando un entusiasmo, un modo de vida y diciéndoles que ellos como matemáticos o como físicos o como químicos se ganan bien la vida y que están felices. Y esto se hace desde hace diez años.

¿Cuánto dinero tiene el programa Explora? Un millón de dólares al año. Nuestro presupuesto actual es de 85 millones de dólares directos. Como usted ve, el presupuesto de Explora es muy pequeño porque el Ministerio de Hacienda no tiene conciencia de que el número de jóvenes en Chile en primaria y secundaria es de alrededor de 3 millones y con los recursos de Explora llegamos, apenas, a 400.000, muy poco realmente. Sin embargo, ésto, combinado con otras cosas, hace que en Chile pase algo extraño: ¡en Chile aumentan las vocaciones científicas! No es sólo por Explora, pero aumentan, a diferencia de lo que hoy se está viendo en algunos países desarrollados. Yo estoy tratando de conseguir más presupuesto para Explora este año.

Ese tipo de programas es parte del sistema o del proceso sistémico del que les hablé antes. Es tan importante como el Fondecyt o como lo que queremos hacer aquí o allá. Les voy a contar sólo un caso de algo que no es financiado por el gobierno, sino que lo financia el sector privado. Yo hago un programa en televisión abierta, de una hora, en prime time, dos veces al año, sobre ciencia y tecnología, tratando de enfocarlo a la aventura del científico o lo que ocurre en la ciencia con alguien. Ese programa lo ve, en promedio, un millón de chilenos. En una ocasión, en una ciudad en Antofagasta, una indiecita aymara, que vendía lechugas en la feria, me miraba con cierta sonrisa, pero no se atrevía a hablarme, pues son muy tímidos. Finalmente le pregunté si me conocía y me dijo que sí, que veía mis programas con sus hijos. La anécdota es para mostrar el impacto que pueden tener estas actividades de difusión en la gente del común.



---



Conferencia magistral

# CENTROS DE INVESTIGACIÓN DE EXCELENCIA EN BRASIL

Erney Felicio Plessman\*

Lo que voy a presentar es la situación del Centro Nacional de Desenvolvimento Científico y Tecnológico, CNPq, que pertenece al Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil. Los problemas que tenemos en Brasil son muy parecidos a los problemas que ustedes tienen en Colombia. La idea general es que con el intercambio de información ustedes nos ayuden a resolver nuestros problemas, y quizás nosotros también podemos aportarles algo. En Brasil, la ciencia y la tecnología están, formalmente, ligadas al Ministerio de Ciencia y Tecnología, pero no sólo a él, porque todos los ministerios tienen una parte de su presupuesto dedicada a la ciencia y la tecnología, principalmente en los ministerios de Salud, Agricultura y Defensa. Pero ellos no tienen agencias para optimizar sus presupuestos y para ello recurren al CNPq, y esa es la razón por la cual el Ministerio de Ciencia y Tecnología es el responsable de la planeación del uso de los recursos para la ciencia y la tecnología en el país.

El Ministerio de Ciencia y Tecnología, MCT, tiene dos agencias: el Finep, que se dedica a apoyar las instituciones tales como universidades e institutos de investigación en infraestructura y equipos y también apoya a las empresas, a la industria especialmente, que deseen hacer ciencia y tecnología, y el CNPq apoya a los investigadores y la investigación in situ.

Parte de nuestro presupuesto lo dedicamos a las becas; pero el CNPq no es el único que ofrece becas de maestría, de doctorado y unas becas especiales de productividad científica. Hay otras becas destinadas a cooperación para la innovación entre la universidad y la empresa, que fueron implementadas hace tres años, y a las que se destinan 15 millones de dólares anuales; pero se espera que en los próximos años aumenten mucho más porque hay una gran preocupación en el país por la interacción de la universidad y los centros de investigación con la industria.

El CNPq no es el mayor proveedor de becas del país; en el país hay actualmente cerca de 80.000 alumnos de postgrados, de los cuales el CNPq cubre las becas de 12.000 y la otra parte viene de la Agencia del Ministerio de Educación, que es la responsable por todos los postgrados en el país y de la evaluación de los cursos de postgrado. En el CNPq estamos interesados en incrementar el

---

\* Presidente del Consejo Nacional de Desenvolvimento Científico y Tecnológico de Brasil. Médico de la Universidad de Sao Paulo, especialista en ciencias biomédicas. Ha sido instructor de la Escuela de Medicina de las universidades de Sao Paulo y Wisconsin. Ha sido profesor asistente, asociado y titular de la Escuela Paulista de Medicina y ha sido profesor asociado del Instituto Pasteur de París.

número de doctorados, de tal manera que lleguemos a 10.000 doctores por año en el año 2007 y a 15.000 en el año 2010. No me pregunten qué vamos a hacer con todos esos doctores, ése es otro problema, y muy serio, en Brasil. La necesidad de la asimilación de los doctores por la industria es fundamental para resolver ese problema.

En términos de investigación, los recursos del CNPq se gastan en proyectos de diverso tipo, algunos muy democráticos, pues van dirigidos a toda la comunidad de investigadores del país, y otros muy especiales, dirigidos a los centros de excelencia de Brasil. A veces es muy difícil mantener el equilibrio de la atención a los dos tipos de grupos, es decir, la comunidad de investigadores y los centros. La atención hay que prestarla inicialmente a los doctores recién graduados, porque a ellos les es muy difícil competir con los grupos ya formados. Los recursos se ponen a disposición de proyectos de investigación. La posibilidad de un doctor recién formado de pensar en un proyecto de investigación en competencia con los demás científicos es muy reducida. Tenemos el programa Primeros proyectos, al que le dedicamos 21 millones de dólares al año, y que es exclusivamente para nuevos doctores. Los proyectos no son muy grandes —alrededor de 5.000 dólares—, pero consideramos que es lo que necesitan para comenzar sus actividades de investigación.

El programa General, es decir, el que va para todos los científicos, tiene un presupuesto de 15 millones de dólares al año; el promedio del proyecto es de 15.000 dólares. Este programa tiene una demanda muy grande, pues al año se presentan alrededor de 30.000 solicitudes. Se requiere que sean doctores. Otro programa muy especial es el de los Fondos Sectoriales. Cuando empezamos a hablar de la cooperación entre la universidad y la empresa se pensó que las industrias de diversos sectores aportarían un porcentaje para ciencia y tecnología y con la contribución de cada sector se crearía un fondo, llamado Fondo Sectorial, con cuyos recursos se pagarían proyectos de investigación en las áreas que habían originado los recursos.

La idea es fantástica. Se estimaba que se recaudarían mil millones de dólares por año para ciencia y tecnología. Y, efectivamente, la industria aporta un millón de dólares para estos Fondos, pero estos recursos no llegan al CNPq ni al Finep porque el equipo económico del gobierno se inventó lo que ellos llaman 'contingenciamiento' y significa que el gobierno se queda con los recursos 'contingenciados'; y si un día los liberaran, Brasil estaría en condiciones de hacer buena investigación. De cualquier forma, algo nos llega. Para el 2007 serán 60 millones de dólares, más o menos.

Hay otro programa que es muy interesante, el de Iniciación Científica, para los estudiantes universitarios. Son 20.000 becas para todo el país que otorga el CNPq; pero no es todo, porque todas las provincias brasileñas tienen una agencia para el apoyo a la ciencia, algunas son muy fuertes —como la Agencia del Estado de Sao Paulo, que tiene el 1% de todo el recaudo del Estado va para la Fundación de apoyo a la Investigación de Sao Paulo y esto corresponde a cerca de 150 millones al año—. Las fundaciones provinciales y las universidades aprendieron a tener becas de iniciación científica cuyo objetivo es atraer el estudiante de cualquier área para que se queden cerca de los investigadores, como una forma de atraerlos a la ciencia y, sobre todo, a la investigación. Actualmente hay en el país 100.000 becas de iniciación. Todos los investigadores registrados en el CNPq están autorizados a recibir estudiantes universitarios para que trabajen con ellos, pero no lo pueden hacer quienes no estén registrados en el CNPq. Esto se hace para garantizar una cierta calidad del aprendizaje en la ciencia.

Tenemos, adicionalmente, las Becas de Productividad Científica. La historia de estas becas es la siguiente. En los años setenta el salario de los profesores de las universidades era muy bajo

y no había perspectivas de que mejoraran —todavía hoy son bajos, pero en aquella época eran peores—. Entonces, para complementar los salarios, El CNPq decidió otorgar becas; el problema era que no se podía dar becas a todos los profesores y así se concibió la idea de seleccionar a los mejores investigadores del país y darles becas para complementar su salario. Así se creó la Beca de Productividad Científica, que se destina a los mejores investigadores del país. Hoy hay 9.000 becarios en este programa en dos categorías, sénior y júnior. Estos 9.000 becarios representan cerca del 20% de la totalidad de los doctores del país. Los becarios sénior, que reciben 500 dólares al mes, reciben también un adicional de entre 500 y 800 dólares al mes para que gasten en el laboratorio, en viajes a congresos, en compra de pequeños equipos, etc. No son muchos recursos —el máximo que recibe un becario no pasa de 1.200 dólares—, pero la competencia por ellos es muy grande, pues la beca representa un título muy importante para la carrera del investigador.

El apoyo a proyectos de investigación se hace a través de los Programas de Excelencia, que son de dos tipos: los Programas de Núcleos de Excelencia —Pronex— y el Programa Milenio. Pronex está destinado a grupos de excelencia, grupos de investigadores que el CNPq considera excelentes en el escenario nacional. Las agencias provinciales son responsables del Pronex, conjuntamente con el CNPq; en cada estado se crea un fondo para apoyar a los grupos de investigación de excelencia, que varían según el estado, y el valor del proyecto también varía según los recursos que tenga el estado. Esta alianza es muy importante porque el CNPq no tiene recursos suficientes para cubrir toda la ciencia y la tecnología del país y, por eso, los estados tienen que contribuir a esta financiación y esta participación de los estados está creciendo: esperamos que para los próximos dos años las agencias provinciales de ciencia y tecnología tengan un presupuesto similar al del CNPq.

El programa Milenio es para redes nacionales de excelencia dedicadas a proyectos específicos de investigación, la mayoría de ellos definidos por el CNPq (70%), es decir, son la demanda inducida, pero una parte de las redes nacionales son las que proponen los temas (30%), que es la demanda espontánea. El programa Milenio tiene un presupuesto 15 millones de dólares al año. Los proyectos de demanda espontánea reciben 500.000 dólares al año y los proyectos de la demanda inducida reciben 1.000.000 de dólares fijos al año. Algunos de los temas de la demanda inducida son la biodiversidad de la Amazonía —porque nosotros creemos que sabemos mucho sobre la Amazonía y no sabemos nada, ni siquiera sabemos cuántos insectos hay allí—, nanotecnologías, etc.

Brasil tiene un problema muy serio, la desigualdad regional, y tenemos que encontrar maneras de superar ese problema. Cerca del 80% de todos los recursos en investigación en Brasil se concentran en el sudeste y en el sur del país, es decir, Sao Paulo, Río de Janeiro, Minas Gerais, Paraná y Río Grande do Sul. La región norte, que incluye la Amazonía, tiene muy poco —cerca del 3% de los recursos totales—. El número de doctores en las regiones es proporcional a los recursos: la gran mayoría está en Sao Paulo, Río de Janeiro y Minas Gerais. Cuando financiamos proyectos de investigación, es obvio que la plata la ponemos donde están los doctores. Si vemos la distribución de inversión por el número de doctores por región hay algo de justicia, pero no es suficiente, porque no resuelve los problemas de las regiones del norte, el nordeste y el oeste del país, que son subdesarrolladas en investigación científica.

Sao Paulo es muy distinto del resto del país, es como el Primer Mundo. Y nuestra preocupación, por ser una agencia federal, es que la distribución de la inversión sea uniforme en el país y que las otras regiones sean igualmente beneficiadas. Tenemos programas especiales para eso. Uno

de ellos es el de Becas de desarrollo científico regional. En el año 2005 se asignaron 10 millones de dólares a este programa y la idea es llevar doctores de Sao Paulo, Río y Minas Gerais para la Amazonía y para el nordeste. Damos la beca al doctor por tres años para que haga investigación en las regiones menos desarrolladas del país; las becas oscilan entre 1.500 y 2.000 dólares por mes y las universidades que los reciben les dan dotación inicial para que empiecen sus programas de investigación, equivalentes a 10 millones de reales, es decir, entre 10.000 y 15.000 dólares por investigador. En Brasil hay una diáspora interna —la externa no es muy grande—; los estudiantes que se van de la Amazonía para Sao Paulo no vuelven más, se quedan en Sao Paulo. Para que vuelvan, creamos este programa de becas. Este año conseguimos 500 becarios de Sao Paulo, Río de Janeiro y Minas Gerais que se van al nordeste y esperamos aumentar progresivamente.

El otro programa es el Matrimonio. Tenemos 2.500 cursos de postgrado en Brasil que son evaluados cada tres años por la Capes, la agencia del Ministerio de Educación; los niveles de evaluación van de 3 a 7 (7 es el mejor). Si un programa de postgrado saca una calificación de 3 durante tres evaluaciones consecutivas, está fuera. Los 7 y los 6 son los cursos de excelencia y, claro, están en Sao Paulo y Río de Janeiro; hay pocos en el nordeste. Lo que se está haciendo con el programa Matrimonio es que los cursos de excelencia de Sao Paulo y Río de Janeiro se asocien a un curso de las demás regiones del país que esté necesitando apoyo para mejorar su nivel de educación. Los recursos de este programa que invertimos en el sur y el sudeste son mínimos, porque todo lo estamos concentrando en el nordeste y en el norte del país. Este programa empezó en el 2005, y tengo la esperanza de que tenga muy buenos resultados.

Muchas gracias.

## Preguntas

### **Interviene María del Rosario Guerra de Mesa**

Agradezco profundamente al doctor Plessmann por habernos acompañado hoy y por presentarnos estrategias fundamentales para consolidar el desarrollo de la ciencia en Brasil. En el discurso de instalación yo decía que Colombia necesita más institucionalidad, es decir, más instituciones comprometidas y más reglas de juego. Porque, lamentablemente, en Colombia se piensa que Colciencias es la única responsable del financiamiento de la ciencia y la tecnología y es tal el ámbito de acción que los ministerios sectoriales tienen que asumir su propia responsabilidad. La innovación prácticamente está acéfala en responsabilidades institucionales porque hay un espacio dentro de la innovación que no está siendo incentivado y apoyado por ninguna institución gubernamental. En cuanto a las regiones, o los departamentos, el apoyo es muy nuevo en la mayoría de los casos. Se dio un paso el año pasado con los nuevos gobernadores, cuando por primera vez se lograron conseguir 250.000 millones de pesos.

Estas experiencias que nos mostró el doctor Plessmann básicamente nos indican que el presupuesto de Brasil es casi 12 veces el presupuesto que Colombia tiene para ciencia y tecnología —aunque hay que tener en cuenta que tienen una población mucho mayor—. El reto es cómo podemos aprender de la experiencia de Brasil, porque dentro de lo que hace Brasil hay unos programas fundamentales para consolidar nuestro desarrollo científico. Antes de ceder la palabra al público, quisiera hacer dos preguntas. ¿Cómo ha sido la experiencia del servicio de registro de in-

vestigadores? En el proyecto de ley de ciencia y tecnología se incluyó la obligatoriedad de que haya un registro nacional de investigadores para que el país entienda que es una opción de vida como cualquier otra y no es para el desocupado. Queremos valorar, como una opción de vida y una actividad profesional, la investigación.

R. Nosotros desarrollamos un software en el que creamos lo que se llama la Plataforma Latex, que hoy está a disposición de muchos países latinoamericanos y, más recientemente, a disposición de algunos africanos, como Mozambique y Angola. La plataforma Latex registra a todos los investigadores de Brasil. Para conseguir cualquier ayuda a la investigación en cualquier agencia brasileña, sea de los estados o sea federal, es necesario estar registrado en la Plataforma. Es decir, nosotros sabemos exactamente cuántos somos; actualmente están registrados 502.000 investigadores —técnicos de investigación, estudiantes de postgrado, investigadores propiamente dichos—. Doctores son 45.000. Esta información es muy importante porque en función de ella se hace la planificación. Es muy difícil hacer programas o planes si no se sabe exactamente cuántos somos y en qué dirección nos estamos moviendo.

P. María del Rosario Guerra. ¿Quisiera saber si ustedes dan una certificación que avale a la persona registrada como investigador profesional?

R. En la plataforma Latex están registrados aquellos que son investigadores de productividad del CNPq. Para ser investigador becario de productividad hay que pasar por una selección hecha por pares; esa selección se hace cada tres años. Y los que están en la plataforma Latex como investigador o becario de productividad del CNPq son los mejores de Brasil. Además de los grupos de investigadores, en la Plataforma tenemos también los grupos de investigación y aquí aceptamos a todos los que se dicen que son grupos de investigación. Recientemente empezamos a dar un sello de calidad del CNPq con grados para los grupos de investigación y este reconocimiento significa mucho en el escenario científico del país. Pero debo advertir que, como en el caso de la selección, el sello lo deciden los pares y no la administración.

P. María del Rosario Guerra. Noté en Brasil, en un encuentro reciente de investigadores colombianos que están en Sao Paulo, que ninguno de ellos era financiado por instituciones colombianas, sino por instituciones brasileñas —y había 45—. Eso fue para nosotros muy satisfactorio, pero también muy diciente de la apertura de Brasil de financiar con recursos nacionales a becarios internacionales. ¿En esa política se incluye pagar a becarios brasileiros para que estudien en el exterior?

R. No. Nosotros hablamos de diáspora, no es muy grande, pero es un problema. Como no queremos que nuestros investigadores se vayan a Estados Unidos y se queden allá, tampoco nos agrada la idea de que investigadores de países como el nuestro —sobre todo latinoamericanos y africanos— vayan a Brasil y se queden allá. No se puede impedir, pero se puede dificultar. Con Argentina, hace dos años, hicimos un acuerdo que consistía en que daríamos becas de postdoctorado a cien argentinos con la condición de que, pasados dos años, tenían que volver a Argentina. Y funcionó muy bien. Esto se da a estudiantes y no a investigadores, porque los intereses de los investigadores son distintos.

P. Maria Claudia Espíndola, de Colciencias. Si en el 2010 Brasil va a tener 40.000 doctores, ¿al asignar las becas tienen en cuenta que sean investigaciones y estudios en áreas estratégicas que le generen al país ventajas competitivas?

R. No serán 40.000 doctores; eso es lo que ya tenemos. Serán 15.000 nuevos por año. La distribución de las becas por área ya está. La postgraduación en Brasil tiene 40 años y el CNPq tiene 50 años. La planeación de temas de investigación por áreas del conocimiento es el resultado de lo acumulado en 50 años de trabajo. Lo que se debe hacer es un diagnóstico muy preciso de las áreas que son carentes e invertir en ellas. Por ejemplo, no tenemos carencia en las ingenierías; en las biológicas hay carencias en áreas de frontera de la investigación. Antes teníamos un déficit en biología molecular, pero ya hoy está superado y la biología molecular en Brasil está bien desarrollada. En el momento lo que queremos es nanotecnología, porque consideramos que es fundamental. Estas son acciones puntuales, porque el gran panorama ya se diseñó y no será fácil cambiarlo; tampoco hay razón para cambiarlo. Tal vez se necesiten más doctores en agricultura, es difícil porque, como Brasil es un país agrícola, el graduado —por ejemplo, un ingeniero agrícola— inmediatamente tiene empleo y es difícil mantenerlo en la academia o en los centros de investigación.

P. Francisco Moya. Estudiante de doctorado de la Universidad de Acampinas. Más que preguntas son solicitudes que voy a canalizar a través de usted para la doctora María del Rosario Guerra y las demás instituciones de Colombia. La primera es que es una gran ventaja para Colombia que usted esté aquí mostrando cómo funcionan la investigación y el desarrollo tecnológico en Brasil. Es abismal la diferencia entre lo que sucede en Brasil y lo que pasa en Colombia con los postgrados. Aquí hay muy poca información sobre las becas y el financiamiento que ofrece Brasil a los latinoamericanos. Es necesario que todas las entidades colombianas hagan más difusión de las oportunidades que ofrece Brasil a los colombianos para estudiar aquí. La segunda solicitud es que hay varias maneras de que Colombia aumente su presupuesto en investigación tomando el ejemplo de Brasil, sobre todo a partir de las empresas de los diferentes sectores, que pueden aportar un porcentaje de sus ingresos a investigación. Sería bueno que usted le explicara a la doctora María del Rosario cómo funciona ese mecanismo en Brasil para ver si se puede implementar en Colombia.

### **Interviene María del Rosario Guerra**

Voy a referirme al segundo punto, principalmente, porque me parece muy interesante. Sé que en Brasil hay 11 Fondos Sectoriales que surgen de una iniciativa de los mismos investigadores, quienes hacen el lobby político. ¿Dónde hicieron el lobby? En el Congreso de la República. El tema que usted plantea se ha venido trabajando con el Ministerio de Minas y Energía y ya hay algo de receptividad, pero hay que hacer una vuelta política en el Congreso para presentar iniciativas.

Es parte de la labor en la que estamos comprometidos, pero necesitamos que las comunidades, en las regiones, nos ayuden mucho. Porque el Congreso está conformado por parlamentarios que tienen mucha fuerza en sus regiones y que pueden ayudar a mover el tema. Hay un tema que ni siquiera me dejan tocar, el de las regalías. Eric Goles contaba cómo Chile va a empezar a nutrir su presupuesto con recursos de las regalías del cobre. En Colombia el tema de las regalías es intocable. Es necesario gestionar sectorialmente unos recursos que sean mucho más rentables para la investigación. Por ejemplo, gracias al Fondo de Investigación en Salud que tiene Colombia, hoy el sector salud es el de mayor dinamismo en la investigación porque tiene asegurados unos recursos. En Colombia pasa algo similar a lo que pasa en Brasil: el gobierno esteriliza unos recursos por motivos fiscales y no nos llega sino un porcentaje.

En cuanto a la divulgación de información, me parece muy buena su sugerencia. Colciencias tiene un convenio con la ASPAO y, en efecto, ellos no han hecho bien la tarea porque siguen concentrados en la universidades de Estados Unidos. Parte de las condiciones que pusimos para renovar el contrato era que ofrecieran información sobre las universidades de América Latina.

### **Interviene Erney Plessmann**

Los problemas de nuestros países, en general, son muy semejantes, pero las soluciones son muy específicas. Es muy puntual, muy regional, depende de interacciones políticas y de otros factores. Lo que es importante siempre es que la comunidad científica esté alerta, porque todo lo que hemos conseguido en Brasil ha sido con la participación de la comunidad científica. Por ejemplo, hay una lucha constante para que sean liberados los recursos de los Fondos Sectoriales y en algún momento tendrán que ser liberados, pero esto se debe, sobre todo, a la presión de la comunidad científica.

P. Escuchando toda la experiencia se evidencia que hay una política de Estado que asume la ciencia y la tecnología como elemento central de desarrollo. Ese es un modelo para ir asimilando estos esfuerzos que vienen haciendo nuestros países para poder competir. Tengo tres comentarios. El primero es una preocupación frente al enfoque regional. En Colombia también tenemos un desequilibrio regional evidente, hay una centralidad en un triángulo de ciudades que han generado polos de desarrollo y se mantiene ese desequilibrio. Las dos estrategias que usted planteó para luchar contra ese desequilibrio son instrumentos importantes, pero estas regiones de menos desarrollo necesitan un lazo muy grande para poder generar masa crítica y grupos de investigación sólidos. ¿Cómo asegura, en el caso de Brasil, la movilidad entre grupos de investigación y la movilidad de conocimiento desde regiones consolidadas hacia las de menor desarrollo?

La segunda consideración tiene que ver con la medición de indicadores de gestión de los grupos de excelencia. Nosotros hemos creados los centros de excelencia. ¿Cómo medir la calidad de esos centros en el tiempo y cuáles serían los indicadores? La última es ¿cómo participan las regiones en las becas compartidas con el CNPq?

R. La evaluación de los grupos de excelencia de todo tipo es permanente. Tenemos un comité que le sigue los pasos al proyecto y hay un comité internacional que va a Brasil cada tres años para acompañar el programa Milenio y los proyectos más importantes.

En cuanto a la participación de las regiones, debo decir que las organizaciones estatales participan en la medida de sus posibilidades. Un estado que recauda muy poco tiene pocos alumnos de doctorado, pero no hay ninguna discriminación del gobierno federal en relación con esos estados. Ninguna entidad federal va a poner plata en los sitios en los que no se puede hacer investigación por falta de investigadores calificados. El problema se empieza a solucionar si hay más investigadores en esas regiones menos desarrolladas —sea con la formación de doctores locales o sea con la exportación de doctores— y en ese momento se puede invertir más allá. Esa regiones están haciendo grandes esfuerzos para aumentar sus recursos para ciencia y tecnología.

Yo quería decir, para terminar, sobre la cooperación Brasil-Colombia y los otros países latinoamericanos, que no somos totalmente abiertos a alumnos de postgrado de cualquier tipo. Prime-

ro, no es el NCPq el que da las becas, sino los cursos de postgrado de las universidades. Los alumnos que tienen un interés específico y quieren trabajar en Brasil tienen que buscar a investigadores en su área y con ellos arreglar el curso de postgrado. El intercambio de información ya empezamos y espero que sea permanente, pues es muy importante para nosotros.

P. Yo vengo de la Universidad del Valle y de la Corporación Biotec, que son entidades regionales. Estamos promoviendo a nivel regional una estrategia que se llama Biología en Valle del Cauca. Le agradecería que nos ilustrara un poco cómo funcionan las organizaciones regionales de ciencia y tecnología y cómo es la relación con el CNPq.

R. En principio, las fundaciones provinciales son autónomas. Su presupuesto viene del estado en el que están localizadas. En Sao Paulo los recursos son constitucionales, es decir, la Constitución del estado de Sao Paulo establece que el 1% de todo el recaudo del estado va para la Fundación y eso es una garantía para la agencia. Las fundaciones que no tienen esto constitucionalmente tienen que luchar todo el año con los políticos para conseguir algo de presupuesto, y no siempre consiguen suficientes recursos. La tendencia es que todas las fundaciones lleguen a tener el mismo principio de la agencia de Sao Paulo; muchas ya tienen esa disposición en sus constituciones, pero el estado no tiene plata porque el recaudo no es suficiente, pues hay estados que no recaudan más de un millón de dólares al año. Estas regiones reciben más apoyo del CNPq: ellas ponen un dólar y nosotros ponemos diez. Eso no se hace con Sao Paulo, en ese caso es al contrario: ellos ponen una parte y nosotros la mitad.

P. Carlos Moreno. Viviendo en Francia he observado la continuidad y la calidad de la política brasileña en cooperación. Pienso que en la política de diáspora científica y del conocimiento hay un multilateralismo que se puede crear, como la cooperación franco-brasileña, que existe desde hace más de 25 años. Yo he tenido la oportunidad de ir a Sao Paulo a trabajar con grupos de investigación. Esto genera recursos y un ambiente propicio a la cooperación científica. Esta reunión permite pensar en el multilateralismo para la cooperación científica futura y no sólo se trata de elegir a Brasil con preferencia a Europa.

---

---

Conferencia magistral  
**TECNOLOGÍAS CONVERGENTES**  
Felipe García Vallejo\*

Primero que todo, muchas gracias por atender el llamado de Colciencias a compartir con nosotros una serie de temas importantes no sólo desde el punto de vista de construcción de capacidades, sino también desde la perspectiva de la agenda de investigación de largo plazo para Colombia. Parte de los objetivos que nos trazamos para este encuentro fue traer temas de gran actualidad, pero también dejarles inquietudes y preguntas sobre cuál es el futuro de la investigación y de las dinámicas de la investigación en un mundo que está tendiendo hacia la eliminación de las fronteras, sobre todo del conocimiento, en la sociedad del conocimiento.

La charla la he enfocado desde dos puntos de vista para mostrarles a ustedes una serie de retos a los cuales no sólo los países desarrollados, sino los países en desarrollo, tienen que enfrentar tarde o temprano y es la convergencia o la integración de las diferentes disciplinas científicas hacia una serie de tecnologías que, lógicamente, tienen como base una gran investigación fundamental y básica, pero que van a converger en una singularidad que es el gran reto de estos primeros cincuenta años de este siglo. Lo digo así porque todo el desarrollo que apenas está aflorando desde el punto de vista de los logros prácticos muestra que en un futuro —y un futuro no muy lejano, veinte o treinta años— nuestro estilo de vida va a cambiar radicalmente. Voy a centrarme en estos dos términos, tecnologías convergentes y singularidad, para mostrar de entrada el gran reto que existe para nuestros países y los mecanismos que pudiéramos usar en un momento dado como ventajas comparativas para poder lograr la integración.

El panorama de la investigación y la generación de conocimiento ha cambiado en las tres últimas décadas del siglo XX y esto crea una fractura en lo que llamamos la generación del conocimiento y la aplicación del mismo en nuestra sociedad en general. El término sociedad del conocimiento se debe a que es ese conocimiento generado lo que agrega valor a la sociedad. Antes de empezar a tratar estos temas quisiera referirme a unas cifras que nos muestran la gran asimetría que existe en el mundo actual.

La entrada en el siglo XXI está marcada por una inequidad bastante grande que separa y produce brechas —y en algunos casos abismos—. Estos son datos tomados del Informe de Desarrollo Humano del PNUD: en cuestiones de salud hay unos problemas muy graves en los países en desarrollo, frente a unos diez o doce países en donde estas condiciones son bastante óptimas,

---

\* Subdirector de Programas de Desarrollo Científico y Tecnológico de Colciencias. Biólogo de la Universidad del Valle, doctorado en Biología Molecular y Bioquímica de la Universidad de Sao Paulo, Brasil, y con un postdoctorado en Salud Pública de la Universidad de Harvard.

y estamos hablando de países en los que residen las dos terceras partes de la población mundial, aproximadamente, y que geográficamente también cubren una porción equivalente del planeta.

Hay 298 millones de personas que no tienen acceso a aguas mejoradas, lo que crea un problema inmediato de salud pública; hay 2.400 millones sin acceso a saneamiento básico; 42 millones que viven con VIH/Sida, y la contaminación aérea se vuelve más letal día a día. En educación, hay, más o menos, 850 millones de adultos analfabetas —y estas son cifras del año 2000—, 325 millones de niños fuera de la escuela en los niveles primarios y secundarios, de los cuales 138 millones son niñas. 1.200 millones de personas viven con menos de un dólar diario y 2.800 millones con menos de dos dólares, es decir, las dos terceras partes de nuestra población. Más de 163 millones de niños menores de cinco años tienen desnutrición, y 11 millones de estos niños mueren anualmente por causas que pueden ser prevenidas. Si se consideran las cifras del Índice de Desarrollo Humano se encuentra que el África subsahariana y algunos países de Asia todavía no alcanzan los niveles mínimos de desarrollo y progreso.

Esta es una realidad que se enfrenta a un gran desarrollo de conocimiento que se ha vivido en los últimos cincuenta años y plantea la primera paradoja del siglo XXI: una gran cantidad de conocimiento generado frente a una gran inequidad en la repartición de los productos y de los efectos de ese conocimiento. Pienso que hay mecanismos que nos pueden ayudar a tener unos desarrollos sostenibles importantes.

Esto es lo que dice el Informe 2001 de Desarrollo Humano del PNUD: «las redes tecnológicas están transformando la configuración tradicional, ampliando los horizontes de la gente y creando el potencial necesario para plasmar en un decenio lo que en el pasado se consumió varias generaciones». Una aceleración de más o menos cien veces de generación de conocimiento y puesta en práctica de ese conocimiento. Sin embargo, esto no comenzó ayer. Esas cuatro fotografías que aparecen en la diapositiva marcaron muchas de las tecnologías convergentes que hoy tenemos. Me refiero a Allan Turing, quien en un trabajo teórico sentó las bases para el desarrollo de todo lo que son los procesos de informática actual; Noam Chomsky, quien transformó las ciencias cognitivas al llevarlas a un extremo importante, no sólo desde el punto de vista neurológico y de la interface cerebral; Francis Crick y James Watson, que, con la famosa molécula del DNA, lograron transformar, en menos de cincuenta años, una economía que hoy está basada en los bioprocesos, y Richard Feynman, que fue un visionario, pues en 1959 plasmó la primera idea sobre nanotecnología. Obviamente, hay muchas más personas en este proceso, pero estas cuatro imágenes me van a servir de base para contarles la historia que quiero mostrar.

Estamos asistiendo a un nuevo umbral de la ciencia que se basa en el conocimiento exhaustivo de la estructura, de la materia desde la escala nano hasta los más complejos sistemas físicos, biológicos, sociales y el universo mismo. Se produce, entonces, un concepto de unificación de la ciencia que está basado en la unidad de la naturaleza y en una investigación mucho más integrada, holística, que va a llevar a establecer la convergencia tecnológica y que, bien manejada, puede conllevar una transformación social en la que haya una mayor distribución de la riqueza y más equidad.

Es por eso por lo que el término ‘tecnologías convergentes’ ha sido bastante discutido; sin embargo, la mejor definición es la que señala que es una combinación sinérgica de cuatro grandes regiones o provincias de la ciencia —lo nano, lo bio, lo info y lo cogno—, cada una de las cuales

también está experimentando una aceleración muy grande hacia lo que llamamos el progreso. Hoy en día podemos tener varios ejemplos y también mecanismos importantes a través de los cuales países como el nuestro pueden usufructuar, a costos bastante bajos, todo este tipo de desarrollos que estamos conociendo actualmente.

Esas cuatro tecnologías las podemos resumir como las nanociencias -y la nanotecnología-, las ciencias de la vida -la biotecnología y la tecnología genética-, las ciencias de la información -y las tecnologías de la información- y las ciencias de la cognición -y las neurociencias-. Todavía no vemos plasmada la gran explosión de conocimiento, pero ya se comienzan a vislumbrar los efectos de estas tecnologías en el mercado global, incluso a pesar de los altos costos de adquisición. Sin embargo, estas tecnologías también plantean estrategias de producción, y de ahí surge el primer reto: ¿cómo accedemos a ellas? La transferencia de las tecnologías es la respuesta porque, aunque hay que armar unas estructuras para ella, cuando dicha estructura esté armada será más fácil hacer transferencia. Mucha de la economía que se va a generar en los próximos treinta años va a ser con base en los bioprocesos, y en esto tenemos una ventaja muy grande como país megadiverso.

Voy a referirme a algunas tendencias de estas cuatro tecnologías y al final voy a intentar mostrar cómo están convergiendo para formar otras sinergias. Las nanociencias engloban todo lo que tiene que ver con la escala atómica, pero la nanotecnología abre espacio a una nueva ingeniería, la ingeniería a escala molecular. Muchas de las moléculas que nos permiten movernos, pensar, producir energía, son nanomáquinas, pero generadas a través de ensamblajes de moléculas, de biomoléculas del organismo. Ha habido bastantes desarrollos en la nanotecnología que ya comienzan a ser utilizables a escala semi industrial; el desarrollo de nanopartículas promete revolucionar la administración de medicamentos y los nanorrecubrimientos y las nanoestructuras ya comienzan a verse en nanodispositivos; los nanotubos, asociados a otras moléculas, pueden generar toda una serie de procesos.

Sin embargo, una de las grandes revoluciones que se han planteado en los últimos cincuenta años es el poder conocer más en detalle el mundo vivo. Parte de ese conocimiento se acumuló entre los años sesenta y los noventa con los grandes desarrollos de la biología molecular, que nos permitieron conocer con más detalle la estructura y la función de las células, cómo ellas retienen y transmite información genética y cómo responden a señales químicas y físicas. Eso generó una transformación importante del conocimiento de los organismos y de la puesta en práctica de lo que hoy llamamos la biotecnología molecular; el poder, de manera más o menos predecible, alterar la estructura de ciertos organismos o de cierta información genética para que pueda ser más eficiente o trabajar en ambientes diferentes al inicial.

Una tecnología que se está acelerando cada vez más es la relacionada con las ciencias de la información. Hemos avanzado más o menos treinta veces en la velocidad y casi mil veces en la acumulación de información y día a día convergen más tecnologías que intentan utilizar las velocidades compatibles con los chips y con la transmisión de espines y las transmisión cuántica entre átomos. Las ciencias de la información se han planteado como uno de los grandes desarrollos sociales porque han permitido la difusión de la información a escalas bastante grandes y a unas velocidades y unas coberturas muy amplias. Aquí hay un reto importante para países como el nuestro y es poder incrementar la cobertura del acceso, en tiempo real, a toda esta información.

El cerebro humano se plantea ahora como uno de los grandes retos no sólo porque se necesita conocerlo, sino para aprender una serie de arquitecturas que se presentan en ese complejo entramado de interacciones neuronales. El cerebro humano es el dispositivo biológico más complejo y que permite un proceso de información más eficiente y poderoso. El cálculo es que la memoria que cabe en un cerebro humano es equivalente a un terabits.

Estas cuatro tecnologías comienzan ahora a interactuar. Pero los resultados no son la suma de esas partes, sino nuevas disciplinas, nuevas tecnologías, nuevas aplicaciones, como ocurre con la nanotecnología y la biotecnología molecular, de las que surge la nanobiotecnología, que tiene un avance muy grande en haber podido diseccionar, base por base, el genoma de los organismos. Eso es información que, incluso, puede ser traducida en un lenguaje binario 0:1 para poder tener los computadores DNA, que serían mucho más eficientes. Tenemos un gran potencial para generar una información funcional; a pesar de que solamente el 15% del genoma de los organismos superiores codifica por proteínas, es tan elástico que nos permite —en el caso del genoma humano, por ejemplo— producir unas 250.000 proteínas a partir de 35.000 genes. Eso se puede extrapolar a especies nuestras, con un gran potencial de producción de proteínas o de vías metabólicas importantes.

Es entrar en una era muy importante con el inicio del desciframiento de los genomas, lo que constituye un reto muy grande para Colombia porque en esta materia estamos muy atrasados. El reto está en poder hacer consorcios nacionales e internacionales para crear plataformas de vía informática y de genómica para hacer barridos de productos de nuestra biodiversidad y más rentables y competitivos nuestros actuales cultivos y mejorar la productividad agrícola. Si lo miramos en términos generales, es un nuevo lenguaje, una nueva forma de ver cómo toda esa información puede ser extraída y utilizada. Llevar a que podamos tener condensada la expresión de un genoma cualquiera en una de esas plataformas para poder, incluso, prevenir y predecir enfermedades futuras. Esta es la revolución genómica, que ha impactado la ciencia básica y que ya se plantea como uno de los grandes retos desde el punto de vista del diagnóstico.

La combinación de la nanotecnología con la biotecnología ha generado unos desarrollos de nuevos dispositivos, lo que se ha llamado las nuevas bioingenierías del siglo XXI, porque los bioingenieros del siglo XXI van a tener que diseccionar los genomas desde el punto de vista estructural y funcional; esa cantidad de proteínas que se sintetizan a determinada célula y ese metabolismo que es el que produce muchos de los metabolitos intermediarios que son de gran uso actualmente en el mercado. Incluso, la tendencia de las ingenierías a interactuar con las biotecnologías va a llevar a que en el futuro los ingenieros tengan que estudiar biología molecular para poder enfrentar el desarrollo de máquinas y de dispositivos.

Tenemos, además, la interacción de las bionanotecnologías, que nos sirven para ver expresión de genes para el conjunto, para probar nuevas drogas y probar nuestro metabolismo y nuestra salud; de eso se trata la nutrigenómica, que es tal vez una de las ciencias más jóvenes y que ya ha comenzado a dar frutos importantes.

Hay un camino bastante largo por recorrer todavía y es el de poder incrustar toda esta información genética que está codificada en cuatro bases nitrogenadas —citocina, timina, guanina y adenina, que forman nucleótidos— para poderla ensamblar en nanoestructuras. También se puede volver el DNA una verdadera máquina de Turing mediante procesos que permitan generar información y su propio combustible, su propia energía, utilizando el DNA como hardware y, a la vez, como

software, y haciendo un trabajo informático y cambiando el lenguaje SG por un lenguaje 0:1, que, en últimas, sería el lenguaje del computador actual.

Los dicho hasta aquí es un resumen de los avances que podemos visualizar ya en lo que se llama la bionanotecnología y se pueden concentrar en varias áreas: la producción de nanodispositivos in vivo —reactivos para diagnóstico, dispensamiento de drogas, implantación bioenergética, sensores biomiméticos, nanosensores, chips neuronales y nanodiagnósticos de marcación a través de nanopartículas recubiertas con marcadores o con moléculas detectoras. El año pasado salió el primer dispositivo para detectar virus, que es capaz de detectar una sola partícula circulante de un determinado virus en la sangre. Esto tiene un impacto importante en la medicina, porque la nanomedicina está en la producción de materiales nanoestructurados, la producción de partículas rastreadoras y los receptores moleculares artificiales, elementos que hacen un diagnóstico en tiempo real de las condiciones fisiológicas de cualquier organismo.

Uno de los grandes retos de la nanomedicina es poder determinar la expresión y el análisis conjunto de genes y proteínas para definir enfermedades complejas. La nanorrobótica, que parece ciencia ficción, ya ha tenido desarrollos importantes, por lo menos a escala experimental, de poder producir en interfaces de carbono los nanomotores y los nanobiomotores. Estos avances permitirían hacer una nanocirugía a nivel de células y de tejidos de manera más precisa. En últimas, las bionanociencias en el siglo XXI nos van a dar a entender cómo se expresa la información genética, cómo se regula y cómo la podemos aprovechar.

Otra interface interesante es la que se da entre la nanotecnología, la biotecnología molecular y las neurociencias o ciencias de la cognición, que ya nos han dado una serie de desarrollos en nanocomputación, nanoneurotecnología, neurochips e inteligencia artificial. Eso hace que, ya desde hace unos años, tengamos la capacidad de generar sensores electromiográficos para medir potenciales a nivel de contracción e interfaces de la placa motora, marcapasos cerebrales, estímulos cerebrales, comunicación biocibernética y toda una serie de desarrollos virtuales —como las nano y las neuroprótesis— y todo lo que llamamos la realidad virtual.

Las incrustaciones cerebrales ya son una realidad, por lo menos para aquellos males que afectan la retina, mediante el ojo biónico, que ya se usa ampliamente en Estados Unidos; lo que hace este dispositivo es reemplazar la estimulación de las células retinales por una serie de electrodos que estimulan, a través de las terminales cerebrales, a un centro de acumulación de imágenes que conecta a una cámara que impacta de nuevo la retina, produciendo las imágenes en blanco y negro. En el último mes, el grupo del doctor Llinás logró implantar microelectrodos a través de circulación en el cerebro para determinar ciertas actividades in situ en el cerebro, lo que trae unas ventajas para detectar y, posiblemente, curar algunas enfermedades neurológicas.

Las redes neuronales de silicio permiten construir redes de neuronas sobre interfaces de circuitos integrados, de tal forma que ellas comienzan a formar redes artificiales, según la forma como se dispongan. Esto se hace en nanotubos de carbono. La inteligencia artificial es, tal vez, la rama de estas tecnologías más prometedora, pero también la que plantea muchos retos desde el punto de vista del conocimiento y de la ética. La pregunta es ¿hasta dónde podemos llegar?

En la evolución de toda esta convergencia estamos asistiendo al nacimiento de las famosas nanociencias y nanotecnologías en el camino hacia la vida por la conversión de lo que llamamos

la macrofísica, estado sólido, tecnología, miniaturización, entidades individuales. Lo micro, biología, autoensamblado de unidades complejas, y lo nano que es el ensamblado de moléculas y macromoléculas, que, hacia el 2030 estarán ofreciendo una gama de soluciones importantes en el bienestar y en el desarrollo tecnológico y de producción. Es decir, asistimos a una transición tecnológica clave para el mundo; estamos en el momento de una revolución tanto en la información como en la comunicación y estamos comenzando la otra gran revolución, que es el cambio de las biotecnologías y las nanotecnologías y la información.

Tenemos muchos retos: tenemos una gran biodiversidad, genes por millares; toda esa biodiversidad puede ser estudiada, utilizada de manera sostenible y puede darnos una ventaja productiva importante. En los desarrollos de computación estamos bastante atrasados, pero creo que es posible, si logramos algunas alianzas, hacer una transferencia eficiente de tecnologías podemos llegar a niveles de desarrollo bastante importantes. Y tenemos cerebros, no sólo en términos de neuronas, sino de asociaciones sociales, redes de investigadores y todo el potencial que se puede generar con las redes articuladas de investigación.

Para terminar, quiero plantearles cuatro retos, que fueron planteados por Schroeber. El científico de la cognición piensa, el nanocientífico construye, el biotecnólogo puede implementar procesos y la gente de las tecnologías de la información puede monitorear y controlar toda esa cantidad de información.

Muchas gracias.

### **Interviene el relator**

Muchas gracias al doctor Felipe García por esta actualización rápida en todos estos temas fascinantes de las tecnologías convergentes y su potencial que tienen para mejorar la calidad de vida de las personas desde todos esos condicionantes, que finalmente llevan a mejorar el bienestar de la humanidad. Quiero resaltar de su conferencia la introducción, en la que nos mostró esa gran brecha y la inequidad que existe entre los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo. Allí, él hizo énfasis en la necesidad de ponernos a tono, lo más rápidamente posible, con toda esta tecnología, porque eso podría ayudarnos a dar ese gran salto que estamos necesitando para mejorar la situación interna que tenemos los países en desarrollo.

También quiero resaltar los retos que el doctor García ha puesto de presente en su conferencia porque cada uno de nosotros, participantes del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, podemos ir pensando, dentro de nuestras propias instituciones, cómo podemos desarrollar estrategias para cumplir con estos propósitos. Por ejemplo, cómo incrementar el acceso de la población a la informática. otro campo en el que los investigadores tenemos que trabajar es en el de hacer consorcios con grupos de otros países para poder sacar provecho de esa ventaja que es la biodiversidad.

## **Preguntas**

P. A mí me preocupa mucho la brecha que existe entre la conexión de una neurona y un método biomecánico, porque en Colombia ni siquiera hemos podido hacer un radio. Aquí sí se ve la brecha, y eso es preocupante.

R. Por eso yo decía que mucho de lo que planteé son retos para países como el nuestro. Mejor dicho, parte del mensaje es dejarlos preocupados porque hay que hacer algo y somos conscientes de que en algunos casos no hay brechas sino abismos. Hay mecanismos. Lo que plantean la globalización y la sociedad del conocimiento es que a través de mecanismos tales como la transferencia de tecnología o el intercambio de investigadores se puede contribuir a reducir esas brechas, pero es un proceso de largo plazo. El país tiene fortalezas y recursos importantes, pero también tenemos que avanzar en acortar esa brecha tecnológica que tenemos para aprovechar esas fortalezas y esos recursos.

P. Pablo Burbano. Vengo del departamento de Putumayo. Sin lugar a dudas, la conferencia del doctor García deja muchas inquietudes, sobre todo para quienes venimos de la provincia, porque nos genera un mundo de ciencia ficción. ¿Qué viene haciendo Colciencias en torno a la formación del recurso humano en este campo y qué políticas se van a implementar en el corto plazo para que las infraestructuras de ciencia y tecnología puedan contribuir a estimular la entrada al mundo de la nanotecnología?

R. Es cierto que en Colombia hay una asimetría en el desarrollo de las capacidades básicas en ciencia y tecnología; Colciencias es consciente de eso y está intentando que haya una relación sinérgica entre las regiones de mayor desarrollo con las de menor desarrollo para que puedan llevar capacidades a estas últimas regiones y generar procesos de desarrollo. Una de las alternativas es el trabajo asociativo que implica poner grupos que están en un desarrollo mayor que otros para que puedan asociarse con otros grupos más incipientes y en regiones que tienen menor desarrollo. Esa política la ha puesto en práctica Colciencias y la seguimos sosteniendo a través de todas las convocatorias en las cuales estamos implementando la política de la asociatividad para crear las redes temáticas dentro de los diferentes grupos de investigación en Colombia.

Lo segundo es lo relacionado con la ciencia ficción, porque, como mostré en las primeras diapositivas, esa ciencia ficción ya no lo es tanto y, cuando hablamos de formación de recurso humano, debemos hacer un esfuerzo importante porque parte de ese capital humano se forme en estas tecnologías, pero con una correspondencia nacional. Por eso insisto mucho en que nosotros tenemos muchas ventajas en el mercado abierto, y esas ventajas están en la biodiversidad, pero si no sabemos explotarla y conocerla, no vamos a lograr nada.

P. Zayda Sierra, de la Universidad de Antioquia. Más que una pregunta, quiero hacer un comentario. De alguna manera se espera que esto nos genere inquietudes y discusión y yo creo que traer a colación estas discusiones a veces no nos hace muy amigables, pero es muy importante traerlas. Varios colegas en el campo de la investigación social nos preguntamos dónde está la gente y en su presentación usted la puso muy bien al principio. Usted nos presentó una serie de desarrollos de la ciencia para el desarrollo, pero no nos hemos preguntado de qué desarrollo estamos hablando. Porque, a pesar de los grandes avances científicos, el progreso humano no ha sido tan grande y ésta ha sido la época de mayor incremento de la pobreza y la desigualdad.

R. Estoy completamente de acuerdo con que hay una gran desigualdad y esa es la gran paradoja actual. En los últimos cincuenta años se ha generado tanto conocimiento, casi equivalente a lo que se generó en cuatro o cinco siglos atrás, pero siguen existiendo esas inequidades —y es cierto que, incluso, son más graves hoy—. Eso tiene muchos componentes de política pública. En cuanto a los saberes tradicionales, ellos son la otra cara del desarrollo del conocimiento y en Colombia han sido poco aprovechados.

P. ¿Hasta qué punto debemos tomar las NBIC como algo verdadero sin preguntarnos por la realidad colombiana? Es decir, con las nuevas tecnologías, hay una realidad y hay una aplicabilidad. A mí me preocupa mucho que en Colombia se hable mucho de investigación y desarrollo, pero que la aplicabilidad no se tenga en cuenta, la investigación aplicada no aparece en ninguna parte. No estoy muy seguro de que en Colombia estemos en capacidad de trabajar las nanotecnologías.

R. Por eso yo hablé de retos. Además, no es que mi propuesta sea trabajar en todas estas áreas. Tenemos áreas estratégicas, y eso es lo que hemos venido identificando en Colciencias y con la misma comunidad, con la capacidad instalada y con el capital humano que hay. Lo que estoy diciendo es que estos son instrumentos de desarrollo que nos hacen ir más adentro y que nos permiten, no sólo aplicar, sino explorar mucho más los recursos que tenemos. Si a mí me preguntan cuánto conocemos de la biodiversidad que tenemos en Colombia, yo respondería que no va más allá del 10%; eso es lo que tenemos que aprovechar.

P. Patricia Pardo. Cuando uno se acerca a estos temas que tienen que ver con las tecnologías de punta que en este momento se plantean, hay una sensación de frialdad porque en estos temas están despojados de las perspectivas de lo que puede ser el propio desarrollo del ser humano. ¿Por qué uno siente que hay una especie de deshumanización en todas las posibilidades del desarrollo? ¿Es posible que otros científicos, que no sean de las ciencias sociales, puedan tener una visión humana y ética del progreso?

R. El avance grande de la investigación integral es que le ha quitado esa frialdad al conocimiento que se genera en la investigación científica biológica, porque si se pone el problema como un tema, la sola pregunta no basta. Serían la pregunta y las implicaciones de las respuestas que surjan. Y ese es uno de los grandes cambios en la generación de conocimiento en las sociedades actuales, llamadas del conocimiento. Es posible que muchos desarrollos tengan que ver con el mercado, con el comercio, como ocurre con los medicamentos, porque el acceso a ellos es costoso por estar protegidos por las normas de la propiedad industrial; pero hay una tendencia grande en poder ir acortando esa brecha grande de deshumanización. Es decir, el objetivo de la ciencia tiene que ser el desarrollo humano.

---

---



## Conferencia magistral

# DIÁSPORAS CIENTÍFICAS

### Jean-Baptiste Meyer\*

Primero que todo, quiero compartir la emoción que tengo de hablar aquí frente a ustedes y agradecer muy especialmente a Colciencias por su invitación. La emoción viene del hecho de que hace trece años empecé aquí en Colombia, y puede decirse que por primera vez, el estudio de las diásporas científicas y técnicas y eso se hizo con el apoyo de la Red Caldas, la red de los investigadores e ingenieros colombianos en el exterior. Fue un proyecto muy original en esa época que condujimos, en un acuerdo franco colombiano de investigación científica, con el profesor Jorge Charum y la Universidad Nacional de Colombia, así como la Universidad del Valle en Cali.

Además de emoción, tengo humildad en mi conferencia aquí porque hace mucho tiempo que no trabajo sobre el caso colombiano y de pronto voy a terminar diciendo cosas del pasado; para evitar esto, voy a hablar, más que todo, de las diásporas científicas y técnicas en general. Mi exposición será organizada en tres partes: la primera tiene que ver con las preguntas que puedan surgir alrededor de las diásporas, de lo que es una diáspora científica; la segunda tiene que ver con las experiencias que se realizaron en el mundo en cuanto a redes diasporais de tipo intelectual o de población altamente calificada; la tercera tiene que ver con las perspectivas que podemos tener en cuanto a esta forma de articulación científica hoy en el mundo. Cada uno de estos temas estará, a su vez, dividido en tres partes: en el primer caso, qué es la diáspora, por qué se da la diáspora y la cooperación a través de la diáspora; en cuanto a experiencias, los estudios de caso y su generalización, las dudas y críticas que se hicieron a partir de estos ensayos de diásporas y las respuestas que podemos dar a esas dudas y críticas en la actualidad y, finalmente, en las perspectivas, hablaré sobre las lecciones positivas, las interpretaciones equivocadas que se hacen sobre las diásporas y la necesidad de actuar, que será como una forma de conclusión.

## La diáspora

¿Qué es una diáspora científica y técnica? En esencia, una diáspora científica es toda la población altamente calificada de un país o de una región que está expatriada y que puede interactuar

---

\* Investigador principal del Instituto para el Desarrollo Tecnológico de Francia y coordinador de proyectos internacionales sobre diáspora científica. Jean-Baptiste Meyer es graduado del Instituto de Estudios para el Desarrollo de Ginebra, Master en Relaciones Internacionales de la Universidad de Boston y Master en Historia de la Universidad de Burdeos. Además, es Doctor en Socioeconomía de la Innovación de la Escuela Superior de Minas de París. Sus áreas de investigación son sociología de la migración altamente calificada y diásporas, sociología y antropología de las ciencias, sociología y economía de la innovación, evaluación de políticas de investigación y de programas tecnológicos, indicadores de actividades y desarrollos en ciencia y tecnología.

potencialmente con su país de origen. Aquí, pues, tenemos todo tipo de investigadores, científicos y técnicos y todo tipo de relaciones con el país de origen. Intentamos representarnos cuál es la dimensión de semejante población expatriada, en comparación con la comunidad de origen. Hay varios estudios que presentan cifras variables que van desde 10% hasta mucho más de 50% de población expatriada, lo que es una parte muy importante de la comunidad científica nacional. El estudio que menciona una tasa de expatriación del 50% viene de Fernando Lema, un uruguayo que trabaja con la UNESCO, que menciona que la diáspora científica es muy alta. Esas diferencias tienen que ver con el hecho de que depende de qué población se habla.

Cuando se miran estadísticas de la National Science Foundation de Washington D.C., se ve que, cuando se trata de una población altamente calificada, la tasa de población extranjera comparada con la población de origen es de 12% y si se mira al contrario, es decir, una población dedicada a investigación se ve que alcanza casi un 40% de la población de Estados Unidos. Esto lo que indica es que la comunidad científica es la más cosmopolita que existe, mucho más que los international managers.

Quise intentar ver cuáles eran las cifras para Colombia y lo que salió fue muy sorprendente: Colombia tiene una población altamente calificada que, en el año 2002, sumaba 16.000 personas en Estados Unidos únicamente, según la National Science Foundation. Si se mira la comunidad directamente dedicada a actividades de investigación, la población colombiana expatriada en Estados Unidos suma 4.700 personas y, si se toma la cifra de la UNESCO sobre personal docente e investigador en Colombia, la cifra es de alrededor de 5.000. Si se toma la cifra de la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología, se encuentra una cifra de un personal en investigación en Colombia de 4.300. O sea que el número de investigadores colombianos que están en Estados Unidos supera ampliamente el número de investigadores que están en Colombia.

Esa población altamente calificada es muy fluctuante. Entonces, cuando se habla de población altamente calificada se ve que sólo una parte de ésta es realmente contactable, no se puede capitalizar sobre la población altamente calificada expatriada en total y, por tanto, no es fácil movilizar a toda la diáspora. Además, hay que decir que la población altamente calificada expatriada es una población con un nivel de productividad muy alto; se considera, mirando su nivel de producción en términos de publicaciones académicas o de patentes, que los investigadores en el Norte producen cinco veces más que los de los países en desarrollo —y esto no tiene nada que ver con las capacidades cognitivas de la población sino con las posibilidades de acceder a redes o a infraestructuras—.

Para resumir, hay un potencial demográfico que es alto, una productividad laboral de esa diáspora que también es alta y que hay una movilización que es intrínseca a la diáspora.

¿Por qué la diáspora es una opción para cooperación?

Hay dos modalidades. La opción retorno, que consiste en la repatriación del investigador en una forma física después de su formación en el exterior y, por tanto, la repatriación de sus competencias incorporadas. La opción diáspora es una visión mucho más conectivista, pues se trata de vincular al expatriado, en lugar de hacerlo volver físicamente al país en forma permanente. Hay varias implicaciones en esto, pero una de ellas es que el retorno está subordinado a un desarrollo previo, es decir, que el expatriado encuentre en su entorno, cuando regrese, el apoyo, los equipos y todas las posibilidades que tenía en el exterior, si se quiere que él tenga el mismo nivel de productividad

que tenía afuera. El capital humano depende en este caso del capital social que está involucrado y que le permite valorarse.

La opción diáspora es, al contrario, jugársela con la opción conectivista y que las redes socio-técnicas del expatriado valen por sí mismas y que son éstas las que más cuentan para movilizar las capacidades que representa el expatriado. En teorías del desarrollo, mencionaron mucho en el pasado las dinámicas de live frogin o la capacidad de alcanzar a los países más avanzados en la división internacional del trabajo y en la economía del conocimiento. El live frogin es el salto tecnológico o científico que permite un salto de calidad en una economía o en una sociedad en desarrollo. Lo que vemos con las diásporas es precisamente esa capacidad de apropiarse el conocimiento en un ámbito muy competitivo, muy avanzado, lo que permite adquirir las ventajas competitivas para un país en desarrollo.

Otra ventaja de la opción diáspora es el costo financiero minimizado que representa comparado con el retorno; no se trata de crear infraestructuras mayores sino, más bien, de tener otros costos de manejo del conocimiento y de gestión de los recursos expatriados, lo que tiene requerimientos importantes, pero no son de tipo financiero y económico, que son los que no suelen estar disponibles y muchas veces son limitantes para investigación y desarrollo.

A través del caso colombiano, quería mostrarles el potencial de la diáspora. Mirando la muestra que pudimos hacer de la diáspora científica colombiana a finales de los años noventa, constatamos que es una población muy estable. Cuando está en un país se queda allí y trabaja durante muchos años allí. Sólo el 21% de esa población expatriada radicada en Estados Unidos fue a un tercer país después y sólo el 7% a un cuarto país. No es, pues, una sociedad volátil.

¿Cómo se han presentado las diásporas como una opción creíble y qué tipo de aportes pueden hacer a los países de origen?

Aquí voy a hacer una lista de las contribuciones posibles de los expatriados y la voy a hacer en tres puntos. El primero es el intercambio de información que pueden hacer los expatriados con sus pares en el país de origen. El segundo son los intercambios físicos en ciencia y tecnología. El tercero son los proyectos o acciones conjuntas que pueden tener los expatriados con sus pares en el país de origen.

En el primer caso menciono la entrega de publicaciones. Por ejemplo, en Etiopía, los ex alumnos de la Universidad de Addis Abeba contribuyen en algo muy sencillo como es la transferencia de conocimiento mediante libros: mandan libros a sus compañeros estudiantes, a los profesores o a sus universidades. Hay modalidades mucho más sofisticadas, como el intercambio de bases de datos. El portal de Chile muestra cómo se puede tener acceso a información en áreas científicas y tecnológicas desde cualquier parte del mundo y las bases de datos de chilenos en el exterior se pueden poner en línea con el sistema chileno de ciencia y tecnología, hay foros de discusión, hay perfiles de puestos académicos o intensos en conocimiento y hay avisos de programas de investigación y desarrollo tecnológico de todo tipo.

En intercambios físicos destaco cursos especializados dados en Suráfrica. Por ejemplo, Sir Harold Cluck, quien da cursos cada año en la Universidad del Cabo viniendo del Consejo de Estudios Médicos. Recibir en el exterior a estudiantes especializados para que trabajen en laboratorios durante un tiempo; eso es muy frecuente con profesores argentinos que tienen unos grupos de estudian

tes que los visitan periódicamente en Estados Unidos. Hay asesoría puntual o regular; se vio con la Red Caldas en el inicio, cuando se expidió la ley de ciencia y tecnología y se creó el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Hay evaluación por los pares que permite ir movilizándolo a la diáspora, por ejemplo para que participen en comités editoriales de revistas locales, etc.

En proyectos en común y acciones conjuntas menciono rápidamente las candidaturas a programas y a financiación internacional a través de la Unión Europea, pues en la Unión Europea les gusta mucho la multilateralidad y eso sí que se ve en la diáspora, que es multilateral por excelencia. Investigaciones con protocolos comunes, encuentros científicos que se hacen entre las diásporas y las comunidades nacionales. Yo conocí un caso muy particular que ocurrió en Benín: llamaron a unos médicos benineses para que viajaran desde Francia para participar en una cirugía que localmente no sabían hacer; ellos viajaron, hicieron la cirugía y al día siguiente regresaron a París. La telemedicina también ha funcionado muy bien como una forma de contacto entre la diáspora y las comunidades locales. Hay fundaciones de empresas, y los indios en Silicon Valley son ejemplo de creación de PYMES con repercusión en su país de origen, donde establecen también un staff.

Para resumir esta parte, quiero decir que todas esas asociaciones son bajo una forma de redes y son redes muy abiertas, que no son sólo redes sociales, sino que son más como redes socio-técnicas que incluyen muchos mediadores en su proceso de vinculación. Y eso tiene incidencias en la política de las diásporas.

## Las experiencias

Voy a hablar principalmente de dos estudios de caso que se hicieron bajo mi coordinación como investigador: la Red Caldas, en los años noventa, y la Red SANSA, en Suráfrica. La red Caldas, cuando llegó a su pico, tenía 800 miembros en 22 nodos en el mundo y 22 asociaciones locales. En Suráfrica es una red más amplia, de 2.500 personas y está activa en 55 países. Lo que quiero subrayar con estas redes es el nivel de excelencia con la Red SANSA, puesto que, en términos de calificaciones, los expatriados tienen un nivel muy alto y más alto que su población correspondiente en el país de origen. La tasa de doctorado de la población altamente calificada expatriada surafricana es de 30%, mientras que en el país es de 15%. Ése es un indicador entre otros, pero da una idea de que la diáspora sí moviliza recursos humanos intensos.

Sobre este tema tuvimos muchas discusiones con economistas de las migraciones, porque ellos interpretan esto como el hecho de que la migración es un proceso selectivo; según ellos, salen los mejores de los países en desarrollo y son captados por los países del Norte, como una especie de filtración del capital humano a través de este proceso. Lo que nosotros vimos, a través de estudios sociológicos finos, es que la capacidad de esa gente expatriada se construye en el proceso mismo de la migración; cuando salen no necesariamente son los mejores, pero en el proceso de desarrollo cognitivo, y a través de la movilidad en esos campos en los que trabajan, adquieren capacidades superiores. Ese fue un aporte teórico masivo en los estudios que realizamos.

Otro indicador de la capacidad de la diáspora surafricana es que la mayor parte de ellos tienen cargos de responsabilidad; son ejecutivos de investigación en las empresas en las que trabajan y eso es producto de lo que vimos antes, es decir, esa instalación profesional en los países de recepción se debe a que ellos están involucrados en redes socio-profesionales de alto nivel. Los sectores

profesionales en los que actúan para la Red SANSA, que es muy amplia, son negocios, académicos y gubernamentales, etc. Esto da una idea de la amplitud que puede tener la red en términos de aplicación de su conocimiento localmente.

También hay varias nacionalidades, es decir, no todos conservaron su nacionalidad surafricana sino que acogieron la nacionalidad de los países receptores. La identidad de origen todavía desempeña un lugar importante, pero no necesariamente corresponde con la identidad 'estatutaria' adquirida. Ulrik Beck menciona la importancia que tiene hoy en día la transnacionalidad y cómo ésta es una transnacionalidad que eligen los individuos. Ellos trabajan y construyen esa identidad originaria al mismo tiempo; eso lo vimos en todos los casos que estudiamos. Hay una identificación, como un proyecto societal con el país de origen y con una implicación profesional, pero no necesariamente formalizada con tarjeta de identidad ni con una vida étnica, con grupos étnicos del país de origen, en el país de recepción.

La pregunta es ¿esas redes anuncian un nuevo tipo de vinculación internacional o son, más bien, excepciones? Es la pregunta que nos planteamos al finalizar el estudio de esas dos redes e hicimos un estudio muy sistemático de todas las redes que podíamos observar en el mundo y que fueran parecidas a la Red Caldas y la Red SANSA. En el año 2000 encontramos 41 redes similares, con mi compañera surafricana Mercy Brown, y en el 2003, en un estado del arte sobre las diásporas científicas, encontramos 107 y después esta cifra fue complementada por investigadores norteamericanos, en el 2004, y, finalmente, en un estudio muy reciente, cuyos resultados van a salir en una revista de la UNESCO, encontramos 173 redes de este tipo. En conclusión, esas redes tienen mucho potencial.

## Las críticas al modelo de diáspora

Son de dos tipos; hay unas que se refieren a la consistencia y la sostenibilidad de las redes y la segunda es sobre la eficiencia y su impacto sobre el desarrollo de los países de origen. La primera crítica dice que se ha exagerado el fenómeno de las diásporas científicas y técnicas, no hay tanto y son precarias, con existencia temporal y son poco activas hoy en día. Este comentario es del Centro de Emigraciones de Washington; ellos hicieron un estudio para el Banco Mundial en el que retomaron las cifras del estudio que hice con Brown en 1999 y vieron que de las 44 redes que habíamos encontrado sólo quedaban 25, lo que, según ellos, significaba que la vida de esas redes era precaria y que no era tan cierto lo de las redes diasporicas.

La segunda crítica viene de un estudio que hizo Robert Lukas para la cooperación sueca el año pasado y él dice, más o menos, lo siguiente: «no es cierto que los desarrollos registrados por los países que tienen una diáspora activa se deban a sus diásporas». Pero un estudio realizado por la Universidad de California, que toma el caso de los informáticos indios en Silicon Valley mostró que sus relaciones étnicas y profesionales en California terminaron generando pequeñas empresas de informática en India y que a eso se debía mucho el desarrollo reciente de las ciencias de la información en India. Robert Lukas respondió que ese desarrollo se debía más a un factor distinto que es la disponibilidad local de mano de obra calificada y barata.

Intentaré responder rápidamente a estas dos críticas. En cuanto a la primera, fue resuelta casi de manera inmediata por el estudio que mencioné y que da como resultado 173 redes, incluso el estudio mostró que hay muchas más redes. Además de usar los motores de búsqueda para ver cuán-

tas redes de trabajo surgían, usamos unos postulados sociológicos para poder buscar a semejante población de redes, que es como buscar en un océano lleno de islas. Encontramos, a través de ese proceso no exhaustivo, 173 redes. De éstas, más de cien están todavía muy activas, lo que significa que hay una dispersión de un tercio de las redes en un plazo de diez años. Si se compara esto con la 'mortalidad' de las empresas en cualquier medio nuevo de alto riesgo en campos de innovación, se encuentra que no es tan cierto que esas redes no subsistan.

Para responder a la segunda crítica sobre la eficiencia de las redes tendríamos que tener indicadores muy precisos sobre el impacto de las redes en el desarrollo y eso es muy difícil de construir, no sólo para las redes de la diáspora. No se pueden establecer los aportes concretos de la diáspora al desarrollo directamente. Sin embargo, podemos deducir unos aportes. Uno se da cuenta, comparando las tasas de citaciones y co-citaciones y las tasas de producción de patentes según los países, que hay muchas correlaciones entre los países. Los países que más citan a otro país tienen un vínculo diasporaico; los países que más usan las patentes también lo tienen. O sea, hay una transferencia activa de tecnología a través de la diáspora. Cuando uno mira esas 173 redes se da cuenta de la pequeña parte que corresponde a Latinoamérica y el predominio de las redes asiáticas (86 redes) y de las africanas (51 redes), mientras que América Latina apenas tiene 25. Si se miran las orientaciones mayores, es mayor la relación de los asiáticos con Estados Unidos que la de Europa con el norte de África o con Latinoamérica.

## Perspectivas

Aquí voy a ser general. Una de las lecciones positivas es que existe una oferta grande de competencias por parte de la diáspora y eso se hace evidente cuando se ve esa cantidad de redes que hay. Es una oferta de calidad, en términos de intensidad del conocimiento y de las relaciones —es decir, en capital humano y en capital social—. Es una oferta motivada y dinámica; dentro de los expatriados, la fracción que se involucra demuestra mucha convicción. Hay una oferta con potencialidad grande, y eso es especialmente evidente en los casos asiáticos, porque ellos han podido llegar a los mejores centros de investigación del Primer Mundo, y lo hicieron a través de sus diásporas. Por ejemplo, la rápida emergencia de los chinos en las nanotecnologías está vinculada con todo un trabajo 'subterráneo' durante los años noventa de vinculación entre las academias en China Popular y las organizaciones en Estado Unidos.

Tampoco hay que preguntarse mucho por qué empresas multinacionales mueven algunos de sus centros más avanzados en Beijing o en India hoy en día. Cuando digo esto hay gente que piensa que, como prevalece la jerarquía norte-sur, a los chinos les están dando los centros de desarrollo tecnológico en los temas que nos son más estratégicos. Esto no es verdad. Recientemente, Bill Gates estaba abriendo un centro tecnológico en Beijing que está trabajando en el conocimiento más avanzado posible.

También quería referirme a unas interpretaciones equivocadas que se ven por ahí en cuanto a las diásporas china e india, porque se suele pensar que es una diáspora inmensa: hay 60 millones de chinos en el mundo y 20 millones de indios; dentro de ellos hay una gran cantidad de personas altamente calificadas y ellos tienen comunidades científicas consolidadas desde hace mucho tiempo. Hay una acumulación de capacidades previas que hacen que esos casos no se puedan comparar con ningún otro.

La otra interpretación tiene que ver con el hecho de que esas diásporas exitosas son, supuestamente, aquellas cuyas iniciativas se hacen solas, sin intervención pública y entre actores privados de ambos lados. Eso también se puede controvertir. La tercera es que hay una distancia y una rivalidad entre la diáspora y la comunidad científica local, lo que hace que la relación entre las dos sea inevitablemente difícil.

Esas tres interpretaciones pueden ser ciertas en parte, pero en parte no lo son. Se ve muy bien que hay una importancia mayor del factor político, en lugar de los factores locales previos que desempeñan un papel tremendo entre la relación de la diáspora y la comunidad nacional. El estado en India en donde se crearon todas esas PYMES en informática tiene un gobernador que fomentó el desarrollo de las PYMES de manera muy voluntariosa, pero con mucha inteligencia también. Es decir, cultivó el tejido empresarial local, capitalizó el potencial que encontró entre la comunidad local, sobre todo de matemáticos y físicos, y la vinculó con la comunidad de la diáspora de manera muy pensada.

En China, las academias científicas fueron las encargadas de liderar esa vinculación centralizada, porque ellas fueron las que desarrollaron el vínculo con las redes asociativas de científicos chinos en Norteamérica. Esas iniciativas políticas fueron reforzadas con el apoyo del gobierno central, tanto en China como en India. En India hay un alto comité de la diáspora, mientras que en China están atrayendo, con incentivos, a los científicos que salieron del país después de los sucesos de la Plaza de Tiananmen. Es decir, es una combinación de factores locales y decisión política.

Con la necesidad de actuar para el desarrollo de semejantes redes, considerando que hay una oferta de la diáspora y una demanda del país de origen —pues todos sabemos que los países en desarrollo requieren que haya una mayor inversión en ciencia y tecnología—, considerando también que las diásporas científicas son objetos muy especiales de la sociedad civil globalizada —porque las redes son asociaciones de voluntarios, pero son profesionales de muy alto nivel, con muy poco tiempo y muchas responsabilidades—, considerando que involucran a estados en ambas extremidades, pero también países representados por sus instituciones locales y regionales, todo eso nos lleva a pensar que es necesaria una intervención pública estatal, regional, institucional, para poder alcanzar las posibilidades que ofrece la opción diáspora.

Las modalidades para esta intervención son varias. Nosotros hemos explorado una de esas opciones en el Estado del arte de las diásporas científicas y técnicas, pero muchas de esas modalidades están dirigidas a los países del Norte, y a Francia en particular. Para países como Colombia, lo mejor sería mirar la creación de antenas locales, lo que Fernando Lema describió como antenas locales. Son plataformas técnicas y organizacionales para coordinar esas redes y ofrecer la posibilidad de que ocurran proyectos y actividades concretos entre la diáspora y la comunidad nacional.

Lo esencial en esa política de la diáspora y sus contribuciones al país de origen es la voluntad y la afirmación continua de un gobierno para que esto funcione. Yo vi, en París, en una videoconferencia entre la diáspora de varios países africanos y sus pares en los países de origen, cómo se peleaban los expatriados con sus pares del país de origen, y había casi una súplica en eso, decían: «ayúdenos a saber cómo les podemos ayudar, denos los caminos y los medios para lograr que nuestra contribución sea efectiva».

Quiero terminar con el caso de Colombia. Aquí, hace tres años, empezamos el estudio de una forma muy original de cooperación científica que fue esa diáspora de la Red Caldas, yo esperaría que

en unos años todo lo que se está haciendo en torno a ese tema en Colombia se vuelva de nuevo una referencia mundial.

Muchas gracias

### **Interviene el relator**

Es muy interesante reencontrarnos con Jean-Baptiste alrededor de estos temas de la diáspora de colombianos en el exterior y ver que es una falsa disyuntiva pensar en el retorno o pensar en la red externa, que lo importante es construir esa comunidad imaginaria que nos une alrededor de un solo nombre, Colombia. Y Colombia apostándole a la inteligencia y al conocimiento. Jean-Baptiste nos llama la atención sobre algo muy importante. Eso de las nuevas tecnologías de comunicación e información, la diáspora y la cooperación tecno-científica. El que se incrementen las diásporas también tiene que ver con la emergencia de las nuevas formas de comunicarnos en el mundo contemporáneo. Hoy es más fácil el intercambio entre científicos y el compartir esfuerzos con la comunidad de colombianos en el exterior.

Piensen en esa relación que hay entre estrategia cognitiva y lazo social. Y si no hay la intención de establecer ese punto de comunicación, si no hay la política pública que intente establecer de los académicos colombianos de volver a comunicarse con sus pares en el exterior, va a ser imposible que funcione la opción diáspora. Y la opción diáspora no sólo tiene que ver con esa angustia que nos planteaba Jean-Baptiste sobre el encuentro asiático, de los bien localizados compañeros afuera que nos preguntan cómo les podemos ayudar, sino cómo construimos conjuntamente espacios de encuentro y de trabajo colaborativo que nos permitan hacer de eso algo viable. Ese es un proceso que implica esfuerzos, tanto de política pública como de las comunidades científicas y de las instituciones del conocimiento.

Estoy de acuerdo con que las lecturas que se hacen sobre la diáspora a veces se quedan en la perspectiva economicista —qué es lo que da más beneficios— y aquí hay algo más importante que eso: qué comunicamos en esas redes. Lo que hay al final de cualquier chat en internet o de una videoconferencia es la intención de construir visiones compartidas de futuro respecto de una nación o de una región con base en el conocimiento. Jean Baptiste nos ha planteado la perspectiva de las redes socio-técnicas; las nuevas tecnologías de información y comunicaciones nos propician medios para aprovechar nuestros recursos afuera —y el dato es apasionante: sólo en Estados Unidos tenemos la misma cantidad de científicos que en el país— y cuáles serían las políticas que harían esto posible.

## **Preguntas**

P. Voy a hacer un poco de 'abogado del diablo'. ¿No cree que está confundiendo —al responder a la crítica del Banco Mundial, diciendo que no hay 41 redes sino 173— cantidad con calidad? De pronto ese número no quiere decir nada, porque puede haber redes que están muertas o que no están aportando mayor cosa. ¿No cree que si esas redes tuvieran verdadero éxito no sería tan difícil encontrarlas, no sería como navegar en un mar de islas? Si la labor de nuestra diáspora fuera importante, como red, sería visible. Por eso digo que sería más importante analizar más el aspecto cualitativo que el cuantitativo.

R. Yo también comparto muchas dudas en cuanto a la realización efectiva de las redes diaspóricas. Lo que pasa es que estábamos frente a una crítica que intentaba demostrar que había pocas redes y que las que había eran muy precarias. Nosotros también tuvimos la duda, científicamente hablando, pues veíamos que muchas de las redes que habíamos encontrado ya no estaban vivas y no producían muchas cosas. Fuimos a mirar lo que el terreno nos decía. Recogimos empíricamente la mayor cantidad de redes posible, y llegamos a esa cifra, que a nosotros mismos nos sorprendió. De las 173 redes que encontramos, hay 101 que están todavía activas y que tuvieron actividad visible a través de la Internet en la última semana anterior al estudio. Yo mandé mensajes al administrador o coordinador de la red para tener respuesta de sus actividades. Y obtuve una respuesta tangible de 101 redes. Esto no quiere decir que las otras no tengan actividad, sino que no se puede confirmar totalmente.

En cuanto a la calidad, sí hay una duda fuerte —y yo todavía la tengo— porque suponemos que muchas de esas redes son muy limitadas en sus desarrollos, que traen muy pocas cosas a sus países de origen (y la Red Caldas es una de ellas). Sin embargo, hay algunas que demostraron lo contrario y que llevaron a sus países PYMES, encuentros de investigadores, charlas universitarias, etc. Podemos criticar las redes, podemos endilgarles la culpa a unos o a otros, pero la realidad es que sí hay una oferta de la diáspora. ¿Qué es lo que nos impide capitalizar sobre ella? Si hay una diáspora y ella tiene una oferta, ¿por qué la vamos a rechazar? ¿Por qué, más bien, no buscamos la forma de hacerla fructífera y producir y desarrollar nexos? En cuanto a esos desarrollos, no son muy exigentes en recursos económicos, aunque sí lo son en coordinación y organización. Requieren, sí, compromiso político e inteligencia estratégica —y eso, estoy seguro, no falta aquí—.

P. José Daniel Muñoz, de la Universidad Nacional. Quería hacer un comentario. Yo pienso que existen dos redes Caldas. Una es la de los investigadores que forman núcleos en cada país, que forman una especie de asociación de investigadores para ayudar a Colombia, en las que se hacen intercambios, programas y cursos, etc., que han sido activas y han generado gran desarrollo. Yo conozco los casos de Suiza, Francia y Alemania.

Hay otra Red Caldas, que es la del correo electrónico, que sí funciona muy mal, porque la mayoría de los correos son solamente ruido. Uno de los problemas que tiene es que la mayoría de los investigadores que quieren participar en la red, tanto investigadores nacionales como en la diáspora, tienen responsabilidades y poco tiempo. Por eso, colegas de muy alto nivel terminaron retirándose poco a poco de la red. En esta segunda red lo que falta es control, un control de la misma comunidad, por ejemplo, que sólo se publiquen artículos recomendados por gente que ya esté publicando. La actividad de esa primera red sería la que habría que mostrar en la internet y mantener actualizada.

R. Gracias por su comentario. Lo que ocurrió en la red electrónica fue un problema de comunicación muy conocido, un ruido en términos de comunicación. Hubo una proliferación de mensajes que escondió la producción de actividades más concretas y eso se vio en muchas redes, sobre todo con el entusiasmo inicial de Internet en los años noventa. Y es verdad que muchos otros nodos de la Red Caldas subsistieron, como es el caso del nodo de Nueva York, que tiene una vida independiente. Eso es lo propio de las redes, se difunden y después tienen sus vidas propias, sin que las controlen totalmente. El papel de una organización gubernamental es más de gobernabilidad, de facilitar las actividades de relaciones, de encuentro y de comunicación, pero su papel no es dirigir las.



---



Conferencia magistral

# LA MALLA COMPUTACIONAL Y LOS NUEVOS DESARROLLOS EN SISTEMAS DE INFORMÁTICA

Ronn Perrot\*

Primero quisiera expresar mis agradecimientos a la directora general y a Colciencias por esta invitación. Estoy fascinado de estar aquí y de ver lo que se está haciendo en Colombia; espero que en el futuro tengamos posibilidades de cooperación y comunicación entre nosotros en las áreas de mutuo interés. Quiero disculparme con ustedes, pues no sé hablar español —a mí sólo me enseñaron latín y francés y ya los olvidé ambos— y agradezco, de paso, a los traductores, quienes deben hacer un esfuerzo mayor que el mío.

Quiero contarles sobre esta nueva iniciativa que se ha dado en Reino Unido, Europa, Estados Unidos, Japón y en la Cuenca del Pacífico: la malla computacional. Es una nueva manera de hacer investigación en proyectos grandes y exigentes en el tema comercial y científico. Eso ya es un hecho y va a estar con nosotros de aquí en adelante. Es un componente muy importante para quien quiera hacer investigación, porque la investigación, por ahora, no ha sido global; la mayoría de los problemas en las ciencias y en la investigación requieren grandes equipos de grandes países, diferentes institutos y diferentes universidades para solucionarlos. Reino Unido ha visto las ciencias electrónicas y la computación en malla como la respuesta a estos problemas. Voy a dividir la charla en dos partes. Voy a hablar de la estructura en Reino Unido y la forma como hemos implementado esta visión de la nueva investigación colaborativa y nuevas formas de trabajar juntos. Una de las cosas más importantes en Reino Unido es la educación. Muchos gobiernos la han apoyado, pero este gobierno ha invertido mucho dinero en educación y en mejorar el sistema educativo en todos los niveles, incluyendo la investigación en las universidades.

Para darles una idea de la estructura de gobierno de Reino Unido. Hay un Primer Ministro, que actualmente, como ustedes saben, es Tony Blair; luego siguen los ministerios, que nosotros llamamos departamentos, y el que tiene que ver con la financiación de la investigación es el Secretario de Estado para la Industria y el Comercio. Este departamento asigna recursos para investigación en las universidades y en las industrias. También está el Ministro de Ciencia, y debajo de él está una persona que es crítica, el Director General de los Consejos de Investigación —DGRC—. Este es un

---

\* Director del Belfast e-Science Centre Queen's University, en Irlanda. Matemático, doctor en Ciencias de la computación de la Universidad de Belfast. Ha estado vinculado laboralmente con el Centro de Investigación de la NASA, con el Instituto de Ginebra para la Informática y con el Departamento de Informática de Zurich.

cargo temporal, que sólo se puede ejercer durante cinco años, y la persona es elegida por méritos, por un concurso.

En el año 2000, por primera vez, el Director elegido fue un científico de los computadores —antes hubo físicos, químicos, etc.—: John Taylor, quien tenía la visión de que las ciencias de la computación en Reino Unido iban a tener que ampliarse para incluir la investigación colaborativa a nivel global, para poder contribuir a los progresos en la salud, la medicina, las ciencias sociales, la física, la química y la ingeniería. Él es muy importante porque obtiene el presupuesto y lo distribuye a través de los Consejos de Investigación, que son siete. Es una persona muy influyente y puede convencer al gobierno de que invierta dinero en esa visión y puede construir y financiar los Consejos de Investigación para que la visión se haga realidad.

La investigación en Reino Unido está estructurada en siete Consejos de Investigación: el Médico, el de Biotecnología y Ciencias Biológicas, el de Entorno y Medio Ambiente, el de Ingeniería, Ciencias Físicas y Astronomía, el de Ciencias Sociales y Económicas y, finalmente, hay un Laboratorio Central. El Laboratorio opera a nivel nacional; pueden ver que cada uno de los Consejos se especializa en un tema determinado y todos tienen el dinero necesario para ayudar en esta visión de las ciencias electrónicas. Para darles una idea de lo que es el presupuesto, les voy a poner el ejemplo del Consejo Médico que, entre los años 2001 y 2002, tuvo un presupuesto de 300 millones de libras. Ingeniería y Ciencias Físicas, que tiene el presupuesto más alto, tuvo en esos años alrededor de 440 millones de libras. En el año 2006 estos presupuestos se van a duplicar, porque vamos a entrar en un nuevo período y va a haber más financiación para estos proyectos. De manera que estos Consejos de Investigación son clave para financiar proyectos en las universidades y en la industria.

En el año 2001 se lanzó el Programa de Ciencias Electrónicas con un presupuesto totalmente nuevo. Tiene dos fases: la primera cuesta alrededor de 200 millones de dólares y la forma como operaba al principio es que 30 millones de libras entraron a este proyecto para manejar los temas centrales de todos los Consejos de Investigación, es decir, las redes y los vínculos entre los diferentes Consejos y el software que se necesitaba para la iniciativa. Los Consejos recibieron estas grandes cantidades de dinero para poder adelantar proyectos en colaboración, alrededor de la visión de las ciencias electrónicas. También tenemos un súper centro de cómputo en Reino Unido, que es el quinto más grande del mundo, que también recibió financiación a través de un esquema distinto. Todos estos recursos son nuevos.

Para que la comunidad realmente se entusiasme con la idea de esta nueva tecnología, se nombró un Director para el Programa de Ciencias Electrónicas, Tony Haig, un académico de la Universidad de South Hampton, quien fue nombrado para un período de cinco años e hizo un trabajo realmente sensacional, a tal punto que el mes pasado fue nombrado vicepresidente de Microsoft en una división que se llama Computación Científica. Es la primera vez que Microsoft se fija seriamente en el tema de la computación científica; y si Tony Haig hace siquiera la mitad de lo que hizo en el Programa de Ciencias Electrónicas, Microsoft se va a tomar mucho más en serio este tema.

Tenemos, pues, dos campeones en este Programa de Ciencias Electrónicas: John Taylor, que fuera el Director de los Consejos de Investigación, y Tony Haig, que motivó a la comunidad industrial. Hay una estructura en Reino Unido para asegurar que este programa se coordine bien, que haga lo que tiene que hacer, y esta estructura está basada en subcomités. El Consejo Directivo hace que toda la investigación se comparta a nivel de todos los Consejos y luego el grupo asesor técnico se

encarga de darle la dirección técnica que requiere el Programa. Dados los recursos y la estructura, a Reino Unido le interesa que esto produzca resultados concretos, tanto en términos de investigación académica como en resultados comerciales e industriales.

La situación actual es que tenemos la web que nos da acceso uniforme a unos documentos. Es una rápida enciclopedia del conocimiento en forma contextual en el mundo entero y se puede acceder a ella desde cualquier parte del mundo. El siguiente paso hacia arriba es la malla; se puede hacer la analogía con la malla eléctrica: cuando uno viaja a cualquier parte del mundo puede conectar su máquina de afeitar y no importa la marca de la máquina o el sitio en donde esté o qué tipo de electricidad usa, el caso es que puede funcionar con la red eléctrica. Es lo mismo en este caso. Si se tiene una malla computacional, y uno se conecta, puede obtener los recursos que necesita. La malla es un acceso flexible a recursos significativos.

Si la malla es fácil de utilizar y es transparente, se puede tener acceso a una gran gama de computadores, súper computadores, clusters, grandes catálogos de software, librerías, información de los diferentes sensores. Los archivos de datos son una parte muy importante de la malla. Una base de datos sobre el genoma humano, por ejemplo. En la parte empresarial hay una parte muy importante de la malla que le permite a uno conectarse con colegas en cualquier parte del mundo y uno puede tener una página en esa malla para tener acceso a conexiones a nivel internacional y, si uno está viajando, eso ahorra mucho tiempo, esfuerzo y dinero. Nada de lo que he dicho hasta ahora es nuevo. No hay ninguna revolución en esto, lo que hay es una evolución.

La razón es que se han desarrollado unas tecnologías que, al unirse, dan como resultado esta evolución. En primer lugar, la internet, que es una estructura importante; la banda ancha ha aumentado dramáticamente; la velocidad de la conexión a internet está aumentando todo el tiempo; la cantidad de servicios disponibles en esta infraestructura que es la Internet también está aumentando y los servicios se están volviendo cada vez más sofisticados. La segunda razón es que el precio del almacenamiento o de la capacidad de almacenamiento ha disminuido, de manera que ahora uno puede comprar mucho más espacio para almacenar información y los archivos de datos cada vez están creciendo más. El tercer factor es una mayor disponibilidad de computadores y otros recursos computacionales, hay muchos más clusters disponibles en el mundo entero, hay muchos súper computadores, y también el precio de estos recursos ha ido disminuyendo. El punto final son los avances en los conceptos de las aplicaciones; los ingenieros y los científicos ahora entienden mucho más cómo son los diseños basados en la simulación, entienden más sobre la ingeniería colaborativa. Empresas como la Boeing o la Rolls Royce ya saben cómo hacer más fácilmente los planos de sus productos haciendo un poco en Estados Unidos y otro poco en Europa. Estos cuatro aspectos han madurado y, por eso, la ciencia electrónica ya está a nuestro alcance.

El término e-Ciencia se lo inventó John Taylor, quien, como ya les dije, era el Director de los Consejos de Investigación. Él la definió como una ciencia que se hace a través de una colaboración global distribuida en diferentes partes del mundo por medio de la Internet. Quiere decir que todos trabajamos juntos y tenemos algo en común y podemos hacer una contribución a un proyecto o a una investigación. La ciencia requiere todos los aportes que uno le pueda dar. Las ciencias electrónicas implican unas conexiones muy grandes de datos y recursos de alto desempeño. Por eso, las ciencias electrónicas necesitan colaboración y la utilización de recursos distribuidos por todo el mundo. Eso es lo que permite la malla: reunir todos esos recursos. La malla es la herramienta necesaria para hacer una investigación o una búsqueda en el siglo XXI. Es posible hacer una investigación

sin la malla computacional, pero es un poco más difícil llegar a todos los recursos necesarios para concluirla si no se tiene la malla. También son necesarios el middleware, el software, el hardware, para acceder, procesar y almacenar grandes cantidades de datos. La malla es la que va a permitir la ciencia electrónica.

Para terminar esta parte voy a cita a Tony Blair, quien, en un discurso que pronunció ante los científicos el 23 de mayo del 2002, dijo: «la malla en Reino Unido tiende a ser depósitos de datos y da las facilidades experimentales tanto como la web facilita el manejo de la información». Nunca antes en la historia de la ciencia o la investigación o la ingeniería en Reino Unido un primer ministro había dicho algo semejante sobre la investigación y el desarrollo tecnológico. Ése fue un impulso que él le dio a las ciencias electrónicas, porque teníamos el respaldo del Primer Ministro dentro de toda la cadena del gobierno, porque es factible, y muchos de ustedes lo saben, iniciar el proceso de convencimiento sobre la importancia de la investigación desde abajo, desde los científicos hasta llegar a los políticos, pero ese proceso toma mucho tiempo; pero si es el Primer Ministro quien reconoce esa importancia, las cosas se facilitan más.

Es necesario tener un Programa de Ciencia Computacional en Reino Unido para poder tener una infraestructura y las instalaciones necesarias para las próximas etapas de la investigación colaborativa en diferentes áreas que son importantes a nivel de la academia en Reino Unido y de centros de investigación que pueden hacer contribuciones en medicina, en genética, en biociencias, en física, en ciencias ambientales, en ingeniería, en ciencias de materiales, en química, en ciencias ambientales.

Creamos este Programa en el 2001; creamos una malla y hemos tenido la responsabilidad de desarrollar un middleware que tiene normas abiertas y que no es de propiedad de nadie; creamos las instalaciones para apoyar el trabajo; hay un equipo de personas que garantiza que la malla esté funcionando de manera eficiente y efectiva, y, finalmente, tenemos la participación internacional. Esto es importante porque Reino Unido no quería hacer este trabajo sólo, sino con ayuda internacional.

Se abrió un concurso para las universidades que tuvieran centros computacionales y las ganadoras fueron Oxford, Cambridge, Imperial, Manchester, South Hampton, New Castle, Belfast y Edimburgo, entre otras. Edimburgo se convirtió en el centro nacional, mientras que los otros son centros de ciencia electrónica regionales. Tenemos, pues, una malla nacional en la que todos estamos intercomunicados por nuestra red de alta velocidad, la súper red, y todas estas universidades contribuyeron, con sus propios recursos, a conformar la red. Nosotros donamos parte de nuestro súper computador; Edimburgo hizo lo mismo; Manchester contribuyó con un computador de visualización grande; Cambridge y Oxford, con archivos de datos de los resultados médicos de los diferentes hospitales, y así sucesivamente.

Así se construyó la malla computacional en la que tenemos el servicio de red nacional, que está a disposición de los investigadores de Reino Unido y de sus contrapartes. Pero no es un centro de computación, porque en un centro de computación uno sabe exactamente qué tantos computadores tiene y cuándo están disponibles; la malla es algo dinámico, no hay un control central y no se sabe qué recursos hay, porque los recursos entran y salen. El modelo del centro computacional nacional ya no se tiene. Estos centros, inicialmente, eran centro de información para las regiones y tenían un cubrimiento local. Hoy son parte de la malla.

Otra cosa que es importante es que, por participar el gobierno en el proyecto, el departamento que se ocupa del desarrollo industrial y comercial vio un gran potencial en la malla y puso a disposición más fondos, que se distribuyeron así: cada uno de los centros recibió un millón de libras esterlinas adicionales para proyectos industriales sobre la base de que si una compañía contribuía con una libra, el centro podría sacar una libra de ese millón, lo que significa que la compañía contribuía con el 50% de la financiación para adelantar el proyecto en esta malla. Tenía que ser un proyecto de ciencia electrónica que fuera un modelo industrial o comercial. Este esquema ha tenido muchísimo éxito, porque ha permitido que también se involucre el sector industrial y comercial. Todos los centros que son parte de la red han donado recursos y han adelantado proyectos con la academia y con el sector industrial.

Después de la primera fase, que duró dos años y medio, el gobierno envió unos evaluadores para ver si los resultados de la ciencia electrónica habían tenido impacto. Se encontró que, después de dos años, estaban participando alrededor de cien compañías en proyectos con excelentes resultados. A raíz de esto, el gobierno aumentó la financiación del programa para dos años más. Inicialmente fue una financiación de 118 millones de libras para los primeros tres años y luego se recibieron 150 millones adicionales para los siguientes dos años. Para la fase dos, además de mantener muchos de los componentes de la fase 1, se introdujeron componentes nuevos: por ejemplo, un instituto de infraestructura que retoma todos los softwares que se desarrollaron en el Programa de Ciencia Electrónica y les dan rigurosidad industrial, es decir, les dan un uso industrial para que las empresas se los apropien. También se incluyó el centro de depuración nacional, que hace la depuración de los datos que hay en todos los centros.

¿A dónde nos llevará todo esto en Reino Unido? Las ciencias electrónicas fueron la iniciativa, estaban a la vanguardia de todas estas actividades dentro de la malla computacional, pero tienen por objeto darnos la base para infraestructura industrial sólida y la idea es producir un software que tenga utilidad industrial para facilitar los negocios electrónicos a través de la malla.

Quisiera, para terminar, hablar sobre los proyectos que se están realizando en la Universidad de Belfast y, específicamente, en el Centro de Ciencias Electrónicas de Belfast. En este programa de ciencias electrónicas hay proyectos muy interesantes y muchos de los centros tienen un portafolio de proyectos. Uno de los proyectos que se están adelantando en la Universidad de New Castle nos da una muy buena idea sobre lo que es la malla computacional y el impacto que tiene a nivel industrial. Intervienen la Universidad de Oxford y dos compañías más: Rolls Royce, que hace motores para aviones, y una compañía de software, que trabaja en mantenimiento de datos, principalmente. Los motores son una parte crítica de los aviones, porque hay que hacerles mantenimiento permanente y tienen una vida finita, pueden desarrollar errores que afectan la rentabilidad de la aerolínea y poner en peligro a los pasajeros.

La Rolls Royce hace unas mediciones en la fábrica para ver si el motor está funcionando, en qué momento necesita mantenimiento, etc. En la malla hay un proyecto que ayuda en estas mediciones. Ellos quieren los datos de vibración del motor cuando el avión está en vuelo; si pueden coger esos datos, pueden analizarlos y determinar en qué momento hay que hacerle mantenimiento al motor; pueden comparar el comportamiento de las vibraciones, si encuentran un problema, pueden revisar la base de datos para saber si el problema se ha presentado antes y qué medidas deben tomar para corregirlo. Quieren, pues, que la malla les ayude a detectar problemas en los motores, a

detectar problemas similares, problemas conocidos y no conocidos y a determinar con base en los datos históricos cuáles son las causas de los problemas.

Ahora sí voy a entrar a describirles algunos de los proyectos del Centro de Belfast. Todas las grandes compañías del Reino Unido están cerca de Londres; nosotros tenemos compañías, pero la mayoría son pequeñas. Sin embargo, para nosotros fue una gran sorpresa que las compañías pequeñas lograran identificarse con la malla computacional, la vieron como el siguiente paso de la Internet y muchos se dieron cuenta de que podíamos ser una buena oportunidad para ellos, que había potencial. Por ejemplo, una compañía de software puede vender sus productos a través de la malla, porque la malla no sólo ofrece posibilidades para resolver problemas, sino que también facilita la distribución de los productos.

Los proyectos del Centro de Ciencias Electrónicas de Belfast son: GridCast, con la BBC; OpenRiskGrid, con el sector financiero; GEDDM, que tiene que ver con la minería de datos de alto rendimiento, que es algo crítico para muchas empresas, pues tiene que ver con el patrón de compra de sus clientes; GeneGrid de bioinformática, que tiene que ver con tejidos cancerosos; GridMil, que es una malla militar. Cada uno de estos proyectos tiene sus propias necesidades y exigencias.

Voy a referirme específicamente a uno de los proyectos, el RiskGrid, de servicios financieros. La empresa es una compañía de derivados financieros que tienen que ver con acciones de distintas partes del mundo. Esta empresa tiene un modelo matemático para hacer la predicción de la evolución de las acciones, para lo cual tienen actuarios, matemáticos, etc. Para estos modelos se necesitan datos históricos del mercado accionario y datos actuales del mercado y cuanto mejores sean los datos, mejor va a ser el modelo y más posibilidades van a tener las empresas de ganar dinero. Ellos tienen que trabajar muy rápidamente, dada la movilidad del mercado accionario, y si pueden mejorar su modelo, aunque sea en un 1%, eso les representa una ganancia multimillonaria. Este proyecto se ha hecho conjuntamente con otras dos compañías, norteamericanas ambas.

El sector financiero es cíclico. Cuando el sector financiero está abierto en Estados Unidos, es posible que no lo esté en Asia o en Europa. A medida que avanza el reloj va pasándose de un ciclo a otro. Los mercados accionarios tienen comercializadores que compran y venden acciones y el movimiento es internacional, de tal manera que se generan datos continuamente. La idea es tomar estos datos para incluirlos en una malla global y tener acceso a ellos. Básicamente, estamos trabajando con los mercados accionarios de Londres y Nueva York. Uno de los términos que se usan es el del Riesgo Ad Valorem que es parte de su modelo. En los ochenta tomaban los cien factores clave y los usaban en un modelo; tomaban las unidades comerciales y su posición con respecto a los factores, los ingresaban al modelo y agregaban todo para expresar un valor determinado del portafolio en el futuro.

En la década de los años noventa se combinó con las cifras de pérdidas y ganancias de las compañías y se volvió sumamente interesante para las empresas esta estadística. En 1994 J. P. Morgan sacó este servicio de medición de riesgo y lo distribuía gratis a través de la internet. Esa es una fuente muy efectiva de datos y de información para estas compañías que trabajan con derivados financieros. Estas compañías son muy buenas en las matemáticas y en la modelación, pero no son muy buenas en ciencias electrónicas. Ellos han usado unas máquinas paralelas que se llaman SIMD, que es una paralelización de datos múltiples para una instrucción única, pero eso es realmente primitivo si se le compara con lo que hay hoy en día.

Hemos tratado de usar clusters para reunir lo que hay en los diferentes computadores en las oficinas y también un poco de computación distribuida en el mismo sitio a través del SMP, el multiprocesador simétrico, pero hay todavía muchos problemas, pues han usado todo dentro del mismo dominio administrativo; les faltan normas porque a veces usan bases de datos que son incompatibles con la medición de riesgos de J.P.Morgan y esas cosas son impedimentos para el buen funcionamiento del modelo. Dependen de los cálculos de la ventaja competitiva; requieren una labor intensiva de computación, porque el trabajo es intensivo en datos. El acceso a los datos se está volviendo el cuello de botella, y si se puede aumentar el desempeño en materia de datos van a lograr muchas ganancias.

Esto es, apenas, un ejemplo del sistema prototipo que estamos desarrollando para esta compañía: usamos un subconjunto de los datos internacionales. No quiero terminar sin antes inyectarle un poco de realismo a esta charla. Cualquier compañía que se pase a este sistema tiene que cambiar la forma como hace sus negocios; necesita un sistema de evaluación de riesgos en tiempo real y se tiene que acostumbrar a ello, porque eso es lo que le da el sistema de la malla, buen desempeño, es decir, poder utilizar los recursos de tal manera que se puedan resolver los problemas de manera efectiva. El costo es clave porque va a poder usar recursos que antes estaban inutilizados y eso va a reducir los costos. La resiliencia o la flexibilidad tienen que ser importantes para el negocio y adaptarse a cualquier situación y superarla sin causar daños.

Se ha hablado mucho sobre las mallas computacionales y ya se las está viendo como la pancea, sólo son adecuadas para ciertos proyectos; la tecnología está lejos de estar completa, aunque la seguridad ha mejorado muchísimo y éste es un factor muy importante, sobre todo para las entidades financieras. Las normas para la malla todavía faltan, aunque se está trabajando en ellas; es muy difícil lograr esos estándares para las mallas. Las interfaces se están mejorando. Las mallas representan nuevos desafíos para todo el mundo. Las licencias de los softwares siguen siendo un problema serio, porque uno puede tener la licencia de un software para un computador, pero ¿cuánto cuesta la licencia para usarlo en esa malla? La propiedad intelectual también es un problema delicado, porque todavía no hay normas que regulen la situación de la propiedad intelectual en una malla, sus implicaciones sociales, políticas, legales y económicas, todo eso hay que resolverlo. Hay que desarrollar conciencia sobre el beneficio de las mallas. Hay una convergencia de servicios de malla y web y en el futuro será muy evidente esa fusión. La informática se considera hoy como la clave del futuro y mucha gente piensa que la malla computacional va a ser la columna vertebral de la informática.

Muchas gracias.

## Preguntas

P. ¿Podría ampliar un poco más el tema de las estructuras organizacionales que administran este tipo de redes o mallas computacionales?

R. Este sistema exige mucha colaboración con los centros administrativos de las universidades y de los centros institucionales a través del país, porque todos tienen que participar en el proceso. Si alguien ha sido director de una malla computacional en una universidad o en un instituto y se ha sentido el dueño de esa red, no va a entregar información al primero que le diga que comparta

su información con otros, pues van a compartir de ellos. Es muy difícil que se logre ese intercambio, porque es muy difícil soltar el control de esos recursos para volverse parte de la malla.

La red nacional que nosotros tenemos está coordinada a través de un centro de apoyo y de operación de la malla y son ellos los que negocian los contratos de servicios cuando alguien quiere unirse a la malla. Si la Universidad de Liverpool, por ejemplo, decide entrar a la malla, eso significa que todos sus recursos van a entrar a la malla. Para lograrlo, tienen que negociar con este centro administrativo los términos y las condiciones sobre qué van a aportar ellos: si es el 50% del capital, si son máquinas, si es un cluster, por cuánto tiempo lo van a hacer, si ellos tienen el apoyo necesario para ofrecer estos recursos, etc. No es que el centro sea el gerente de la malla o que la administre, simplemente actúa como coordinador.

P. En Colombia se está desarrollando un sistema en el que participan universidades de Bogotá, Medellín, Barranquilla, Bucaramanga, Cali, Pereira, entre otras. ¿Cree que sea posible que ese sistema se convierta en una malla?

R. No conozco mucho sobre Colombia, pero lo importante es que la red esté, que tenga el soporte de una banda ancha de suficiente velocidad y capacidad para unir a todos los centros. Si esto no existe, la malla no puede existir, porque no tiene sobre qué tenderse. Ustedes pueden ver estudios muy interesantes sobre esto. En California, que es un estado eminentemente agrícola, se decidió cambiar la orientación productiva y ahora quieren volverse líderes en informática. El gobernador del estado se hizo el abanderado de este proyecto y empezó a invertir muchos recursos en las redes de comunicaciones y una vez que se mejora la red de comunicación se aumenta la visión de los investigadores. Con esto se les abren los horizontes a los investigadores para desarrollar muchas cosas y teniendo esa infraestructura es posible hacer investigación en cualquier parte del mundo. Eso está pasando en Reino Unido y en Estado Unidos, y espero que pase aquí muy pronto.

---

Simposio satélite II

# CENTROS DE INVESTIGACIÓN DE EXCELENCIA

Moderador: Miguel Tobar.  
Jefe (E) Programa Nacional de Biotecnología

## Participan:

**Leonel González.** Tutor de la Cátedra sobre la Sociedad del Conocimiento. Área de Sociedad, Cultura e Innovación. FLACSO sede México.

**John Mario Rodríguez.** Director Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos.

**Elena Stashenko.** Directora Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales, Aromáticas y Medicinales Tropicales.

**Jaime Robledo.** Director Centro Tuberculosis: la Investigación Integrada a la Salud Pública para Mejorar su Control.

**Hernando Ariza.** Investigador principal Centro de Excelencia en Nuevos Materiales.

## Interviene Miguel Tobar

El objetivo de la convocatoria de centros de excelencia es introducir, en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, estructuras investigativas y de innovación que tengan sostenibilidad y visibilidad internacional en sectores estratégicos para el desarrollo del país. Es decir, hay dos palabras clave: sostenibilidad y visibilidad. Por otro lado, que hagan, desde la investigación y la innovación, aportes a la solución de los problemas estratégicos para el país.

Entre sus objetivos están el fortalecimiento de la actual capacidad investigativa del país en áreas estratégicas, mediante mecanismos de asociatividad. Aquí viene un nuevo concepto. Ya no es el trabajo individual de cada grupo de investigación sino un consorcio de grupos de investigación que trabajan en temáticas afines, entre grupos e instituciones del Sistema y que promuevan programas de investigación. El otro concepto es programa de investigación: pasamos de financiar proyectos a financiar programas de investigación en los que el consorcio tenga una agenda de investigación a mediano y largo plazos.

Se promueve también la inserción de la investigación y la innovación en Colombia con estándares internacionales, se realiza investigación en la frontera del conocimiento y se promueve la formación de recurso humano de soporte a los programas nacionales doctorales y a la formación de jóvenes investigadores.

Nos basamos en experiencias internacionales que se vienen desarrollando, por ejemplo, en Chile con la iniciativa Milenio; en México, con la consolidación de un Plan de Desarrollo de Investigación a 2014; en Brasil, con el Sistema Integrado de Cofinanciación de Investigaciones entre universidades y empresas en sectores prioritarios, y en España con la identificación de áreas prioritarias de investigación.

Un centro de excelencia es una red nacional de grupos de investigación del más alto nivel articulada alrededor de un programa común de trabajo en un área científica y tecnológica considerada como estratégica para el país. Dentro de los centros de investigación de excelencia van a trabajar grupos de investigación de los sectores académico y productivo y de los centros de desarrollo tecnológico. Un grupo de investigación científica es un conjunto de personas que se reúnen para realizar investigación en una temática dada, formulan uno o varios problemas de su interés, trazan un plan estratégico de largo o mediano plazo y producen resultados de conocimiento e innovación sobre la temática de interés.

Los requisitos que estableció la convocatoria para la presentación de consorcios o centros de excelencia fueron: que los grupos de investigación fueran reconocidos a septiembre 10 del 2004; que desarrollaran investigación en la frontera del conocimiento; que apoyaran la formación de recurso humano a nivel de postgrado y de jóvenes investigadores; que mantuvieran agendas de cooperación a nivel internacional; que realizaran apropiación social del conocimiento generado, y que tuvieran un compromiso explícito con la protección de la propiedad intelectual y el patentamiento. La composición mínima de estos consorcios es de tres grupos de investigación reconocidos y mínimo tres instituciones participantes. El financiamiento de estos consorcios se hace con un aporte de Colciencias de 1,7 millones de dólares a cinco años; para el seguimiento, se hace una evaluación técnica y financiera de cada uno de los consorcios a los dos años y un informe final a los cinco años. Dependiendo de esta evaluación técnica y financiera puede haber una financiación complementaria hasta por un 50% del aporte inicial durante tres años más.

Cómo se seleccionaron las áreas estratégicas y cuáles son. En primera instancia, Colciencias hizo la convocatoria de grupos de investigación de la Red ScienTI en la que se han registrado alrededor de 3.800 grupos de investigación; se hizo un análisis de los grupos de investigación y de su calidad; se analizó cuáles de estos grupos soportan los programas doctorales nacionales y se consideraron las líneas estratégicas que tenían los 44 programas doctorales que encontramos. Colciencias le propuso al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología ocho áreas: biodiversidad y recursos genéticos; enfermedades infecciosas prevalentes en áreas tropicales; modelamiento y simulación de fenómenos y procesos complejos; cultura, instituciones y desarrollo; materiales avanzados y nanotecnología; desarrollo energético; biotecnología, innovación agroalimentaria y agroindustrial y tecnologías de información y telecomunicaciones.

En cuanto a los centros de excelencia, se presentaron 44 propuestas, 21 de las cuales cumplían todos los requisitos, 18 tenían requisitos subsanables y cinco fueron rechazadas por no cumplir los requisitos. Por áreas temáticas, cinco se presentaron en enfermedades transmisibles prevalentes

en áreas tropicales; seis en biodiversidad y recursos genéticos; seis en biotecnología e innovación agroalimentaria; cinco en materiales avanzados y nanotecnología; seis en modelamiento y simulación de fenómenos y procesos complejos; dos en desarrollo energético; una en tecnologías de la información y telecomunicaciones, y ocho en cultura, instituciones y desarrollo.

En biodiversidad y recursos genéticos, se presentaron el consorcio en investigaciones en biodiversidad, el consorcio en biodiversidad del neotrópico, el consorcio en aprovechamiento de la biodiversidad para solucionar problemas de VIH/SIDA, el consorcio en aprovechamiento de la biodiversidad y recursos genéticos de microorganismos y el consorcio en biodiversidad y recursos genéticos.

En biotecnología e innovación agroalimentaria y agroindustrial se presentaron uniones temporales en bioinformática, en agroindustrialización de especies aromáticas y medicinales tropicales, en biotecnología de frutales andinos, en aprovechamiento agroindustrial sostenible de productos colombianos, en mejoramiento vegetal no convencional en cultivos de importancia en Colombia y en innovación tecnológica de excelencia en agricultura saludable.

En cultura, instituciones y desarrollo se presentaron ocho uniones temporales: la Red de Estudios sobre Nación, Región y Desarrollo, la unión temporal de Red de Estudios Fronterizos, el Centro de Excelencia en Dinámicas Regionales, la unión temporal Observatorio para el Desarrollo, la unión temporal Grupos Étnicos, Raciales y Desigualdades Sociales, la unión temporal Historia y Prospectiva de la Universidad Colombiana, la unión temporal Luis Omas y la unión temporal Región y Conflicto.

En desarrollo energético se presentaron la unión temporal Centro de Excelencia en Investigación para el Desarrollo Energético y la unión temporal Centro de Excelencia en Recursos Energéticos Sostenibles. En enfermedades infecciosas en áreas tropicales se presentaron los siguientes consorcios: unión temporal Centro de Investigación en Infecciones Virales, Patogénesis, Neurovirología y Terapia génica; la unión temporal Centro de Investigaciones de Productos Bioactivos Colombianos; el Consorcio para la Investigación y el Manejo Integral de la Malaria; la unión temporal Alerta Temprana de Epidemias de Enfermedades Transmisibles por Vectores, y la unión temporal de Investigaciones en Tuberculosis, la Investigación Integrada a la Salud Pública para Mejorar su Control.

En materiales avanzados y nanotecnología se presentaron la Unión temporal Centro de Investigación en materiales avanzados; la unión temporal Centro de Excelencia en Nuevos Materiales; la unión temporal Centro Internacional en Materiales y Nanotecnología, la unión temporal Centro de Nuevos Materiales para el Desarrollo Tecnológico y la unión temporal Centro de Investigaciones en Cerámicas Avanzadas. En modelamiento y simulación de fenómenos y procesos complejos se presentaron la unión temporal Centro de Investigaciones en Fenómenos y Procesos; la unión temporal Centro de Desarrollo de Modelos Animales Experimentales para la Investigación Biológica y Biomédica; el Centro Multidisciplinario de Modelamiento y Simulación, el Centro de Excelencia para el Modelamiento, el Diseño, la Fabricación, la Caracterización y la Evaluación de Biomateriales Sustitutos para Tejidos; la unión temporal Centro de Investigación en Modelación y Simulación en Sistemas Complejos para el Desarrollo; la unión temporal Centro de Investigaciones sobre Complejidad Ambiental y la unión temporal Centro Colombiano de Excelencia para la Evaluación Social y Económica en Salud Pública. En tecnologías de la información y las telecomunicaciones se presentó un consorcio con un programa en la temática de inclusión digital.

El proceso de selección se hizo mediante una convocatoria pública a pares internacionales, quienes evaluaron las propuestas y visitaron los centros de investigación de los consorcios; hubo una selección por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de seis centros de excelencia, de los cuales se crearon tres centros en el 2004 y un centro en el 2005 y se crearán los dos restantes en el 2006. Se decidió comenzar el programa financiando cuatro centros y se va a abrir una convocatoria para la financiación de los dos restantes en las cuatro temáticas que quedaron sin financiamiento en la primera convocatoria. Las áreas estratégicas en las cuales se crearon los centros de excelencia fueron definidas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología con base en los sectores prioritarios para el desarrollo del país y de acuerdo con la evaluación de los pares.

Los criterios de selección fueron la calidad, la originalidad y la relevancia de las propuestas de investigación; la competencia científica y la capacidad de formación de nuevos investigadores; la productividad científica de los grupos integrantes del consorcio (en cuanto a publicaciones, patentes, formación de recurso humano, etc.); la vinculación de grupos de menor desarrollo en el consorcio; las estrategias de vinculación con el sector productivo o con usuarios potenciales de los resultados de la investigación; la adecuación del presupuesto y de la financiación solicitada a los objetivos y actividades propuestos en el programa, así como las fuentes complementarias de financiación. Es decir, hubo una evaluación técnica y financiera de la viabilidad de los consorcios.

Los consorcios seleccionados fueron:

En biodiversidad y recursos genéticos, el Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos, Ciebreg, con proyecto sobre la valoración de los bienes y servicios de la biodiversidad para el desarrollo sostenible de paisajes rurales colombianos, complejo regional de los Andes. En este consorcio participan la Universidad Tecnológica de Colombia, la Pontificia Universidad Javeriana, el Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt; el coordinador del consorcio es el doctor John Mario Rodríguez.

En biotecnología e innovación agroalimentaria y agroindustrial se escogió al Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales, con su propuesta de estudiar las especies vegetales promisorias para el desarrollo competitivo y sostenible de la agroindustria de esencias, extractos y derivados naturales de Colombia. Las universidades que integran este consorcio son la Universidad Industrial de Santander, la Universidad de Cartagena, la Universidad Tecnológica de Chocó y la Universidad de Antioquia; el coordinador de dicho consorcio es la doctora Elena Stashenko.

En enfermedades prevalentes en áreas tropicales, el consorcio seleccionado fue el de Tuberculosis: la Investigación Integrada a la Salud Pública para Mejorar su Control; el programa que sustenta el consorcio tiene el mismo nombre y las entidades participantes son la Universidad de Antioquia, el Instituto Nacional de Salud, la Corporación de Investigaciones Biológicas, la Corporación Corpogen y el Centro de Investigaciones de Enfermedades Tropicales de Cali. El coordinador del consorcio es el doctor Jaime Robledo.

En materiales avanzados y nanotecnología, se escogió el Centro de Excelencia de Nuevos Materiales y el proyecto presentado fue la creación de un centro de excelencia en nuevos materiales. Las entidades participantes son la Universidad del Valle, la Universidad Tecnológica de Pereira, la Universidad Industrial de Santander, la Universidad Nacional, la Universidad de Antioquia, la Univer-

sidad de Quindío, la Universidad del Cauca, la Universidad del Tolima, la Universidad Autónoma de Occidente y la Fundación Universidad del Norte. El coordinador es el doctor Pedro Antonio Prieto.

Debo resaltar aquí que los pares internacionales que hicieron la evaluación quedaron impresionados con la calidad de los centros que se presentaron a la convocatoria; vieron que hay una gran capacidad en Colombia para hacer investigación en la frontera del conocimiento; vieron que hay centros que, aunque no quedaron seleccionados, son de muy buena calidad; recomendaron estrategias para la vinculación de estos últimos a los centros seleccionados y de apoyo a su trabajo por parte de los organismos estatales.



---

---

Conferencia magistral

# FÍSICA COMPUTACIONAL PARA EL AVANCE CIENTÍFICO

Hans Hermann\*

Muchas gracias, señoras y señoras. Para mí es muy placentero estar acá, pues es la ciudad en la que hice mi bachillerato. Quiero dar hoy una charla un poco opuesta a lo que anoche mostró el doctor García Vallejo. En vez de mostrar la ciencia ficción, yo voy a mostrarles la física que se puede hacer con medios fáciles, es decir, con poco dinero, y que dan ciencia de altísimo nivel, de la frontera de la ciencia, y, al mismo tiempo, utilidad para la sociedad. Como el tema es muy grande, voy a referirme a lo que yo hago en el laboratorio, e incluso en eso también sólo de una parte, pues no puedo abarcar todo lo que hacemos.

Primero voy a hablar de la simulación de medios granulares, es decir, de partículas que son macroscópicas y que están en gran cantidad y tienen efectos que no son nada triviales y que, hasta el día de hoy, no se comprenden. Un ejemplo de cómo usarlas es el método de la dinámica molecular que consiste en calcular las ecuaciones del movimiento con fuerzas simples como repulsión elástica o frote sólido entre las partículas. Lo que voy a hacer para aliviarles esta sesión es ilustrar mis simulaciones con vídeo clips, porque esta es una manera didáctica de entender lo que pasa. Voy a empezar con el efecto de las nueces de Brasil en el que tenemos partículas de diferente tamaño, de igual densidad, y todo eso se agita y lo que se encuentra es que las partículas grandes suben hacia la superficie, lo que va en contra de varios principios, como el de la maximización de la entropía.

Es un efecto cinemático que hasta el día de hoy no se comprende completamente pero que aparece en muchas situaciones, como cuando mis hijos quieren sacar los juguetes de las cajas de corn flakes: agitan la caja y los juguetes suben solos. Cada vez que las partículas grandes suben, las pequeñas pueden entrar en los huecos debajo de las grandes, y con eso las grandes quedan cada vez más arriba. Esa ecuación es muy difícil de calcular analíticamente y con una simulación de este tipo es más fácil entender, por lo menos cualitativamente, lo que ocurre. Estas técnicas computacio-

---

\* Director del Institute for Computational Physics de la Universidad de Stuttgart. El doctor Hermann nació en la Habana, Cuba, y fue criado en Bogotá, pero es de nacionalidad alemana. Realizó estudios de Física hasta el nivel doctoral en Alemania y Francia; ha sido director de varios grupos de investigación, entre ellos del Centro Internacional de Investigaciones Científicas, del Centro de Cálculo y Máximo Rendimiento y del Centro de Física Mecánica y de los Materiales Heterogéneos. Werner Kessler Prize del año 2005 y con el Premio Max Planck del 2002. Tiene, además, el premio del Guggenheim de 1986. Ha realizado varias actividades con el Centro Internacional de Física de la Universidad Nacional de Colombia, fue miembro del Consejo Editorial de la Revista Colombiana de Física y ha sido evaluador de varios de los proyectos que Colciencias ha financiado.

nales están al alcance de casi todo el mundo y tienen un gran impacto para la comprensión de los efectos.

El siguiente efecto es que un medio granular, como el azúcar o la arena, bajo vibración, tiende a producir movimientos en convección. Para hacer la simulación, el experimento se ilustra teniendo partículas de diferente color y se identifican las celdas de convección y por los colores, después de algunos ciclos, se ve la inversión. El próximo ejemplo es una simulación en tres dimensiones. Echo muchas bolas de pimpón en una caja y pongo la cámara encima de una de ellas. Hay unas partículas que se mueven a la misma velocidad que la de la partícula en la que está la cámara; hay otras que suben y otras que bajan. Lo curioso es que la partícula que tiene la cámara está bajando y va a rebotar en el piso de la caja y va a volver a subir. Con la visualización de tres dimensiones se pueden ver los efectos que ocurren con las partículas. Una visualización de estas es fácil de reproducir en un laboratorio cualquiera y con pocos medios.

Las siguientes aplicaciones son de carácter industrial. La industria química maneja materiales granulares —también en la industria farmacéutica y en la agropecuaria—. Uno de los efectos es el almacenamiento en silos y luego hay que vaciar esos silos. Usando los colores se puede reconocer cuál es la situación del flujo al interior de esa tolba. Los silos son, industrialmente, las construcciones que más fallan y eso ocurre por un factor mil más que cualquier otra construcción industrial, porque hay una especie de terremotos que ocurren porque el medio granular se queda estancado y grandes fuerzas se concentran en un solo lugar. Otra clásica manera de transportar material granular es por planos inclinados. Otra simulación es la que estudia el efecto de la rugosidad del piso de un plano inclinado. Tenemos un plano regular y otro irregular; en una sección del flujo, las partículas están bajando: si el piso es regular, las partículas tienden a formar regiones ordenadas, mientras que en el otro caso el sistema es mucho más diluido y la movilidad es mucho más alta. Todo esto se hace con un número bastante reducido de partículas y se logra entender muy bien lo que ocurre.

Hicimos, para la compañía alemana Bayer, un proyecto industrial en el que estudiamos por qué ciertas tolbas de bloquean a causa de una fluctuación y una vez bloqueada la salida la situación es completa. Esta compañía perdía un millón de dólares diarios por este problema. También quería referirme a los tambores para mezclar cemento. Todavía no se sabe calcular cuál es la mejor manera de mezclar diferentes tipos de granos. Con una simulación se ve en qué parte estaban originalmente los granos y al darle vueltas al tambor se ve que las partículas verdes permanecen todas unidas, al igual que las rojas permanecen con las rojas y las azules, con las azules, y se demoran mucho para mezclarse realmente entre sí. Esto es con partículas esféricas. Si se hace con partículas de otra forma, la dinámica y el movimiento de las partículas es completamente diferente, algo que nos muestra también la experiencia cotidiana. Si usamos pequeñas cruces, al darle vueltas al tambor se encuentra que el movimiento es en forma de pequeños clusters.

Otra aplicación importante son los sistemas en rotación en los cuales tenemos una presión externa y al interior un anillo que da vueltas. Entre las dos hay un medio granular. Lo que se ve en el experimento es que las partículas verdes son las que hacen mayores esfuerzos; se pueden reconocer dos cosas: primero, que los esfuerzos se transmiten a lo largo de líneas, es decir, hay una concentración de esfuerzos en ciertos lugares y se ve que el medio granular —o la banda de corte— está pegada a la rueda interna.

Uno puede también usar otro tipo de partículas y para entender mejor el contacto entre granos reales, por ejemplo de arena, es recomendable tomar polígonos. Ahora voy a exponer varias

simulaciones hechas con polígonos y, en particular, esto es importante para la mecánica de suelos, un área que estamos trabajando ahora con Arsecio Lizcano de la Universidad de los Andes y con un estudiante que está haciendo su doctorado con nosotros, Andrés Peña. En la mecánica de suelos, uno tiene suelos que son sistemas de granos y esos suelos se solidifican típicamente de manera cíclica. Lo que se encuentra es que entre el esfuerzo de formación hay unos movimientos complicados y de formaciones plásticas recurrentes. Eso se puede simular con estas técnicas que les he mostrado y, en particular, una aplicación que es importante para Colombia que son los terremotos. Usamos dos placas tectónicas, una arriba y otra abajo, que se mueven en forma de corte y entre las dos ponemos unos bloques en forma poligónica y lo que se ve es la energía potencial que está dentro de cada polígono. Cuando los polígonos se traban aparecen unos segmentos rojos y vienen movimientos bruscos, que son los que ocasionan los terremotos.

Otra aplicación que también es importante en la industria es cuando las partículas están en un medio fluido, por ejemplo las arcillas, que son fluidos cargados de partículas o la crema dental. Para calcular estos sistemas se tiene que resolver, además del movimiento de las partículas, el movimiento del fluido, y calcular el acoplamiento entre las partículas y el fluido. Esto es un poco más complicado, pero tiene muchísimas aplicaciones. Una de ellas es lo que se llama la sedimentación: cuando las partículas, por la acción de la gravedad, caen dentro del fluido y se reposan en el piso. Hicimos una simulación en la que comparamos partículas de vidrio cayendo dentro de un aceite de silicona: el sistema tiene que calcularse en puntos discretos porque si no hay un punto de fluido entre la pared y la partícula y la pared puede ocurrir que se sedimenta en la pared. La simulación numérica no es siempre perfecta porque hay que saber interpretarla correctamente.

Otro capítulo en el que el fluido domina el movimiento de las partículas es el movimiento de las dunas. Es una aplicación muy importante en ciertos países, por ejemplo en ciertas zonas de Brasil; una de las situaciones de las dunas es que ellas no paran frente a las construcciones de la civilización y pueden pasar por encima de carreteras. La técnica moderna más usada hoy en día es transportar arena de un lado de la carretera al otro porque no hay otra manera de hacerlo. Es importante entender mejor cómo se mueven las masas de arena a lo largo de las costas o en el desierto. Para eso hemos desarrollado un sistema acoplado de tres ecuaciones: una para la velocidad del viento, otra para el flujo de granos en la superficie y otra para la altura del terreno. Esas tres ecuaciones acopladas se pueden resolver. Ese tipo de cálculos permite ahora reducir muchísimo el tiempo, porque las dunas se mueven muy lentamente. Para uno saber dónde puede construir un aeropuerto sabiendo que llegan masas de arena tiene que saber predecir cien o doscientos años de antemano y eso lo hace el computador usando esas ecuaciones.

Quiero explicar el ejemplo de dos dunas, una más pequeña que la otra. La más pequeña va más rápido que la otra y colisionan; como la grande está en la sombra de viento de la pequeña está perdiendo arena que recibe la pequeña y que empieza a crecer. Después de cierto tiempo, la duna pequeña termina siendo la más grande; la nueva pequeña es más grande y se puede escapar. Una situación como ésta fue sospechada por geógrafos hace unos ocho años se puede verificar ahora con las técnicas computacionales y se puede entender. Si la duna que estaba atrás es un poco más pequeña, lo que ocurre es que la duna pequeña se monta encima de la grande, parece que las dos van a convertirse en una sola, pero no es así; al colisionar producen dos nuevas dunas y este es el otro escenario posible. Esas nuevas dunas pequeñas se hacen delante de las dunas grandes y ese fenómeno nunca se comprendió porque las dunas pequeñas son mucho más rápidas y deberían colisionar y desaparecer. En la simulación se ve por qué ocurre eso.

Ahora voy a cambiar de tema para hablar de otro tipo de aplicación, que es la fractura de los materiales heterogéneos frágiles. Se pueden modelar describiendo un lateral por vigas y las vigas tienen umbrales de ruptura diferentes. El sistema total está bajo una carga y en función del umbral de ruptura de las vigas, se van rompiendo más y más vigas hasta que el sistema completo falla. Voy a exponer la simulación de ruptura de una barra bajo fuerzas de tensión: la fractura va creciendo dentro de la barra. Otra aplicación es la ruptura por presión, que se usa para recobrar materiales geotérmicos, por ejemplo. Se inyecta agua fría a una actividad sísmica o donde hay volcanismo y lo que sale por el otro lado es agua caliente. Se puede usar como fuente de energía. Se inyectan en un punto unos fluidos a presión y se calcula la ruptura que aparece. Los colores muestran la distribución de esfuerzos dentro del material.

Otro tipo de fractura es la fragmentación en la que se combina la ruptura del material y la formación de fragmentos granulares que vuelan, es decir, se unen el modelo granular y la fractura. Hay un misterio muy grande que se observa en la naturaleza y es que la distribución de tamaños de fragmentos sigue una ley de potencia que no se entiende. Eso fue entendido con simulaciones en las cuales se trabaja con un solo compuesto de polígonos convexos conectados entre ellos por medio de vigas. Bajo una fuerza externa las vigas se rompen y los fragmentos salen volando. Vamos a comenzar por la explosión de un disco: en el centro hay una explosión en la que hay una delaminación en la superficie porque la onda elástica refleja en el borde y vuelve. Cuando el máximo de la onda que vuelve y la segunda onda que va se superponen hay una onda que delamina la superficie del disco. Otra aplicación es la explosión de cáscaras, como la cáscara de un huevo. Esto tiene importancia para tratar y entender la basura espacial, es decir, los productos que quedan en el espacio a causa de la explosión de los tanques de combustible de los cohetes y esos fragmentos son un gran problema hoy en día para la exploración espacial.

Otro tipo de modelo que se usa mucho para entender la ruptura es la compactación de granos de diferentes tamaños para las cerámicas ultraduras, por ejemplo los concretos de alto rendimiento. Lo que se hace es que se mezclan granos de tamaños pluridispersos, de gran diferencia en tamaño, para poder poner los pequeños granos entre los grandes y poder obtener una densidad mayor. Una aplicación interesante de este modelo es si es posible que los granos tengan, además, un grado de libertad de rotación.

Eso tiene una aplicación en las regiones de actividad no sísmica que se encuentran en las fallas tectónicas, que son regiones en las que no se producen terremotos y donde no hay producción de calor. O sea, hay pausas de frote entre placas. Se hacen huecos entre dos placas tectónicas y se mide la temperatura. La idea que hay para explicar ese fenómeno es que hay rodajes entre las partículas de las dos placas tectónicas. El material que se encuentra entre las dos placas es lo que se llama la harina tectónica. Tenemos un rodamiento clásico, que requiere que hay espacios libres entre las esferas.

Esos espacios se pueden llenar con otras partículas que, si se desplazan de manera inteligente, pueden mantener la rotación. Para que la rotación sea posible, hay que tener dos planos bicromáticos, es decir, donde hay dos tipos de granos —los que rotan a la izquierda y los que rotan a la derecha— que sólo pueden tocarse los que tienen diferente sentido de rotación. La última novedad, un descubrimiento que hicimos hace dos años, es que estas configuraciones también son posibles en tres dimensiones. Esto nos permitió demostrar que no sólo hay varias configuraciones posibles, sino varios grados de libertad de rotación.

Voy a referirme ahora a otras aplicaciones distintas que estamos desarrollando. Una es la gelación, la formación de agregados de partículas dentro de un fluido hasta llegar a constituir una macromolécula, una gelatina que llega de un lado del sistema al otro y le da al sistema una resistencia al corte. Otra aplicación importante son los modelos de percolación, que sirven para estudiar el flujo en medios porosos, es decir, como el colador del café. Otra aplicación es la de los sistemas de autómatas celulares.

También existen aplicaciones diferentes a la física usando las mismas técnicas. Por ejemplo, en la comprensión de la expansión de epidemias que se pueden visualizar como partículas móviles y cada vez que las partículas se tocan transmiten una información o una enfermedad. Quiero acabar con algunas conclusiones. Hay un gran potencial en esas técnicas especialmente para mejorar materiales porque uno puede entender cuáles son los efectos macroscópicos de un material de cierta textura usando muchas partículas y hacer una simulación, incluso con pocas partículas, y con eso se pueden derivar leyes del comportamiento y, al hacer esto, se puede hacer una ingeniería de materiales.

Yo les mostré una simulaciones pequeñas porque, además de contarles lo que estamos haciendo, también quería demostrar que se pueden hacer cosas muy importantes, de mucho efecto práctico, con pocos recursos. Sin embargo, esas simulaciones también se pueden hacer a gran escala, con grandes súper computadores, pero, para la mayoría de las aplicaciones, eso no es necesario. Existe mucha esperanza para países como Colombia de hacer ciencia de alto impacto con pocos recursos.

Muchas gracias.

## Preguntas

### **Interviene el relator**

Antes de hacer los comentarios a la presentación tan ilustrativa del profesor Hermann quisiera hacer una pregunta un poco técnica. La mayoría de las simulaciones que comentó son bidimensionales o cuasibidimensionales. ¿Qué tan enriquecedor puede ser incluir una tercera dimensión?

R. Hay fenómenos típicamente tridimensionales, pero en ese caso se hace la simulación tridimensional, como en los ejemplos que mostré en la presentación. Ocurre que son más difíciles de visualizar, mientras que las simulaciones tridimensionales son más fáciles de comprender. Si el fenómeno no es intrínsecamente tridimensional, conviene hacer la simulación en dos dimensiones.

### **Interviene el relator**

Quiero resaltar la importancia de la simulación, de lo que significa el hecho de modelar y simular porque todas las ciencias naturales nos dan unas herramientas teóricas y empíricas para entender fenómenos, pero con el avance de los recursos computacionales tenemos una nueva forma para investigarlos. El profesor Hermann nos decía antes que él hubiera querido que el título de la charla hubiera sido Física computacional para el avance científico como una herramienta.

La simulación nos ofrece la posibilidad de ver cómo ciertos fenómenos dan resultado o tienen unas características que son contraintuitivas, es decir, nos parece, por intuición, que ciertos fe-

nómenos se deberían comportar de cierta forma, pero la simulación da una información adicional para entenderlos mejor. Es lo que demostró en el ejemplo del piso irregular, en el que se genera más movilidad, lo que es contraintuitivo porque uno pensaría que la rampa regular podría generar más movilidad. Para estudiar la naturaleza hay que armarse de muchas herramientas para tratar de formar nuestro concepto y nuestro entendimiento de ella. Lo importante de la simulación es que agrega un poder adicional para entender fenómenos naturales más fácilmente.

Otra cosa muy interesante que quiero resaltar es que la comprensión de un fenómeno permite generar una gran cantidad de aplicaciones, de cómo un fenómeno interviene en diferentes situaciones. Entender la movilidad de las partículas en ciertos medios, como lo explicó el doctor Hermann, puede abstraerse para entender que esas partículas pueden ser moléculas o hasta personas dentro de ciertos medios.

P. Eric Goles. La primera pregunta es si tú compartes aquello de que la simulación computacional en diversos fenómenos, hoy en día, no es una alternativa, sino que es prácticamente la única posibilidad de entender ciertos fenómenos en los cuales el tratamiento analítico es prácticamente imposible. Lo otro se relaciona con el empaquetamiento poloniano según el cual el ir empaquetando en una escala similarada disminuye el roce porque cada vez hay más densidad. La pregunta es si se cambia cada uno de los círculos por engranajes, hay un sistema de cálculo, ¿qué pasa hoy en día con los elementos mecánicos en los que se utilizan engranajes? ¿Se aplica o no?

R. Como mecánica esto es difícil de enfrentar, porque habría que producir esferas del tamaño adecuado y eso es muy costoso. Por eso yo diría que la mejor aplicación es en la geotécnica, donde la naturaleza tiene suficiente inteligencia para hacer ella misma, organizadamente, este tipo de rodamientos. En cuanto a la primera pregunta, la respuesta es sí, yo estoy de acuerdo con que la física computacional no es sólo una alternativa sino que, en muchos casos, es la única manera de entender un sistema porque, en la mayoría de los casos el investigador no tiene acceso a toda la información detallada. El experimento no es tampoco la alternativa, sino que el experimento es muy complicado y difícil de entender porque uno no puede ver el movimiento de cada partícula o la rotación o la fuerza que se transmite, mientras que en la simulación se tiene acceso a cualquier detalle. Por eso la simulación es algo imprescindible hoy en día para el avance de la ciencia.

P. Carlos Manuel Estévez. Su presentación fue muy estimulante, sobre todo si se tiene en cuenta que los fenómenos sociales se comportan como sistemas complejos adaptativos y fácilmente podrían ser simulados en computador, haciendo las correspondientes equivalencias de las variables. Usted mostró el modelo de epidemias, que es clásico. ¿Han pensado en trabajar en otros tipos de modelos sociales como economía de mercados, por ejemplo?

R. Nosotros hemos hecho trabajos sobre propagación de opiniones, sobre redes de contactos sociales y, en particular, redes de contactos sexuales. Hay muchas opciones de trabajo en ese campo. No hay que ver las cosas demasiado fáciles, porque los eventos sociales son más complejos que las fuerzas entre las partículas muertas. Y esa área todavía requiere mucha reflexión. Estamos avanzando y hay muchos modelitos, pero de ahí a sacar conclusiones sobre el verdadero funcionamiento de la sociedad es un poco peligroso.

P. María del Rosario Guerra. Yo tengo varias preguntas. Una: ¿Cómo ha sido el trabajo en equipo en ese proceso? ¿Cómo ha sido la parte organizacional para el uso de los sistemas computacio-

nales para interpretar fenómenos de la naturaleza? ¿Cuál es el perfil de los investigadores? La otra pregunta es sobre el tema de redes. ¿Qué tanto están trabajando ustedes con redes internacionales? Porque muchas de las cosas que mostraste en tu presentación son aplicables a Colombia. ¿Qué tipo de nexos y relaciones se pueden establecer para que los colombianos puedan participar de estos de desarrollos? Finalmente, ¿qué tan costoso es esto como para que Colombia pueda apostarle a una infraestructura fundamental para que podamos responder a los problemas nacionales con estas técnicas?

R. Estas actividades son sumamente interdisciplinarias, todo se hace entre ingenieros, geólogos, físicos, informáticos, matemáticos, etc. Hay un intercambio constante entre diferentes expertos. En cuanto a las redes, debo aclarar que todo este trabajo siempre se hace dentro del marco de alguna red, que sean redes de la Asociación Alemana de Ciencia, que sean redes europeas o colaboraciones internacionales, como la que tenemos con la Universidad de los Andes. Ninguno de estos trabajos se puede hacer por fuera de las redes porque la financiación es importante. Finalmente, el costo. Yo pienso que este tipo de ciencia es la más barata que existe. Porque un computador se compra por mil dólares y con eso se puede hacer la mayoría de las cosas que yo mostré.

P. Francisco Román, de la Universidad Nacional, Departamento de Ingeniería Eléctrica. Nosotros trabajamos en descargas eléctricas que son fundamentales para entender los rayos y la protección de los pararrayos. Estamos trabajando en un proyecto novedoso que consiste en extraer energía de las nubes y debemos simular la descarga corona, que actualmente la estamos simulando en una sola punta, pero necesitamos simularla en conductores bastante largos. Yo quisiera saber si ustedes han tenido esa experiencia.

R. Yo nunca trabajé en las descargas, pero el problema, como lo plantea, es susceptible de ser trabajado con simulaciones en multiescala. Simula la punta de la descarga a nivel molecular y luego simula el sistema grande a otro nivel, poniendo en cada punta la propiedad constructiva del material, que la calculó en la primera simulación. Simular dos o tres etapas es algo que se está volviendo bastante común, porque se puede hacer con medios bastante modestos.

Interviene Felipe García. Mi intervención es muy corta y sólo es para decir que en Colombia hay desarrollos bastante interesantes en modelación y en algoritmos. Y esto es algo que definitivamente hay que implementar como herramienta y como potencial solución a problemas, pues la potencialidad de la simulación es evidente en la parte biológica sobre todo en la interacción molecular de células o de ultraestructuras celulares.

P. Enrique González, del Grupo CID de la Universidad Javeriana. Yo trabajo en simulación computacional basada en agentes. Uno se da cuenta de que hay parámetros que hay que ubicar para llegar a tener una simulación y, si la simulación no tiene una comprobación experimental, no queda claro si funciona o no. ¿La simulación es una herramienta verdaderamente aplicable si no tiene validación experimental?

R. Eso depende de cada problema. Uno tiene que identificar cuáles son los parámetros relevantes, tratar de minimizar el número de parámetros y antes de aplicar la simulación tiene que validarla con los experimentos.



---



Conferencia especial  
**NUEVOS INSTRUMENTOS EN LA  
RELACIÓN ACADEMIA-INDUSTRIA**  
Edgar Leonel González\*

Este proyecto surgió de la necesidad de realizar de manera concreta algunas propuestas sobre un tema que se ha venido tratando a nivel mundial, que son las relaciones academia empresa. En los distintos foros alrededor del mundo se encuentra que se habla de la importancia de establecer relaciones entre la academia y la empresa, pero pocas veces se ofrecen alternativas concretas. En este caso, estamos hablando de unos nuevos instrumentos para concretar estas relaciones, que hemos llamado consorcios para la innovación y la productividad. Estos consorcios difieren un poco de lo que presentó el doctor Tobar sobre lo que se está haciendo en Colombia porque, por lo que vi en su presentación, los consorcios en Colombia relacionan universidades y grupos de investigación, mientras que los consorcios en México -que son manejados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Conacyt- suponen la integración de grupos de investigadores provenientes de diferentes centros de investigación con participación de empresas y con financiamiento del gobierno federal.

La característica principal de los consorcios en México es que se trata de consolidar un proyecto conjunto, pero que debe ejecutarse en un tiempo determinado. Se establecen plazos que van entre tres y cinco años. El financiamiento es mixto: público y privado.

Algunas de las preguntas que guiaron la propuesta inicial se hicieron para establecer el contexto en el cual se iba a desarrollar el proyecto. La primera premisa es que estamos asistiendo a un cambio en el modelo de innovación. Los grupos de académicos a nivel mundial se empezaron a dar cuenta de que la innovación era un proceso interactivo, un proceso que requería trabajo en redes para poder generar nuevo conocimiento, es decir, la oferta de conocimiento ya no es de las universidades hacia el sector productivo, sino que ahora hay un proceso de interacción entre estos dos actores.

Otra de las premisas para buscar nuevos instrumentos es que es necesario incentivar la participación de la industria en los procesos de innovación. En el caso mexicano, el 90% de la inves-

---

\* Trabaja en el Centro de Estudios Sociológicos del Colegio de México. Actualmente desarrolla su programa de doctorado en la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales en México como investigador asistente. Las líneas de investigación son la innovación tecnológica, las capacidades de aprendizaje organizacional, las tecnologías de la información y la comunicación y las políticas científicas y tecnológicas. Es doctorado en Ciencias Sociales con especialidad en Sociología del Colegio Mayor. Está desarrollando una tesis sobre uso de tecnologías de la información y comunicación en el sector manufacturero; su origen, profusión y prospectiva. Es evaluador de la red de centros de excelencia en México.

tigación que se realiza es financiado por el sector público y apenas un 10% es del sector privado. Uno de los objetivos claros es tratar de incentivar a la industria para que integre doctores, maestros, personas con especialización en investigación, para reducir la carga de ese financiamiento por parte del sector público. Otra premisa es el reconocimiento del contexto institucional y la necesidad de generar nuevos arreglos institucionales, pero que no impliquen la construcción de nuevas instituciones, sino compartir la infraestructura y los recursos de instituciones que ya están creadas.

Otra de las premisas es la valoración de la multidisciplinariedad y la construcción de redes del conocimiento. Esto significa que también hay un cambio en el modelo de solución; es decir, ya no estamos buscando la generación de conocimiento basados en una disciplina, sino conocimientos orientados por un problema. Esto se asocia al Plan Nacional de Desarrollo del 2006 y al Programa Especial de Ciencia y Tecnología en México en los cuales se establecen cuáles son las áreas prioritarias de investigación y cuáles son las áreas que va a financiar el gobierno mexicano a través de Conacyt y de los programas sectoriales de financiamiento o de la Secretaría de Educación Pública.

Las experiencias internacionales, sobre todo en la OECD, muestran que hay una construcción de fondos y programas para fomentar estas actividades conjuntas. Allí se les llama MAPS y consiste en asociar actores públicos y privados para generar nuevo conocimiento en un área estratégica. En el caso de México, lo que ha venido haciendo el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología es crear los consorcios para la innovación y la productividad, a partir de programas estratégicos. Lo que ha hecho Conacyt es fungir como intermediario: a partir de la red de centros públicos de investigación, lo que ustedes llaman los centros de excelencia, se hace una evaluación para establecer cuáles son sus competencias centrales. Una vez definidas las competencias centrales, Conacyt acude a las empresas a ofrecer los servicios que tienen estos centros de investigación con la idea de solucionar problemas que aquejan a las empresas. La idea es que el financiamiento de la investigación para solucionar ese problema sea compartido; en la primera etapa el costo es financiado por el Conacyt en un 50% y el otro 50% por la empresa beneficiaria del proyecto de investigación.

En la formación de estos consorcios hay algunos aspectos que deben ser considerados. El primero es establecer un acuerdo general sobre cuáles van a ser los ámbitos de acción, cuál es el problema que se va a solucionar. Después se establecen los acuerdos en los que se define la distribución de los derechos sobre los productos o procesos que se generen; además, hay que establecer un plan estratégico que debe funcionar para un período de tres a cinco años para obtener resultados específicos. Conjuntamente con el plan estratégico hay una serie de subcontratos que están dirigidos a los participantes del proyectos. Si alguno de los participantes no puede cumplir con la parte que le corresponde, no se desintegra el consorcio, sino que se pueda integrar a otro participante. Esto le permite flexibilidad, pero además garantiza la permanencia del consorcio hasta la finalización del proyecto.

Otro elemento que es clave es la figura del coordinador, quien actúa como puente entre las instituciones que participan, pero también en los procesos de difusión del proyecto y en la búsqueda de más recursos para continuar con el mismo en caso de que se requiera financiamiento. La evaluación también es un elemento muy importante; es la rendición de cuentas de los consorcios porque en México se hace la evaluación al iniciar el proyecto, durante y después, lo que permite evaluar permanentemente el desempeño de los consorcios y solucionar los problemas que se vayan presentando en la ejecución del proyecto.

La importancia de un instrumento de esta naturaleza para un país como Colombia es muy grande. De acuerdo con los lineamientos de Colciencias, vemos que estos consorcios pueden ayudar en la consecución de algunas líneas. Esto permite generar nuevos arreglos institucionales, algo a lo que se refirió la doctora María del Rosario Guerra en la inauguración, es la idea de generar nuevas formas de trabajar, pero sin que esto implique destinar recursos a nueva infraestructura. La siguiente ventaja es que se compromete al sector empresarial en el financiamiento de la investigación y el desarrollo, es decir, tratamos que haya una mayor participación de ellos en estas actividades.

Un beneficio para el país y para las instituciones participantes es la formación de recurso humano; yo veo que aquí se hace mucho énfasis en la formación del recurso humano en las universidades, es decir, en la formación de nuevos investigadores. Nuestro interés es que con los consorcios también haya formación de recursos en el sector público y en las empresas. Los nuevos ejecutivos de las empresas, al participar en este proceso, están generando una nueva dinámica en la que están considerando los centros de investigación que hay en el país y esto genera una cultura de colaboración. Por último, que se reposiciona la investigación como un factor del desarrollo local porque, al concretarlo en una región específica, se genera un desarrollo local y no es algo teórico ni que tenga beneficios nacionales.

Muchas gracias.

## Preguntas

P. A través de este tipo de estrategias y trabajos que nos comenta ¿qué resultados han obtenido ya? ¿Va cambiando la perspectiva de la investigación con esta estrategia?

R. Los resultados observados hasta ahora son que los consorcios que se han establecido en un programa piloto fueron con las grandes empresas mexicanas; empezaron trabajando con 10 consorcios. Muchas de estas empresas tenían sus laboratorios de investigación y desarrollo tecnológico en Suiza o en Estados Unidos o en algún otro país de Europa. Uno de los primeros impactos es que estas empresas han dejado de recurrir a los laboratorios en otros países para solucionar sus problemas y ahora recurren a los centros ubicados en el país.

Otro de los impactos visibles e importantes tiene que ver con la formación del recurso humano, y yo puedo ser uno de los ejemplos de ello. Yo estoy en proceso de formación en mi doctorado, pero también se me permite una participación mayor en la evaluación del desempeño de los consorcios, participo en conferencias dentro y fuera de México, etc.

Lo que se está viendo ahora es cómo llegar a las pequeñas empresas; nuestro objetivo está centrado ahora en lograr consorcios con las empresas más pequeñas. Este instrumento lo maneja ahora el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, pero no es un instrumento de uso exclusivo del Consejo. Puede usarse esa misma dinámica por fuera del Consejo, donde participen otras instituciones y en donde no necesariamente tenga que haber financiamiento del gobierno federal. Lo ideal sería que el 100% del costo de los proyectos fuera financiado por las empresas.

P. ¿Cuántos consorcios se han constituido y en qué áreas?

R. Hasta el momento están trabajando 10 consorcios; las áreas estratégicas son las mismas

que tienen todos los países de América Latina, por lo menos en los títulos generales. Los consorcios que se trabajan son en las áreas de tecnologías de la información, alimentos, nuevos materiales, salud, energía, etc. Pero al interior de ellos hay diferencias con otros países latinoamericanos. Cuando uno ve los productos que están tratando de desarrollar aparecen las especificidades de cada país. Los productos se mantienen en secreto porque son cosas internas del consorcio para garantizar la protección.

P. Germán Vaquero. Coordinador de investigaciones del Programa de Fisioterapia de la Corporación Universitaria Iberoamericana. ¿Cómo funciona en México la relación de academia e industria en el caso de salud, teniendo en cuenta que en México está uno de los principales institutos de investigación en salud pública?

R. No conozco muy bien el sector, pero en realidad esos problemas de la relación academia-industria en este caso han sido amortiguados por el papel que ha tenido como institución puente el Conacyt. La sugerencia sería la intermediación de Colciencias para garantizar esa relación academia-industria. Generalmente, los argumentos que se dan, sobre todo hacia las universidades públicas, son las dudas hacia la calidad de los trabajos desarrollados y la seriedad con la que se hacen. Conacyt actúa no sólo como interlocutor sino también como el que da las garantías para que estos proyectos lleguen a buen término.

P. Germán Vaquero. México tiene una industria farmacéutica muy fuerte y tiene laboratorios que elaboran los productos farmacéuticos a partir de recursos naturales para distribución en toda Latinoamérica. ¿Cómo ha funcionado esa situación, que sería un elemento muy importante para la generación de medicamentos viables para México y Latinoamérica reduciendo costos?

R. Le repito que desconozco muchas cosas del sector farmacéutico y de la industria química en México y no podré ser muy preciso en la respuesta. Sé que se trabaja en legislación y mucho tiene que ver ahí el papel de Mercosur y, últimamente, la CEPAL está desarrollando un programa de capacitación de personas que trabajan en el sector público para desarrollar legislación en cuanto a apropiación de derechos de usos y conocimiento tradicional, etc.

---



## Conferencia magistral

# II Encuesta Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico: alcances y perspectivas de investigación

Álvaro Turriago\*

Voy a presentarles un producto que tiene que ver con ese cuarto poder del que hablara la directora de Colciencias, la información. Para Colciencias es muy grato estar en este momento presentándoles los alcances que tiene la II Encuesta Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico en Colombia. No sólo la estamos presentando como Colciencias, sino que estamos reconociendo la acción conjunta que realizaron el Departamento Nacional de Planeación, el Dane y Colciencias para tener una aproximación a las actividades de innovación en Colombia.

### Antecedentes y contexto

Hemos venido identificando varias acciones que realiza el Gobierno Nacional y otras que ha llevado a cabo Colciencias. Es interesante saber que existe una Agenda Interna, uno de cuyos objetivos es buscar que el manejo de la información sea más expedito, más pertinente para el país. Igualmente, hay un Pacto Nacional por la Innovación que se suscribió en el mes de febrero del 2005 y está el Plan Estratégico de Ciencia Tecnología e Innovación, pensado al año 2020.

Es bueno precisar que en 1996 se hizo una primera encuesta de desarrollo tecnológico, con una cobertura mucho más reducida que la de la encuesta actual (800 empresas, básicamente del sector manufacturero). El Dane también adelanta cada año la Encuesta Anual Manufacturera y dentro de ella se había diseñado un módulo específico para la innovación; sin embargo, dicho módulo no era lo suficientemente amplio como para abarcar todo el estudio que se requiere sobre el tema.

En América Latina hay otros países que tienen encuestas sobre desarrollo tecnológico e innovación, pero muchas de ellas se concentran en empresas del sector manufacturero y sabemos que las empresas del sector servicios cada vez tienen más fuerza y están haciendo desarrollos tecnológicos importantes e innovando. Existe la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología que se encarga de recoger estos indicadores de ciencia, tecnología e innovación. Cuando se presenten los resultados de la II Encuesta vamos a tener información muy valiosa.

---

\* Subdirector de Desarrollo Empresarial de Colciencias

Quiero detenerme un poco en el Pacto Nacional por la Innovación. El 17 de febrero del 2005, con la asistencia del señor presidente de la República, de un grupo selecto de investigadores y de empresarios y directivos de gremios y con funcionarios del gobierno central, Colciencias promovió que se firmara un pacto por la innovación tecnológica en Colombia. Colciencias es una institución comprometida con la innovación, entendida como una actividad que es la culminación o la aplicación del conocimiento y los descubrimientos que se generan en las ciencias básicas. El interés de Colciencias es que las actividades de innovación se vayan perfilando cada vez con más fuerza porque estamos convencidos de que la innovación es una variable estratégica en la conformación de la competitividad y en el incremento de las empresas en el país.

Es un pacto en el que soñamos un país, que esperamos ver realizado en unos diez años. Una meta del Pacto es que la inversión en ciencia y tecnología en Colombia se ubique alrededor del 1,5% del PIB. Dentro de los compromisos que adquirió el gobierno está generar entornos favorables a la innovación coordinando el impulso a la inversión en actividades de ciencia y tecnología e innovación desde las regiones, impulsando la transformación productiva mediante políticas de desarrollo industrial, fortaleciendo sistemas tales como el de la propiedad intelectual. También se compromete el gobierno a adelantar estudios de futuro para fortalecer el pensamiento de largo plazo en el país. Todo esto en armonía con lo que se formula en la Agenda Interna.

El empresariado también hizo compromisos en los que se vislumbran apuestas por aumentar la inversión en investigación y desarrollo, porque su interés es transformar la oferta exportable de bienes y servicios, generando mayor valor agregado en ellos. Se compromete a apoyar la infraestructura científica y tecnológica que ya tiene el país, en especial en los centros de investigación y de desarrollo tecnológico, en las incubadoras de empresas de base tecnológica, entre otros. Los medios de comunicación reconocen que es importante su contribución a generar esa cultura de la innovación tan esencial en la estructuración de la sociedad del conocimiento, garantizando el cubrimiento noticioso y el manejo de la información a nivel nacional y regional. El sector financiero se compromete a consolidar los mercados de capital de riesgo porque al querer desplegar la innovación en los procesos de producción de las empresas hay unas incertidumbres tecnológicas y comerciales bastante altas para las cuales no son fácilmente aplicables los sistemas tradicionales de financiamiento. Por eso son tan importantes los capitales de riesgo.

Las universidades se comprometen en políticas serias de formación del recurso humano al más alto nivel para la investigación en áreas estratégicas que se identifiquen en el país, fortalecerán el trabajo de investigación en redes nacionales e internacionales sobre los temas de tecnología e innovación. Y quedó explícito en el Pacto el compromiso de trabajar, desde la academia, la información derivada de la II Encuesta de Desarrollo Tecnológico e Innovación. Por eso, más adelante les explicaré cómo pensamos nosotros que se puede incitar a los investigadores a trabajar con la información que vamos a obtener para que sea aprovechada para fines de investigación.

Para que el Pacto no se convierta en un saludo a la bandera, se ha decidido hacerle un seguimiento anual, para lo cual se conformará un equipo gestor que, mediante unos indicadores que se van a poder construir gracias a la Encuesta, haga el seguimiento al Pacto.

## Objetivos y metas

En primer lugar, el objetivo es actualizar la información sobre desarrollo tecnológico e innovación, determinar los recursos humanos que las empresas dedican a sus actividades de desarrollo e innovación, identificar las fuentes internas y externas de la innovación en las empresas, adelantar estudios de impacto sobre los resultados que tiene la innovación en la productividad y la competitividad. Debemos evaluar cómo están funcionando los instrumentos que el país tiene para el fomento de la innovación y el desarrollo tecnológico y para actividades propias de la ciencia y la tecnología. Otra línea de la Encuesta es cómo va el tema de la propiedad intelectual. Finalmente, esperamos aproximarnos a la medición de las sinergias y de las interacciones entre los agentes que conforman el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación, investigadores, empresas, sector financiero, agentes del gobierno.

## Cobertura

Como señalé, en la primera encuesta la cobertura fue de alrededor de 800 empresas, todas del sector manufacturero; en la II Encuesta la cobertura es de 6.670 empresas del sector manufacturero y 941 empresas del sector servicios —TIC's, salud, servicios profesionales, ingeniería y consultoría, comercio—.

El Dane, que es la entidad que tiene toda la infraestructura para hacer el levantamiento de la información, utilizó la misma muestra que usa para la Encuesta Anual Manufacturera y esto tiene muchas ventajas, porque las bases de datos de la II Encuesta de Desarrollo Tecnológico se van a poder cruzar con las bases de datos de la Encuesta Manufacturera. Esto nos permitirá hacer múltiples análisis estadísticos y econométricos y abrir muchos frentes de investigación. Las 6.670 empresas del sector manufacturero y las 941 del sector servicios están repartidas en diferentes zonas del país.

Los capítulos de estudio de la Encuesta son siete y los formularios con los que se hizo este trabajo consideran dos anexos. El primer capítulo tiene que ver con la inversión, con los gastos que hacen las empresas en actividades de desarrollo tecnológico e innovación. El segundo capítulo está relacionado con recurso o talento humano. El tercero tiene que ver con los objetivos de la innovación, es decir qué buscan con la innovación, los logros, las limitantes que tiene la acción innovadora y cuáles son las fuentes internas y externas de la innovación.

El cuarto capítulo analiza los sistemas de financiamiento de la innovación, y eso permite hacer una evaluación de la política pública en ciencia, tecnología e innovación y establecer cómo perciben esos empresarios la efectividad de los instrumentos que les ofrece el Estado para que la innovación y las actividades de ciencia y tecnología sean una realidad. Hay un capítulo destinado exclusivamente al tema de la propiedad intelectual y de las certificaciones; hay otro para normas técnicas y requisitos de desempeño.

El anexo 1 busca hacer un inventario de los recursos humanos, cómo están repartidos los equipos dentro de las empresas en los frentes de producción, ventas, etc., para saber cómo interactúan con los equipos que hacen investigación. Para ver el estado actual de las tecnologías está el anexo 2, que es el inventario de equipos y maquinarias de las empresas.

Voy a precisar cuáles son las dimensiones y las variables que se contemplan en cada uno de los capítulos. En el capítulo primero, la variable inversión en actividades de desarrollo tecnológico, orientación de la inversión y prioridades para el empresario estudia las tecnologías incorporadas a capital: adquisición de maquinaria y equipo, estado actual de la maquinaria, cómo la financian, por qué se orientan a determinadas tecnologías, cómo hacen la selección de las tecnologías los empresarios colombianos.

Otro tema es el de tecnologías de gestión, tecnologías transversales —especialmente lo relacionado con las TIC's— y los proyectos de investigación y desarrollo. Sabemos que es en los proyectos de investigación y desarrollo donde se identifican y potencian las acciones de innovación de las empresas; en este caso se consideran dimensiones tales como la interdisciplinariedad, el trabajo en equipo, etc.

En el segundo capítulo, en el tema del recurso humano se hacen consideraciones sobre el nivel educativo de los equipos de trabajo de las empresas, nivel de estudios en maestrías y doctorados entre los profesionales, cómo es la capacitación del personal.

El capítulo de objetivos, logros, limitantes y fuentes de ideas de la innovación es muy interesante porque va a permitir hacer consideraciones sobre temas directamente relacionados con la gestión del conocimiento, con la gestión de la innovación, con la gestión de la tecnología. Son objetivos, logros y limitantes asociados al mercado, a los productos, a los costos de producción, a las tecnologías y a procesos de producción y comercialización. Igualmente, se identifican las fuentes internas y externas. Dentro de las internas se busca conocer cómo es el trabajo en equipo dentro de las organizaciones para generar las culturas innovadoras de las empresas; en las externas se mide la importancia que tienen los vínculos que tengan los empresarios con instituciones de investigación, con centros de desarrollo tecnológico, o con otros investigadores en ferias o eventos internacionales a los que acuden.

El capítulo de sistemas de financiamiento de la innovación es muy importante para saber a dónde acuden los empresarios. En Colombia, hay tres entidades que se concentran en impulsar y financiar las actividades de desarrollo tecnológico —Fomipyme, el SENA y Colciencias—. Cuando se va a la realidad empresarial se descubre que no necesariamente es amplio el conocimiento de estas modalidades de financiamiento. Se busca evaluar cómo están esos sistemas de financiamiento del sector público. La inversión privada en investigación es una dimensión que esperamos que mejore, que tenga una mayor incidencia en la financiación de proyectos de innovación. Actualmente, en Colombia la mayor parte del esfuerzo en el financiamiento de la innovación está en el gobierno central.

Es importante que el sector privado descubra que debe invertir en innovación y desarrollo tecnológico y lo descubrirá cuando se dé cuenta de que estas actividades son estratégicas para mejorar su competitividad y su productividad. Otro tema es el de la participación de organizaciones no gubernamentales en el financiamiento de la investigación que, aunque todavía es incipiente, hay que medirlo.

El capítulo de la evaluación de la política pública en ciencia, tecnología e innovación. En 1995, Colciencias reconoció explícitamente la importancia de que el país tuviera un Sistema Nacional de Innovación, como un sistema que contribuyera a crear, transmitir y potenciar el conocimiento,

mediante las interrelaciones que se tienen que dar entre la academia o los grupos de investigación y el sector productivo, entre otros, con los instrumentos y estrategias de política que desarrolla el gobierno.

Actualmente son muy incipientes los desarrollos del Sistema Nacional de Innovación en materia de indicadores sobre el funcionamiento del mismo. Como todo sistema, éste tiene unas entradas, que son los investigadores que se vinculan al mismo; tiene unos procesos, que son las interrelaciones entre los agentes del sistema, y tiene unos resultados en los que hay que diferenciar entre impactos, resultados, etc.

Igualmente, se busca evaluar aquellos instrumentos que tiene el país para potenciar la productividad y la competitividad. En el tema del recurso humano, el país tiene unos programas de formación para el trabajo que ameritan ser evaluados desde el punto de vista de sus alcances y resultados. Colombia también está haciendo esfuerzos importantes para impulsar los mecanismos de certificación y normalización y calidad; sin embargo, el país todavía no tiene el número de normas técnicas que debería tener si se compara con otros países.

En propiedad intelectual se pregunta sobre el tema de las patentes; realmente, la cultura de la protección a la propiedad intelectual no está lo suficientemente desarrollada y hay que impulsar la más para que los empresarios identifiquen en las patentes el punto donde se cierra la actividad de innovación, porque las patentes permiten defender la innovación de las copias, pero también defender los rendimientos que se derivan de la innovación. Patentes, modelos de utilidad, signos distintivos, marcas, registros de software, etc. El capítulo séptimo se encarga de medir e identificar todas las certificaciones de procesos —ISO 9001, por ejemplo—.

El anexo 1, recursos humanos, identifica de manera puntual las acciones por cargos y por áreas (administración, ventas, ingenierías, investigación y desarrollo tecnológico, etc.; con el anexo 2 se busca tener una descripción de la maquinaria (marcas, países de origen, propiedad, entre otras).

## Plan de estudios derivados de los resultados que se alcanzan en la II Encuesta

Como Colciencias espera que los resultados de la II Encuesta Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico se conviertan en elementos para impulsar actividades de investigación para potenciar acciones en diferentes áreas —por ejemplo, gestión de la innovación— se han identificado temas que podrían desarrollarse a partir de la información de la Encuesta. Por ejemplo, consideraciones sobre el Sistema Nacional de Innovación, sobre el Sistema Regional de Innovación, sobre el recurso humano de alto nivel en las empresas, etc. Cada uno de los capítulos de la encuesta constituye en sí mismo un tema interesante de investigación. En principio, en Colciencias se identificaron quince temáticas, pero ya se están haciendo acercamientos con universidades y empresarios de todo el país para darles a conocer el alcance de la Encuesta. Colciencias espera que sean los investigadores quienes se apropien de los resultados de la Encuesta para adelantar, a partir de esos temas que se proponen, nuevas investigaciones.

Muchas gracias.

## Preguntas

P. Susana Fiorentino. Inmunóloga. Trabajo en la Universidad Javeriana y estoy ahora comprometida con un programa de investigación en inmunofarmacología con productos naturales. Desde que volví al país me ha inquietado algo, que lo veo plasmado en su presentación, y es que hablamos mucho de patentes y protección. Nosotros trabajamos en la investigación y ya tenemos que empezar a pensar en cómo trabajar las patentes. He encontrado, porque los proyectos en los que yo trabajo tienen cooperación internacional, que es más fácil patentar las modificaciones o derivados de los productos que estamos estudiando afuera que en el país. El año pasado se creó una mesa sobre patentes y protección del conocimiento. La pregunta es mientras que salen los resultados, y Colciencias toma una decisión sobre las patentes, ¿qué hay que hacer?

R. Colciencias ya viene haciendo mucho en el tema de las patentes. De hecho, y éste es un escenario muy apropiado para el comentario, tenemos una convocatoria abierta para cofinanciar —hasta el 80%— los procesos de patentes y desarrollo de modelos de utilidad. Sin embargo, hasta la fecha no se ha recibido ninguna solicitud, a pesar de que se han adelantado eventos de difusión. Colciencias realizó ocho encuentros regionales en los que no sólo se hablaba de desarrollo tecnológico e innovación, sino también de las líneas que tiene Colciencias para apoyar estas actividades y, entre ellas, está la convocatoria.

Igualmente, en asocio con la Superintendencia de Industria y Comercio, Colciencias va a hacer esos encuentros regionales con la presencia de los funcionarios de la Superintendencia para que ese nivel de la cultura de patentes vaya consolidándose. Por ejemplo, en el tema de inteligencia de mercados, en el que la Superintendencia tiene un instrumento que tampoco es muy conocido, como es el banco de patentes, vamos a dar una serie de talleres, empezando por funcionarios de Colciencias, pero que se va a extender al sector productivo. Por otra parte, Colciencias está muy activa en la mesa de negociaciones de propiedad intelectual del TLC y en otras mesas que son cercanas a otras actividades de innovación y desarrollo tecnológico.

P. Susana Fiorentino. Gracias por su respuesta. Quisiera hacer otra pregunta que me parece pertinente. Yo conozco la convocatoria. Lo que pasa es que no tenemos muy clara la legislación para patentar productos derivados de productos naturales colombianos. ¿Cuál es el procedimiento para ese tipo de patentes?

R. Te recomiendo hablar con el Jefe del Programa de Salud, pues él tiene muy claros esos procedimientos. De eso, precisamente, se trata este Encuentro. No sólo de discursos y exposiciones magistrales, sino de que se puedan dar esos espacios de encuentro e información.

### **Interviene María del Rosario Guerra**

Quisiera aclarar algo sobre las competencias en esta materia. Es obvio que tenga esa inquietud sobre que Colciencias no tiene las respuestas sobre los procedimientos para patentar productos en Colombia, puesto que Colciencias no es la entidad encargada de las patentes, sino que es la Superintendencia de Industria y Comercio y es allí adonde debe acudir. Nosotros podemos darle alguna orientación o poner un enlace en la página Web que los remita a la Superintendencia, donde está toda la reglamentación. En el caso del Programa de Salud lo que se está haciendo, conjuntamente

con la OMPI, es desarrollar un proyecto piloto para definir una política de propiedad intelectual en salud. Además, hay que tener en cuenta que la legislación colombiana sobre propiedad industrial tiene un componente importante de legislación de la Comunidad Andina de Naciones.

P. Camilo Aldana de Conif. Quería preguntarle ¿qué accesibilidad va a tener esta encuesta? Porque a cualquier persona que mire los resultados se le pueden ocurrir muchos estudios, para poder colaborar con ese plan de estudios que ustedes han propuesto.

R. La información va a estar disponible en la página Web de Colciencias bajo la modalidad de archivos excell, lo más completa que nos sea posible. Será algo similar a lo que hace el Dane con la información de la Encuesta Anual Manufacturera. Lo que todavía no tenemos claro es cómo sería el cruce de los resultados de esta encuesta con la Encuesta Anual Manufacturera del Dane, de tal manera que las personas que accedan a una puedan compararla con la otra, entrando a través de la Internet, porque en el caso de la Encuesta del Dane hay una exigencia de confidencialidad muy rigurosa. Las encuestas de innovación y desarrollo se van a adelantar en Colombia cada dos años y esa acción ya la tiene el Dane plenamente identificada.



P. Luis Alejandro Barrera de la Universidad Javeriana. Cuando uno mira lo que ustedes plantean en la II Encuesta, se le ocurre que, desafortunadamente, está llegando un poco tarde para efectos del TLC. Toda la información que están recolectando habrían podido ser los insumos indispensables en el momento de entrar en la negociación. ¿Cuándo se van a producir resultados tangibles de la Encuesta? ¿Cómo se va a filtrar? Yo, personalmente, tengo muchas preocupaciones sobre la Agenda Interna porque ésta puede ser un ejercicio académico político o un ejercicio realmente técnico. Cuando uno mira lo que hay ahí se encuentra con industrias que uno nunca pensaría que se desarrollan en el país; eso puede ser real o ficticio; pero para adelantar una negociación internacional y para saber qué es lo que se puede comprometer y cuáles va a ser las estrategias tenemos que filtrar lo que es el polvo de la semilla para ser técnicos en ese proceso.

R. Lo importante, primero, es que la acción se llevó a cabo. Seguramente nos demoramos mucho, porque se ha debido hacer una en el año 2000 y desconozco por qué no se hizo en ese año. En la actual administración de Colciencias hemos sido conscientes siempre de la importancia de adelantar este proceso. En el DNP están urgidos de la información que se derive de la II Encuesta de Desarrollo Tecnológico e Innovación para poder dar todo el despliegue de la Agenda Interna.

La información ya está procesada y sale a mediados de agosto. Estamos realizando una actividad que el Dane llama crítica de la información, pero las casi 10.000 encuestas ya se realizaron. Hay que revisar las inconsistencias y los problemas que puedan tener las encuestas para corregirlos antes de publicar la información. Fíjese, profesor, que eso que usted advierte se podría aplicar también al censo. Colombia lleva mucho tiempo sin actualizar sus cifras de demografía, que son tan importantes, o por lo menos así lo creemos quienes estudiamos gerencia de la innovación y creemos en lo que dice Peter Drucker que la mejor forma de pronosticar escenarios futuros es cogiendo las cohortes de demografía. Lo que hay que destacar aquí es que vamos a tener la encuesta periódicamente, cada dos años.



---



# PRESENTACIÓN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS EN BIODIVERSIDAD Y RECURSOS GENÉTICOS

John Mario Rodríguez

Lo que más nos llevó a escribir una propuesta para centros de investigación de excelencia fue este dato sacado del Informe de Desarrollo Humano de Naciones Unidas en el que se concluye que la región cafetera colombiana ha retrocedido diez años en desarrollo. Colombia no escapa a otras tristes estadísticas de desarrollo humano. 3.000 millones de personas en el mundo viven sin techo ni agua potable; otros 3.000 millones viven con dos dólares diarios. Estas estadísticas no son sólo números para que nosotros investiguemos sino que se trata de lograr preservar la oportunidad para transformar el patrimonio natural y ambiental de las personas. Parte de nuestra propuesta es eso: lograr preservar la oportunidad de las personas para manejar los ecosistemas en la zona andina colombiana.

El centro se llama Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos, cuya sigla es Ciebreg. Este centro se creó de la unión temporal de varias instituciones: dos universidades —la tecnológica de Pereira y la Javeriana de Bogotá—, una ONG que trabaja en temas ambientales con sede en Cali y que tiene proyectos con varios de estos socios desde tiempo atrás, el Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt y tenemos un grupo de importantes investigadores, que son grupos de apoyo, que están adscritos al Centro Agronómico de Investigaciones y Enseñanza, CATIE, de Costa Rica. Pero no se trata solamente de estas instituciones y sus investigadores; se trata también de todo lo que tenemos que hacer con la gente. Muchos de nuestros socios, cuando hicimos la propuesta, llevaban largo tiempo trabajando con comunidades en la zona andina colombiana, con el CIPAV y el Humboldt.

Esta unión temporal es una unión sin ánimo de lucro que pretende desarrollar, en los próximos cinco años, programas de investigación básica y aplicada, con formación académica de investigadores y que, junto a decisores civiles e institucionales, podamos desarrollar estrategias para la conservación y el desarrollo rural sostenible en sistemas productivos diversificados en los Andes colombianos. Nuestro eje de trabajo serán las tres cordilleras que atraviesan el país y en los primeros cinco años nos vamos a enfocar en la zona cafetera.

No partimos de cero, y esa es una de las cosas más importantes de este consorcio, sino de unos antecedentes que tenían nuestros socios y algunos antecedentes en la zona cafetera. Teníamos grupos de investigación reconocidos por Colciencias, dos de los cuales fueron recocidos reciente

mente por Colciencias como grupos de alto impacto social. Tres de esos grupos habían desarrollado un trabajo de dos o tres años con productores y comunidades en la zona donde vamos a trabajar. Uno de nuestros socios, el CATIE, tiene, dentro de sus líneas principales, el trabajo con comunidades de América Latina. El Instituto Humboldt ha trabajado fuertemente el tema de política intersectorial, lo que va a ser un componente importante del programa. Y tenemos dos universidades acreditadas.

Teníamos otras cosas de personas y entidades que han trabajado antes que nosotros y tenemos que recoger muchos aprendizajes, porque hay muchos proyectos exitosos que nos pueden enseñar mucho. También sabemos que son los ciudadanos quienes toman las decisiones y que esas decisiones están condicionadas por el valor y la importancia —que no siempre es económica— que asignan a los bienes y servicios ambientales. Y muchos decisores, en la zona donde pensamos actuar, ya están planeando el futuro. Muchas veces las visiones de los actores sociales no coinciden con las visiones de los gobernadores y muchas veces no coinciden con las de los académicos. El modelo de desarrollo pensado por los gobernadores puede ser muy distinto al que piensa la gente y al que pensamos nosotros.

Cada uno de los grupos con los que estamos trabajando tiene fortalezas que ha ido desarrollando con el tiempo, pero hay que poner esas fortalezas al servicio de unos objetivos comunes, que ya no son los objetivos de cada grupo. Tenemos un grupo de gestión de agroecosistemas andinos, que trabaja en sistemas agroforestales y silvopastoriles y con una característica y es que involucra trabajos con productores y campesinos en la zona; tenemos un grupo de productos naturales que está dedicado al tema de biorrecursos y bioprospección; tenemos una unidad de ecología y sistemática, que tiene un fuerte trabajo en ecosistemas y conservación de los mismos, y está el grupo de biotecnología vegetal, que trabaja las especies arbóreas o de interés forestal y especies de interés alimentario.

Tenemos una unidad de saneamiento y tecnología ambiental que hace mucho énfasis en sistemas naturales para el tratamiento de residuos líquidos y en microorganismos y su utilidad en el manejo de distintos residuos y tenemos el grupo de sistemas de información geográfica y análisis de biodiversidad, que pertenece al Instituto Humboldt, y que tiene una fortaleza muy grande en implementar sistemas de manejo de datos que ayuden a la toma de decisiones en las regiones. Tenemos, además, unos grupos de apoyo, que la convocatoria llamó grupos incipientes (muchos de ellos no son incipientes sino que no están dentro del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, e incluso hay varios que no son colombianos). Estos grupos van a recibir fortalecimiento, pero también nos van a ayudar mucho en los temas en los que ellos son fuertes.

¿Con qué contamos para desarrollar este centro? Tenemos 48 investigadores de tiempo parcial, todos con maestría o doctorado; tenemos cuatro investigadores de tiempo completo y esperamos tener una serie de personal adicional: cinco estudiantes de doctorado, diez estudiantes de maestría, dos estudiantes de postdoctorado, diez investigadores de tiempo completo, quince investigadores en la comunidad. Tenemos una gran fortaleza y es la cantidad de postgrados que tenemos entre las distintas instituciones y de ahí pensamos sacar parte de este personal que necesitamos. El CATIE tiene cinco maestrías; tenemos dos maestrías en la UTP y una maestría en la Javeriana; una especialización, dos doctorados en CATIE y un doctorado en Biología en la Universidad Javeriana.

Adicionalmente, tenemos una planta administrativa como personal de apoyo a la gestión, tenemos diez asistentes de campo, un investigador enlace en el CATIE en Costa Rica y un coordi-

nador de una figura que llamamos panel científico internacional, que es un panel de distinguidos investigadores que se vincularán al Centro y que van a ayudar, entre otras cosas, a conseguir nuevos recursos y proyectos.

En cuanto a los recursos, tenemos a la fecha 1,7 millones de dólares que aportó Colciencias para los próximos cinco años; 600.000 en efectivo que aportaron los socios de la unión temporal; 1 millón de dólares en especie, distribuidos en salarios de investigadores, infraestructura, laboratorios y equipos. Los socios pusieron en esta unión temporal ocho laboratorios de investigación, un área de preparación de material vegetal, la Universidad Tecnológica aportó un área de 150 metros cuadrados para la sede del centro, y tenemos una oficina de enlace en la Universidad Javeriana.

Hemos avanzado en convenios que son ineludibles, porque mucho de nuestro trabajo tiene que ver con instituciones que ya han desarrollado actividades en la zona. Por ejemplo, ya se firmó el convenio con Parques Nacionales, tenemos un convenio con la Fundación Ecoandina —que es la que representa a Conservación Internacional en Colombia— y está en negociación un convenio con el Instituto de Ecología de México, que tiene una larga trayectoria en ecosistemas tropicales. Tenemos dos proyectos nuevos que hemos firmado como Centro, el Plan Forestal de Risaralda —con fondos Carder, la Gobernación de Risaralda y el Catie— y tenemos un proyecto sobre sistemas de inmunización de XXXXX. Hemos avanzado en algunas de estas nuevas alianzas que necesitamos.

El siguiente texto que les voy a citar es lo que nos llevó a pensar en que un proyecto de esta naturaleza se tenía que realizar en el Eje Cafetero. Es un texto sacado del Informe de Desarrollo Humano de Naciones Unidas: «la estabilidad de la Nación está en grave riesgo como consecuencia de la crisis cafetera y esto ha abierto la posibilidad de cultivos ilícitos en la región, lo que no es un secreto para nadie, así como tampoco los efectos que estos cultivos van a tener en términos económicos, del mercado laboral, del conflicto y la violencia».

Este párrafo es muy importante porque todos tenemos la imagen de un Eje Cafetero estable y con un nivel de vida alto comparado con otras regiones de Colombia; esa es una imagen del pasado. Hoy tenemos una región con mucho desempleo, una región con escasos niveles de participación en educación primaria y secundaria; una región que está cambiando su cafcultura por otras actividades y centrándose en cafés de origen ecológico y una región que no está tomando decisiones en globalización y libre comercio, que son una apuesta muy grave porque si tomamos las decisiones incorrectas ahora el futuro va a ser muy difícil.

La ONU llamó la atención sobre la estabilidad de la nación; siempre ha sido un misterio el porqué un país como Colombia ha asistido a 40 años de conflicto y sigue siendo un país. Muchos especialistas pronostican que Colombia puede resistir el que varios de sus territorios hayan estado en conflicto durante tanto tiempo, pero un conflicto a gran escala en la región central de Colombia sí puede quebrar la nación definitivamente. Hay un dato importante: el 70% de la carga colombiana pasa por los 75 km de La Línea. Si algún día cayera La Línea, ese día el 70% del comercio de Colombia quedaría detenido. Este es, pues, un sitio crítico para el país. Pero, también, el Eje Cafetero había invertido muchos años en fortalecerse como región. Teníamos muchos activos que no se pueden perder y por eso presentamos un proyecto que tratara de enfocarse en las comunidades rurales, pues siempre han sido las comunidades más vulnerables y las que más incertidumbres tienen en los países de América Latina.

El proyecto del Centro tiene como objetivo conocer, valorar y desarrollar el potencial de los bienes y servicios ambientales a partir del conocimiento tradicional y la investigación en ecosistemas naturales y transformados en la zona andina colombiana y, específicamente, en el Eje Cafetero. Los objetivos específicos van desde una investigación muy clásica en biodiversidad —desde la caracterización de lo que falte por caracterizar— hasta montar sistemas de pago por servicios ambientales derivados de la valoración de los mismos, pasando por objetivos de economía y planeación ambiental hasta terminar en sistemas productivos sostenibles basados en la biodiversidad.

Lo que más trabajo nos ha costado hasta ahora es lograr que los grupos de investigación trabajen en un gran grupo con los objetivos y las metas comunes, a pesar de que se trata de grupos maduros y consolidados. Los sitios en los que vamos a trabajar están ubicados sobre la Cordillera Central (3) y uno hacia la Cordillera Occidental. El primer sitio en el que vamos a trabajar es la Cuenca del Río La Vieja, un ecosistema muy degradado, donde predominan los pastos para ganadería o los cultivos y en donde los bosques prácticamente han desaparecido. En todas las zonas donde vamos a trabajar se encuentran problemas similares: hay áreas ganaderas, áreas con cultivos, áreas cafeteras y algunos bosques remanentes y áreas de monocultivos.

Nosotros queremos tratar de entender la complejidad y la forma como funcionan estos sistemas transformados y para eso vamos a requerir muchos insumos, mucha información, los recursos locales, y emplear procesos ecológicos en la producción. Tenemos un marco de metodologías. Finalmente, este proyecto tiene que tratar de demostrar que podemos montar estrategias de conservación a partir de ejercicios de valoración de bienes y servicios ambientales construidos con una organización social en la zona. Hemos incluido costos de la organización social porque, aunque es un proyecto de biodiversidad, es una biodiversidad con la gente y eso va a tener un costo en el proyecto.



Al final del proyecto lo ideal es que nosotros, como investigadores, vayamos desapareciendo y sean las comunidades las que se apropien de él y se conviertan, incluso, en investigadores para el mismo. También tenemos unas metodologías para trabajar con las comunidades, metodologías que hemos desarrollado con expertos en el tema porque esta parte es muy difícil de manejar. Hay mucha gente que ha tratado de hacer proyectos similares y hay muchos fracasos, aunque también hay éxitos, y hay mucho que aprender de esas experiencias.

Para terminar quisiera referirme a algo que va a ser fundamental para el proyecto y es que tenemos que trabajar mucho en la creación de confianza, por eso vamos a trabajar cara a cara. Muchas de las comunidades del Eje Cafetero ya no tienen confianza ni en los investigadores, ni en las universidades, ni en las corporaciones autónomas, ni en el Estado. Esa confianza hay que recuperarla si queremos que el proyecto sea exitoso.

Nuestro Centro también es consciente de que tenemos un fuerte componente en recursos genéticos; si queremos generar un programa de servicios ambientales que impacte económicamente a las personas en su vida diaria, no podemos abstraernos del razonamiento empresarial y en ese razonamiento tenemos que trabajar desde lo político y desde mercados. Nuestros socios ya tienen experiencia en esto. CIPAV tiene un proyecto en Quindío, con una finca ganadera en la que ya se paga por servicios ambientales, y el CATIE también tiene mucha experiencia en pagos por servicios ambientales.

Muchas gracias.

---



# PRESENTACIÓN DEL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA LA AGROINDUSTRIALIZACIÓN DE ESPECIES VEGETALES, AROMÁTICAS Y MEDICINALES TROPICALES

Elena Stashenko

Nuestro Centro de Investigación en el área de biotecnología e innovación agroalimentaria y agroindustrial ya lleva seis meses de funcionamiento. Las bases para la unión temporal estaban en el aprovechamiento del aumento de recursos que podemos compartir entre los varios grupos y, por qué no, en el cambio de pensar que surge de la cooperación en investigación. Son diez grupos de investigación que conforman la unión temporal: la Universidad Nacional de Santander, la Universidad de Cartagena, la Universidad de Antioquia y la Universidad Tecnológica del Chocó y los grupos de apoyo que son la Universidad Tecnológica de Pereira y la Fundación Colombiana para la Farmacia Natural, Fundacofam. En total son más de 120 personas involucradas en el trabajo y cumpliendo los objetivos que se trazó el centro de excelencia.

La Universidad Industrial de Santander tiene cuatro grupos de investigación involucrados en el desarrollo del proyecto; la mayoría de los grupos son reconocidos por Colciencias y la mitad de los grupos participantes son de la categoría A. El centro de investigación en biomoléculas es el nodo de la unión temporal de Cenivam y va a coordinar tanto el trabajo del sector académico —donde están los grupos de investigación— como del sector agroindustrial y productivo —en donde está la empresa colombiana Morenos Ltda., con sede en Bogotá, y una empresa francesa con sucursal en Medellín—, el sector público —alcaldías, gobernaciones, etc.— y las ONG. Nuestro grupo de apoyo es el grupo de Polifenoles de la Universidad Tecnológica de Pereira y la Fundación Colombiana para la Farmacia Natural, con sede en Cali. El Centro abarca a personas de diferentes profesiones (taxónomos, biólogos, ingenieros químicos, médicos, microbiólogos, bacteriólogos, químicos, agrónomos, economistas).

Las premisas de creación de este centro de investigación están en la biodiversidad de su aprovechamiento, conocimiento del valor de la biodiversidad, sostenibilidad de la biodiversidad, desarrollo agroindustrial, introducción de nuevos productos en el campo, investigación en educa-

ción, aprovechamiento del conocimiento tradicional y ofrecimiento de la posibilidad de sustitución de cultivos de uso ilícito. El trabajo del centro abarca cinco etapas en los primeros cinco años: etnobotánica y taxonomía (más de 200 plantas serán evaluadas); extracción y caracterización de aceites esenciales y extractos obtenidos de estas plantas; evaluación de bioactividad de extractos y principios activos de plantas aromáticas y medicinales; síntesis, valoración y transformación catalítica de aceites esenciales y compuestos biológicamente activos de plantas seleccionadas; transferencia de tecnología, cultivos y propagación de especies promisorias, y puesta en marcha de plantas piloto para la obtención de aceites esenciales, extractos y procesos de semisíntesis.

La planta es el centro de estudio de este proyecto, sus metabolitos secundarios, la determinación de su estructura química, sus moléculas activas y la posibilidad de aprovechamiento agroindustrial. El proceso va a consistir en que vamos a obtener aceites esenciales y extractos de las plantas, que se van a evaluar biológicamente, en cuanto a su bioactividad, y aquellos que tienen mayor interés y valor serán industrializados para obtener los aceites esenciales. Colombia es el único país en Latinoamérica que no tiene esta industria y es una industria muy ventajosa porque las plantas pueden ser cultivadas y cosechadas varias veces al año. Encontramos una oportunidad grandísima para impulsar, a través de este proyecto, el desarrollo de la industria de aceites esenciales en el país. Nuestro grupo ya lleva quince años trabajando en este tema, pero este Centro nos da una oportunidad de extender nuestros resultados al campo y a la industria.

La primera etapa del proyecto es de prospectiva y va a consistir en expediciones botánicas para recolectar las plantas; identificación taxonómica de las plantas; obtención de extractos; fragmentación de los extractos; obtención de sustancias puras de actividad biológica; estudio de la actividad biológica de las mismas; purificación. Es un trabajo fácil de exponer aquí, pero realmente son horas y horas de trabajo de muchas personas. Otra parte del trabajo consistirá en el estudio de la actividad biológica y de las propiedades organolépticas de las plantas; es la búsqueda de extractos de interés para la perfumería, lo que nos permitirá pasar a la segunda etapa.

La segunda etapa es de cultivos, propagación, domesticación de las plantas y puesta en marcha de las destilerías. Paralelamente a esto, hay un trabajo netamente investigativo y que adelantan las personas que prácticamente no van a salir de los laboratorios —químicos sintéticos, químicos teóricos, etc.— que van a trabajar en esta parte sintetizando las moléculas, transformándolas catalítica o enzimáticamente y los químicos teóricos que van a trabajar en el campo de relación de la estructura de las moléculas con su bioactividad. Al final del proyecto, cuando ya van a ser claramente determinadas las plantas prospectivas de interés económico, vamos a trabajar en la industrialización propiamente dicha, lo que va a suceder en dos formas: a través de las pequeñas parcelas con pequeños productores o a través de cultivos intensivos con destilerías rurales o industriales con el proceso de purificación y de rectificación. La idea es sacar un producto de exportación que es el aceite esencial.

La conformación organizativa es muy importante, pues nos confiaron unos recursos financieros significativos que debemos manejar con responsabilidad y transparencia. Hay un representante legal, que es el director; hay un subdirector de gestión, un subdirector científico, tenemos un abogado, un contador, un asistente técnico, un coordinador de convenios y hay coordinadores de cada área.

Hemos hecho bastantes alianzas estratégicas y hemos firmado convenios. Por ejemplo, estamos trabajando con la Corporación de Desarrollo y Paz del Magdalena Medio, con apoyo de la Unión

Europea y de empresas privadas y de entidades mixtas como Corpoica y bastantes alcaldías de la región. Se ha hecho bastante divulgación del centro para darlo a conocer en las alcaldías, se han hecho jornadas de divulgación en las universidades, para que ellas conozcan el Centro.

La primera etapa de etnobotánica y taxonomía consiste, en el año 2005, en cuatro expediciones botánicas, de siete a diez días, en las que se recolectan plantas. Ya se llevó a cabo la expedición en el río Chicamocha, la del norte de Bolívar y la de Sucre. La siguiente es en el departamento de Meta. Normalmente, cada expedición es acompañada de un informe muy extenso (las rutas, los sitios de recolección, las fotografías del sitio y de la planta, la descripción botánica de la misma). El informe viene como parte de un libro porque al final de este Centro de investigación queremos publicar un extenso libro sobre las plantas promisorias con capacidad de tener aceites esenciales. En este libro va a estar el resultado de la expedición botánica junto con los análisis que vamos a hacer a las plantas, más las posibilidades de aprovechamiento industrial y un directorio de las empresas colombianas que pueden adelantar esos desarrollos. El libro será traducido al inglés.

La obtención de aceites esenciales y extractos se hace en laboratorio con métodos ya establecidos; también hay una parte en el libro en la que está el análisis químico de cada planta, los rendimientos en aceites esenciales, su potencial, etc. Se van a publicar los cronogramas de cada planta, se van a mostrar las diferencias de quimiotipos de plantas que hay en Colombia. La bioactividad que va a desarrollarse en las universidades de Cartagena, Pereira, Antioquia y Santander también es bien diversa: desde organoléptica para determinar si es buena para la industria de cosméticos hasta la actividad medicinal. Diferentes grupos de médicos y microbiólogos van a hacer pruebas para determinar la viabilidad de estas plantas que seleccionamos.

También hay un grupo fuerte, tanto en la Universidad de Antioquia como en la UIS, de los compuestos activos y una parte de la que no podemos prescindir es la transferencia de tecnología. En la primera etapa va a consistir de múltiples talleres con asociaciones de campesinos en diferentes partes en la socialización del proyecto, con talleres de capacitación, mediante convenios que estamos haciendo con diferentes alcaldías interesadas en el proyecto. Lo que se va a hacer es enseñar y reproducir en cada sitio la llamada cadena productiva para obtener aceites esenciales. El control de calidad y de proyección se hace en la universidad, pero el semillero, el vivero y la propagación se hacen en campo.



Serán dos modelos: cooperativas rurales independientes y empresas agroindustriales. Estamos trabajando en el Magdalena Medio con empresas de palmicultores que están interesadas en este proyecto. Se firmó el convenio en Puerto Wilches con los palmicultores, se hicieron los talleres, se recolectaron las plantas. Esto se va a replicar en Saravena y Arauquita. Ya se hicieron los talleres y se montaron los viveros para las plantas de interés. En sur de Bolívar, particularmente en Simití, ya comenzaron también las labores gracias al convenio que se firmó con el alcalde de esta población y hay una asociación de campesinos interesada en el proyecto a la que se le hizo capacitación. En San Pablo, que es una zona aún más complicada del sur de Bolívar, se hizo ya un taller con los pobladores y las autoridades locales.

La Universidad Industrial de Santander cedió un terreno donde se va a construir la sede del Centro de Excelencia y la planta experimental de extracción. En este proceso van a estar involucrados estudiantes de distintas carreras: química, ingeniería, economía, etc. La idea es empezar la fase agroindustrial piloto. En algunas zonas de conflicto se espera proponer como mecanismo de sus-

titución de cultivos de uso ilícito la siembra de plantas aromáticas para obtener extractos y aceites naturales.

Muchas gracias.

---



# PRESENTACIÓN DEL CENTRO TUBERCULOSIS: LA INVESTIGACIÓN INTEGRADA A LA SALUD PÚBLICA PARA MEJORAR SU CONTROL

Jaime Robledo

Ya se han presentado los antecedentes de la convocatoria de los centros. Cuando Colciencias lanzó esta convocatoria, los grupos que estamos involucrados en este Centro habíamos estado trabajando juntos de manera esporádica, pero con una idea de fondo de hacer algo más coordinado, como hacer una sinergia en ese tema que nos unía esporádicamente. De ahí surgió la idea de presentar una propuesta para crear un centro de excelencia en tuberculosis. Voy a mostrar algunos datos que explican qué nos llevó a nosotros a trabajar en esta enfermedad.

La tuberculosis es un problema mundial grave y Colombia tiene un problema grave con tuberculosis. Dentro de los Objetivos del Milenio está específicamente que el control de la tuberculosis debe ser un objetivo de la humanidad, pero la tuberculosis y, en general, los problemas de salud, no suelen estar en los temas de importancia de los economistas y ellos son los que manejan la plata.

La tuberculosis afecta la edad productiva de las personas y si esto tiene impacto en un país desarrollado, no se alcanzan a imaginar los efectos que puede tener en las economías débiles de los países subdesarrollados. Hay, pues, un círculo vicioso entre enfermedad y economía. La investigación en salud no sólo es clave para generar bienestar y evitar sufrimiento o morbilidad y mortalidad, sino que también es muy importante por sus efectos en la economía.

En el mundo se mueren aproximadamente 3 millones de personas al año por causa de la tuberculosis. Hay un problema importante en relación con el VIH, pues las dos enfermedades se potencian y agravan aún más el problema. La mayor incidencia de la tuberculosis está en aquellas zonas de mayor pobreza, como algunas regiones de África. En Colombia, y en Latinoamérica, el problema es relativamente grave y afecta a una población significativa de la población: en Colombia hay, anualmente, entre 10.000 y 20.000 casos nuevos de tuberculosis. Esto requiere identificación de estos pacientes, tratamiento durante seis meses, por lo menos, y seguimiento posterior de ellos. Esa es una carga enorme para un país como el nuestro.

Los Objetivos del Milenio en relación con la tuberculosis están planteados para detectar, por lo menos, el 70% de los nuevos casos cada año; detectar casos bacilíferos, es decir, aquellos que pue-

den infectar a otras personas, y de los que se detectan, tratar con éxito el 85%. Para el 2015, dicen los objetivos, deben haber detenido y comenzado a reducir la incidencia de la tuberculosis, reduciendo, por ende, la tasa de prevalencia y de mortalidad. Para alcanzar esa meta, lo ideal sería que en el 2005 se hubiera detectado ese 70%, pero el progreso es más o menos de 20%, lo que indica que, como vamos, la meta del 70% apenas se podría alcanzar en el 2015.

Para revertir esa situación hay que hacer una serie de actividades y es a ellas a las que se dirige el Centro de Excelencia. Lo primero es que tenemos que invertir más en el estudio y el tratamiento de este tipo de enfermedades que afectan a la población más desprotegida. Una de las estrategias planteadas por la Organización Mundial de la Salud —que inclusive no lleva a medidas extraordinarias, sino que va dirigida a simplemente detectar los pacientes y hacerles un tratamiento adecuado— y es la estrategia DOTS, que ha demostrado ser efectiva en otros países para controlar la tuberculosis, pero en países como el nuestro esta estrategia DOTS no se ha podido implementar adecuadamente y necesitamos hacer cosas adicionales a las que se recomiendan para poder controlar esta enfermedad.

Algunos de los obstáculos para esa estrategia DOTS, que es efectiva en otros lados son: la falta de personal entrenado, servicios de laboratorio deficientes, manejo inadecuado de casos y de pacientes con tuberculosis y VIH y mucha falta de compromiso del país para atacar este tipo de enfermedades. Perú logró hacerlo gracias a la decisión política del gobierno que invirtió en investigación básica y aplicada y en superar esos obstáculos de tipo operativo que impedían aplicar la estrategia DOTS.

Esos esfuerzos que veníamos haciendo de manera esporádica los aglutinamos en una propuesta más coherente que no sólo recogiera lo que los grupos de investigación queríamos hacer en tuberculosis, sino una articulación real con el sistema de salud pública del país que tenía que ver con el control de la tuberculosis. Todos los grupos que participamos en la propuesta somos grupos de categoría A, excepto la Universidad del Cauca, que es el grupo de apoyo. Hay universidades públicas; participa el Instituto Nacional de Salud, que es la parte de salud pública que hicimos articular al proyecto; hay institutos privados de investigación. Es una propuesta bastante heterogénea desde el punto de vista de las instituciones que participan en ella.

La propuesta funciona con un representante legal, con un equipo administrativo; hay un director de la propuesta y un comité científico de coordinación que está conformado por los líderes de cada uno de los grupos de investigación que hacen parte de la propuesta. Todo el trabajo se divide en unidades temáticas de acuerdo con el énfasis que le pusimos a lo que pensábamos que era lo que se debía hacer. La primera unidad temática no es propiamente investigativa, sino que es mucho más operativa y tiene una visión de mediano y largo plazos, que es la configuración de una base de datos muy precisa y exacta de todos los pacientes que serán objeto de estudio en este proyecto y hacer un banco de sueros, un banco de aislamientos de microbacteria en tuberculosis y un banco de ADN de los pacientes. Esto permite hacer más propuestas de investigación gracias a estos insumos y tener insumos que nos permitan interactuar y aspirar a fondos internacionales para soportar estas nuevas propuestas.

La unidad temática II es muy importante porque está centrada en estudiar cómo se transmite la tuberculosis en Colombia. Tenemos algún conocimiento de eso, pero hay cosas que nos falta

por conocer y hay herramientas que están disponibles y que ya hemos comenzado a desarrollar, como las herramientas de la epidemiología molecular que permitirán estudiar la tuberculosis desde el punto de vista de la transmisión y estudiar cohortes particulares de pacientes en tres ciudades de Colombia y definir exactamente si la tuberculosis se da por algunas circunstancias específicas. Cada una de las unidades temáticas tiene unos subproyectos que apuntan a responder preguntas particulares de acuerdo con el eje temático que tienen.

La unidad temática III está dirigida a estudios básicos, es decir, a estudiar al paciente que tiene tuberculosis desde el punto de vista inmunológico y genético y a estudiar el bacilo que causa la enfermedad. Esto nos permitirá tener herramientas para desarrollar vacunas y medicamentos. La unidad temática IV está dirigida a montar una plataforma en Colombia para estudiar nuevos tratamientos y vacunas y la unidad V está dirigida a montar una plataforma en Colombia para estudiar nuevos métodos de diagnóstico. Estas plataformas están desarrolladas para que lo que salga de los grupos de investigación básica tenga aplicación en la salud pública, es decir, por el Instituto Nacional de Tuberculosis y la Red Nacional de Laboratorios de Tuberculosis.

Es muy importante resaltar que estas unidades temáticas no son desarrolladas exclusivamente por un grupo de investigación sino que, en cada eje temático, hay una integración de grupos de investigación y se articulan con el Programa Nacional de Tuberculosis y con la Red Nacional de Control de la Tuberculosis.

Muchas gracias.



---



# PRESENTACIÓN DEL CENTRO DE EXCELENCIA EN NUEVOS MATERIALES

Interviene Hernando Ariza

El Centro de Excelencia en Nuevos Materiales, CENM, se conformó con 19 grupos de investigación, con la participación de diez universidades, que aportaron estructura física y recursos humanos y con la participación de grupo de Desarrollo Tecnológico ASIN-SENA y con el soporte internacional de cuatro centros de nanotecnología, tres de los cuales están en las universidades de San Diego (California), Illinois y Michigan y el cuarto es el Centro internacional de Materiales de Chile. Los 19 grupos están diseminados en diez universidades de Colombia. En la Universidad del Norte, el grupo de diseño de materiales que dirige el profesor Jaime Torres; el grupo de la corrección y la protección que dirige Carlos Arroyave; el grupo de estado sólido que dirige Cesar Barrero, y el grupo de física atómica y molecular que dirige Jaime Mahecha de la Universidad de Antioquia.

En la Universidad Autónoma de Cali están el grupo de ciencia e ingeniería en materiales, que dirige Nelly Alba, y en la Universidad del Valle los grupos de materiales compuestos, dirigido por Ruby Mejía; películas delgadas, dirigido por el profesor Pedro Prieto —quien es el director del Centro—; el grupo de transmisión de sistemas no metálicos, que dirige Rubén Vargas; el grupo de metalurgia física y transiciones de fase, que dirige Germán Pérez; el de síntesis de mecanismos de interacción en química orgánica, que dirige Luz María Jaramillo, y el grupo de física teórica del estado sólido, que dirige Juan Carlos Granada.

De la Universidad del Cauca están el grupo de bajas temperaturas, que dirige el profesor Bolaños; el grupo de ciencias de materiales, que dirige el profesor Rojas de la Universidad del Tolima; el grupo de optoelectrónica, que dirijo yo en la Universidad del Quindío; el grupo de plasmas de láser y aplicaciones, que dirige el profesor Riascos en la Universidad Tecnológica de Pereira; el de la física de nuevos materiales de la Universidad Nacional, que dirige Jairo Roa, y los grupos de óptica y transiciones de señales, que dirige Jaime Meneses, materiales fotónicos, que dirige Ancizar Flórez, y de física computacional de la materia condensada, que dirige Javier Betancur en la UIS. Como pueden ver, este es un Centro de Excelencia en el que hay 19 grupos reconocidos por Colciencias, de los cuales 14 están en categoría A.

Este centro apunta a desarrollar la ciencia y tecnología en el país en lo que tiene que ver con los nuevos materiales. Uno de los saltos tecnológicos más importantes ocurridos en el siglo XX fue el desarrollo del transistor, en 1948. En los años sesenta y setenta se desarrollan estructuras de nuevos materiales, se sintetizan a partir de la fabricación de dispositivos, y en los años ochenta se desarrolla el láser de estado sólido; en los noventa, la microelectrónica había logrado grandes avances.

El CENM está concebido en cuatro grandes líneas de investigación. Materiales para recubrimiento, materiales nanocompuestos, nanomagnetismo y dispositivos de estado sólido, sensores y sistemas mesoscópicos. Cada una de esas líneas tiene un coordinador. Los 19 grupos cooperamos en las cuatro líneas de investigación, de manera que se forman unos clusters en los que compartimos los equipos, la infraestructura física y los recursos humanos. Lo más importante es que se ha creado una especie de corredor entre las diez universidades y hay un intercambio de estudiantes a nivel de doctorado y maestría y, por supuesto, el uso de la infraestructura en general, que en este tipo de investigaciones es altamente sofisticada y costosa.

En cuanto a los objetivos, sólo voy a destacar, en el tema de recubrimientos, es que ya se están logrando capas muy delgadas que permiten recubrir las piezas que se requieren en la industria, lo que las hace más duraderas. En el campo de los nitruros y carburos se han desarrollado muchos materiales en diferentes grupos de nuestro centro. La línea de materiales nanocompuestos tiene como principal objetivo desarrollar nuevos nanopulvos para que, a partir de desechos industriales, se puedan mejorar los nuevos concretos para nuevos cementos. La línea de nanomagnetismo se ha concentrado en el estudio del confinamiento de la materia en algunos casos para manipular las propiedades magnéticas de ese material, en lo que hoy en día se conoce como la espintrónica. La cuarta línea tiene que ver con dispositivos de estado sólido, sensores y sistemas mesoscópicos y tiene como objetivo más importante continuar el trabajo de desarrollar nanomateriales que tienen que ver con pozos cuánticos.

El Centro tiene una Junta Directiva conformada por los jefes de los distintos grupos; un Director que es representante legal -el profesor Pedro Prieto-, un subdirector, un comité asesor nacional -conformado por cada uno de los responsables de las líneas temáticas-, un comité internacional -conformado por los directores de los centros con los cuales se han hecho convenios- y un área administrativa de apoyo.

Muchas gracias.

## Preguntas

P. Interviene Miguel Tobar. Voy a formular un par de preguntas a cada uno de los representantes de los Centros. ¿Qué mecanismos han previsto para insertar nuevos grupos de investigación o cómo van a interactuar con otros grupos o centros de investigación que no hacen parte del consorcio? La pregunta va dirigida a que si se pueden aprovechar las calidades de grupos que no pasaron esta convocatoria para que no sea necesario crear nuevos centros en las mismas temáticas.

### **Interviene Elena Stashenko**

Yo quiero referirme a cómo se formaron las uniones temporales. Primero que todo, la gente ya tenía que tener cierta experiencia en trabajar juntos, ya tenían que conocerse entre sí. En nuestro caso, muchos de los investigadores eran ex alumnos de los profesores que hacemos parte de los grupos de investigación. El hecho de que la persona trabaje en la misma área no significa que pueda tener vinculación directa con la unión temporal, porque a veces eso no es suficiente para que funcione la unión. Debe haber cierto grado de congenialidad entre las personas que trabajan en el grupo de investigación y eso sólo se logra si se ha trabajado en equipo, así sea esporádicamente.

Desde este punto de vista, aunque sería para aprovechar recursos e infraestructura de manera más eficiente, no podemos eliminar el factor personal. Nosotros planeamos que aquellos grupos con los que tenemos buenas relaciones y una cierta experiencia y trayectoria, cuando sean reconocidos por Colciencias, incluirlos dentro del Centro mediante un otrosí a la unión temporal como la introducción de nuevos grupos en la unión temporal, pero no podrán entrar los grupos que quieran trabajar solos y defendiendo su independencia, porque eso contradice la filosofía del consorcio.

### **Interviene John Mario Rofríguez**

Yo voy a hablar un poco de lo que hemos hecho en los últimos meses. La convocatoria era un poco limitada porque decía grupos reconocidos, pero en nuestro campo —biodiversidad y recursos genéticos— hay mucha gente trabajando, pero no necesariamente en grupos reconocidos. Por eso, nos hemos dedicado a establecer y fortalecer alianzas que son inevitables para nosotros. Por ejemplo, está por firmarse un convenio con Conservación Internacional del orden de los 300 millones de pesos para trabajar en la cordillera oriental. Estamos firmando un convenio con WWF, que tiene un programa comunitario de bosques. Estamos tratando de integrarnos con los que están trabajando en las distintas zonas y mostrarles la fortaleza que significa estar juntos. Es evidente que los centros van a necesitar nuevos aliados, no sólo por recursos sino porque muchos de los aliados han recorrido un camino muy importante en trabajo con la comunidad, por ejemplo.

### **Interviene Miguel Tobar**

¿Ustedes consideran que se deben hacer más de un consorcio en la misma temática? ¿Qué estrategias se podrían implementar para vincular a aquellos grupos de investigación que quedaron excluidos de la primera convocatoria?

### **Interviene Hernando Ariza**

Cuando nosotros conformamos la unión temporal tratamos de abarcar el mayor número de grupos de investigación y de universidades que fueran estratégicas desde el punto de vista geográfico. Inclusive nos hicieron críticas sobre por qué habíamos incluido tantos grupos. Gracias a Colciencias, muchos de los grupos de investigación en nuevos materiales en Colombia se formaron en la década de los noventa y gran parte de ellos está hoy integrada al Centro de Excelencia. Sin embargo, hay temas en los que todavía hay que trabajar mucho, como en el caso de materia condensada. Una estrategia sería ir articulando los diversos grupos que hay en el país a través del CENM y que estos grupos sirvan como ejemplo multiplicador y vayan agrupando a esos otros investigadores dispersos.

### **Interviene Jaime Robledo**

Yo tengo dos consideraciones con respecto a esa pregunta. La primera, está basada en la experiencia. En la primera convocatoria, algunos grupos que están por fuera de este Centro de Exce-

lencia nos pidieron que si podíamos soportar las propuestas que ellos llevaban a la convocatoria. Se consultó con el comité de coordinación la solicitud y se les respondió que, como estaban trabajando en tuberculosis, podíamos aportarles recursos. Considerando que el tema de la tuberculosis es sensible y que es importante para el país se debe buscar la mayor sinergia como sea posible.

La segunda consideración es de orden práctico. Si la pregunta me la dirigen a mí, con tan poco tiempo que lleva el Centro, les digo que todavía no soy capaz de contestar eso porque llevamos seis o siete meses y hay algunas cosas que todavía están muy inmaduras y que estamos aprendiendo en el camino y que se refieren a la parte operativa, pero también a la forma como se garantiza que los grupos participen y aporten al objetivo común.

Ahora, el que haya más centros de excelencia depende mucho de los temas. Materiales es un tema muy amplio, que puede ser muy diverso en sus investigaciones; en cambio, no tiene sentido hacer otro centro de excelencia en tuberculosis, en este caso lo pertinente sería hacer otro centro de excelencia especializado en otra enfermedad o área de la salud.

### **Interviene Miguel Tovar**

A nivel de las entidades que avalaron los consorcios, ¿qué cambios organizacionales o administrativos se tuvieron que hacer para este nuevo cambio operativo? Por ejemplo, si hay investigadores que hoy están vinculados de manera permanente al Centro y la universidad les cedió ese tiempo, ¿cómo opera esto?

### **Interviene John Mario Rodríguez**

Aunque hemos visto en las presentaciones anteriores que Chile, Brasil y México han montado esta idea de centros de excelencia, lo han hecho en condiciones distintas, por la relación con la empresa. Las instituciones que avalaron esto no sólo tuvieron que hacer un cambio en su forma de operar sino, también, en su forma de pensar. No es sólo la dedicación de los directores o la disminución de docencia directa de los investigadores sino que el proceso pasa por muchas cosas.

Primero, los representantes legales de las universidades —rectores, directores, decanos, etc.— deben estar plenamente convencidos de que el experimento vale la pena y de que invertir, por ejemplo, 400.000 millones de pesos a este proyecto es una apuesta que vale la pena hacer. Segundo, intervienen los temas administrativos. Cómo hacer para que una institución le pueda transmitir recursos en efectivo a una institución con un NIT diferente es algo difícil de justificar dentro de la legislación vigente para estas entidades, sobre todo cuando se trata de universidades públicas. Tercero, hay un cambio muy grande en los investigadores porque ahora tenemos unos directores de centros, unos coordinadores de áreas, unos consejos administrativos y unos comités científicos. Al mismo tiempo, los investigadores tienen el salario pagado por la institución y un porcentaje de dedicación al Centro de investigación propio y tienen que responder a unos productos del Centro de Excelencia y a las exigencias del director científico o del director general. ¿Cómo hacemos ese diálogo con personas a las que no les pagamos el salario, sino que lo reciben de sus universidades?

Aquí hay un factor de éxito de los Centros y es el hecho de que muchas de las instituciones que conformaron los centros habían trabajado juntas antes, en proyectos o en convenios, y que se conocían un poco. Eso facilita que las cosas funcionen administrativa y jurídicamente, pero también que haya mayor entendimiento entre las personas.

### **Interviene Miguel Tobar**

¿Qué mecanismos de autosostenibilidad están previstos para el mediano y el largo plazos?

### **Interviene John Mario Rodríguez**

Cuando nosotros pensamos el Centro consideramos los 1,7 millones que aportó Colciencias como un capital semilla y como un gancho para atraer más recursos. Sin embargo, es muy pronto para decirlo porque tenemos que probar hipótesis de investigación en estos centros, pero, además, los mismos centros son una hipótesis: ¿funcionarán o no funcionarán? ¿Cuánto tiempo seremos capaces de demostrar que somos capaces de trabajar juntos? En muchos casos tenemos otros problemas adicionales y es que tenemos que trabajar con comunidades, casi siempre rurales, en condiciones muy difíciles, con personas que han perdido la confianza en muchas instituciones. A pesar de eso, el Centro ha avanzado algo en ese sentido.

Nuestro director científico tiene, entre todas sus responsabilidades, el encargo de buscar alianzas, a través de convenios y dentro del marco de nuestros objetivos, alianzas que permitan generar nuevos capitales. Si todo sale como está previsto, en aproximadamente siete meses tendríamos que tener convenios por 500.000 dólares. Algunas negociaciones van bien; otras, no tanto. Otra forma muy interesante que hemos encontrado para apalancar recursos hacia el futuro es participar en el tema del desarrollo regional. Convencer a las autoridades regionales, a otras universidades, a otros investigadores, a la comunidad, de que el Centro es capaz de liderar la transformación que requiere la región puede ser la fuente de ingresos muy importantes para el futuro. En Risaralda firmamos, como les comentaba en la presentación, un convenio para el Plan forestal y el plan de competitividad forestal. Ellos le entregaron al centro el manejo de los recursos y del proyecto en sí.

### **Interviene Miguel Tobar**

¿Qué recomendaciones puntuales le harían a Colciencias de acuerdo con sus vivencias, con miras a una nueva convocatoria?

### **Interviene Elena Stashenko**

Yo tengo una recomendación, aunque podría sonar grosera. Colciencias debería garantizar-nos, no nuestra autosostenibilidad, sino que efectivamente nos llegue el dinero que nos han prometido para cada año. Yo, como directora del centro, tengo ese temor: este año tenemos el dinero,

pero ¿cuándo llega el dinero del segundo año o habrá dinero para el tercero? Hay muchos contratos andando y, si no contamos con los recursos a tiempo, vamos a tener muchos problemas.

### **Interviene Jaime Robledo**

Yo tengo otra recomendación. Por lo corto de la convocatoria, se cometieron errores —y lo digo un poco como autocrítica— porque no hubo tiempo de asentar suficientemente las ideas y de organizarlas bien. La recomendación, para una próxima convocatoria, es que el período entre el lanzamiento de la convocatoria y la fecha en que hay que entregar debe ser más amplio para que los grupos puedan madurar y estructurar su propuesta.

P. Esta es una pregunta para la doctora Elena Stashenko. Vemos que el proyecto de su Centro tiene un potencial impresionante en el área de la biotecnología y veo con preocupación que ustedes, desde el comienzo, piensan publicar un libro. ¿Tienen alguna asesoría jurídica para mirar en qué momento podrían llegar a tener algo que fuera patentable y que puedan salvaguardar los encuentros que hagan?

R. Tiene razón. Esa es una cuestión muy delicada. Por eso, en el primer año el trabajo con los municipios y con las cooperativas campesinas e, inclusive, con empresarios lo empezamos con plantas conocidas, plantas aromáticas tropicales que ya se han desarrollado y que se cultivan comercialmente en otros países. Paralelamente, la recolección de material vegetal se hace con el respectivo permiso de las autoridades ambientales. Apenas estamos haciendo actividad biológica y todavía no hay nada estafalario en el trabajo que estamos haciendo y que requiera patente o algo así. Sin embargo, en la dirección de investigaciones de la Universidad tenemos un asesor de patentes que entraría a trabajar con nosotros muy pronto, porque el tema es muy delicado.

P. Mi pregunta se relaciona con la parte locativa de los Centros de Excelencia. Hay temáticas que justifican que haya centros multilocalizados, debido a las áreas de trabajo, pero en los temas más puntuales, por ejemplo, biología celular, es necesario tener un centro en el cual se encuentre todo. Ese concepto de centros multilocalizados me parece que no es aplicable a ciertos temas. ¿Cómo van a manejar los centros de excelencia esos temas puntuales y delicados que se pueden presentar en el desarrollo de sus trabajos?

### **Interviene Jaime Robledo**

Yo voy a responderle desde el punto de vista del Centro de Excelencia de Tuberculosis. Nosotros pensamos en un centro que no estuviera localizado en un lugar específico por varias consideraciones: una, porque los grupos que integran el Centro —excepto el grupo con menos trayectoria— son grupos relativamente establecidos en temáticas que hacen parte de la propuesta. La dotación genérica está contemplada en los grupos que son fuertes en algunos puntos de la propuesta. Eso es diferente a lo que han planteado otros centros de excelencia, pero para nosotros ha funcionado bien hasta el momento. Las unidades temáticas de nuestra propuesta son lideradas por los grupos que tienen esas fortalezas. Hay una serie de actividades transversales que unen lo que hacemos, pero consideramos que, dada esa consolidación de los diferentes grupos, no necesitamos una localización centralizada y específica para que el Centro funcione.

### **Interviene Miguel Tobar**

Colciencias está pensando, para la próxima convocatoria, abrir el Serlac, es decir, servicios especializados que ofrecen los grupos de investigación del país para darlos a conocer y eso permitiría ver la capacidad del país y aprovechar la infraestructura de esos grupos y centros.

P. Aldo Fernández, de la Fundación Tropilología. Quería hacer una propuesta para todos y dos preguntas. La propuesta es que están trabajando aislados y no hay interdependencia entre los centros, que se retroalimenten y que los centros puedan tener una especie de Consejo conformado por los directores de los distintos centros en el que puedan intercambiar sus experiencias. La primera pregunta es para la doctora Elena Stashenko: ¿tienen vinculación con grupos internacionales? La segunda pregunta es para el doctor John Mario Rodríguez: ¿tienen alguna vinculación con el CIAT o con la FAO?

### **Interviene John Mario Rodríguez**

En cuanto a la primera apreciación, es completamente cierto que los centros ganarían mucho uniéndose de alguna manera. Ya estamos trabajando en eso y con la GTZ estamos buscando apoyo para montar un sistema de seguimiento y evaluación de los centros en su conjunto y crear un sistema de indicadores comunes. Es difícil por las diferencias en las temáticas, pero tenemos cosas que son comunes y transversales a todos los centros. Por otro lado, hasta ahora hemos tenido dos reuniones de directores, una en Pereira y la otra en Medellín, en las que hemos tratado de avanzar en la idea de cómo podemos generar un espacio de trabajo común, precisamente porque dos de los centros son muy afines entre sí —el de plantas aromáticas y medicinales y el de biodiversidad—.

Respondiendo a la pregunta sobre el CIAT, es cierto que el CIAT está trabajando en esto e incluso tiene convenios con el CATIE para trabajar el tema de pasturas degradadas en Colombia y otros dos países de América Latina. No nos hemos acercado mucho al CIAT todavía, pero es posible que en el futuro tengamos relaciones. En cuanto a la FAO, ya iniciamos los contactos y estamos viendo si a través del CATIE hacemos trabajos en productos no maderables en la zona cafetera.

### **Interviene Elena Stashenko**

Mi respuesta sería que el laboratorio que tenemos, y que es una especie de nodo, que coordina el trabajo de otros grupos, tiene una inversión aproximada de un millón de dólares en infraestructura, conocimiento y recurso humano de alto nivel. Y aquí la cooperación internacional es al contrario: es un laboratorio que recibe pasantes de otros países. Hemos tenido pasantes de países latinoamericanos para la obtención de esencias, sus caracterizaciones, etc. El centro fue la oportunidad de poder transferir nuestro conocimiento al campo y esto es un poco difícil para quienes somos netamente académicos, pero es fascinante. Por otro lado, estamos haciendo convenios con Australia, Corea y Tailandia para crear una red de aceites esenciales de la región Pacífico. Sí hay vínculos con centros internacionales. Pero, orgullosamente les digo que la gente de afuera viene aquí a entrenarse, lo que representa un gran reconocimiento y un vínculo futuro promisorio.

P. Orlando Buitrago. Pertenezco al grupo de investigadores de la Universidad San Martín. Tenemos un grupo de investigaciones en control del cáncer y otro en biotecnología reproductiva. Lo que dice la doctora Elena es muy cierto en cuanto a las limitaciones que tenemos para acceder a los recursos de ciencia y tecnología. Se ha discriminado un poco contra los estudiantes de secundaria de escuela pública y se les cierran las puertas a investigadores empíricos. La pregunta es para la doctora Elena: ¿cómo ha hecho para lograr tantas cosas buenas en Colombia?

R. Elena Stashenko. No quería decir la frase, pero toca. La clave está en estudiar, estudiar, estudiar y en trabajar, trabajar y trabajar. Era, primero, creer en lo que se puede hacer aquí, superar el complejo de inferioridad comenzando con los estudiantes de primeros semestres, que todavía no están contaminados con esta idea y son muy entusiastas. La idea es inculcarles a estos jóvenes que aquí sí hay recursos para hacer investigación. Lo segundo es respetar a los otros investigadores y ver en ellos, no a un enemigo que te va a quitar los fondos, sino a un aliado que te puede ayudar a crecer. Lo tercero es que construimos todo entre todos: pintamos los laboratorios nosotros mismos, los dotamos, les hacemos mantenimiento. Yo no estoy en mi oficina dando órdenes, estoy con la gente trabajando con ellos permanentemente y en todo.

---



Simposio satélite I  
**CIENCIA Y CONOCIMIENTO  
TRADICIONAL**

Moderador: Juan Plata. Jefe del Programa de Ciencias Sociales de Colciencias.

**Participantes:**

- **Carlos Vladimir Zambrano.** Universidad Nacional de Colombia.
- **Daniel Aguirre.** Centro Colombiano de Lenguas Aborígenes.
- **Zayda Sierra.** Grupo Diverser. Universidad de Antioquia.
- **Darío Mejía.** Organización Indígena de Colombia.

**Interviene Juan Plata**

Dice un mito huitoto: «como Mohoma creó la palabra para los hombres hizo un camino para los hombres». Queremos que ése sea el espíritu de este Simposio en la medida en que propicie un encuentro para conversar alrededor de esos dos temas que no siempre convergen.

**Interviene Carlos Vladimir Zambrano**

Una de las preocupaciones que tiene la antropología en el momento de trabajar el tema de ciencia y conocimientos tradicionales es que los científicos tienden a negar los conocimientos tradicionales, a calificarlos bajo una serie de preceptos negativos que se incorporan en un esquema cultural en el que el saber único y razonable es el saber de uno y tienden a excluir toda posibilidad de conocimiento que no esté atravesada por su lógica. Por el otro lado, encontramos a personas que, teniendo sus conocimientos, muchas veces se ven afectadas por esta situación y tienden a subvalorar toda la experiencia de conocimiento que ellos tienen. Es posible que inicialmente esta parezca una tensión bastante simple y anodina, pero de ella se derivan las principales tensiones de diálogo y comunicación entre un saber y otro.

Voy a tratar de caracterizar dos aspectos que tienen que ver con el conocimiento tradicional. El primero es el que tiene que ver con qué es lo tradicional en términos de conocimiento y cuáles

son los sujetos que producen conocimientos tradicionales. Vale decir, cuáles son las prácticas que hacen posible que un conocimiento eventualmente se haga tradicional. En segundo lugar, es importante comenzar a plantear que no solamente los conocimientos tradicionales son los conocimientos de las comunidades indígenas y qué significado tiene pensar esto.

En cuanto al primer aspecto, para empezar voy a citar una frase de Levy Strauss que aparece en *El pensamiento salvaje* y que me parece significativa para toda esta reflexión. Levy Strauss, después de argumentar que en la historia de la humanidad los individuos de distintas culturas siguen los mismos procedimientos para producir conocimiento diferencia entre conocimiento y pensamiento, señala que el conocimiento es la acumulación histórica de las informaciones que han sido producidas por una cultura y el pensamiento es la disposición estratégica de estos conocimientos. Si la disposición estratégica de conocimientos requiere transformar los conocimientos, entonces de qué conocimiento estamos hablando. La lógica cultural impone, por sí misma, la producción de pensamiento, es decir, la transformación permanente de conocimientos.

Desde la perspectiva del conocimiento estaríamos diciendo que el conocimiento tradicional es aquel que puede generar expectativas estratégicas en un determinado momento, que se somete al pensamiento y se pone a disposición de las culturas, no solamente de los individuos, y que es capaz de incorporarse dentro de sus prácticas. Esto nos da la primera caracterización de la tensión: el conocimiento tradicional no puede ser pensado pasivamente ni puede ser pensado ajeno a las prácticas y a las inquietudes que tiene una sociedad. Esa relación de conocimiento y pensamiento establece una relación con la valoración de los aspectos científicos. Vamos a encontrarnos con una confrontación entre qué saber se está produciendo y el modo de aplicarlo.

Esta relación entre ciencia y conocimiento tradicional no podría responderse única y exclusivamente en los términos de conocimiento, sino en los de las orientaciones de poder y política que esos conocimientos tienen. Si el motor de una cultura es el pensar, y el pensar es disponer conocimientos estratégicamente, en el momento en el que se confrontan dos culturas distintas con procedimientos distintos al parecer no es el problema del modo de conocer o del modo de pensar, sino de un factor adicional que incluye determinaciones ajenas al conocimiento, pero que inciden en ellos y que podríamos llamar de política o de poder, los poderes del conocimiento.

El segundo aspecto concomitante con esta primera reflexión es que el conocimiento tradicional parece tener un sujeto al cual, desde el primer momento, se le adscribe la posibilidad de conocimiento tradicional sin mayor discusión, es decir, el pueblo indígena o, en general, el conocimiento indígena. También debemos entender cuál es concepto de lo indígena en el contexto de los conocimientos tradicionales y tratar de explorar si existe esa presencia hipotética de un poder o una política decidiendo qué se mantiene o se preserva en términos de conocimiento tradicional. Quiero aclarar que mis planteamientos no están dirigidos a poner en tela de juicio el valor, la presencia y la importancia de los pueblos indígenas en la lucha por el reconocimiento de sus derechos. Ése es un *a priori* que no está en discusión. Quiero centrarme en el concepto de indígena como categoría social, política y de conocimiento.

Desde esa perspectiva, me parece que la situación no está en el terreno de la política o de los procesos organizativos de los pueblos indígenas, sino en el de la epistemología, es decir, en donde encontramos los conocimientos tradicionales confrontados con los conocimientos científicos no tradicionales; en ese sentido, estoy hablando de conocimientos no occidentales.

Hacia 1991 nosotros teníamos una algarabía por los éxitos que se venían alcanzando en la lucha política por el reconocimiento de los derechos de los pueblos indígenas, reconocimiento que se estaba haciendo explícito al incorporar el reconocimiento de la diversidad étnica y cultural en la Constitución Política de 1991. No pasó mucho tiempo para que nos diéramos cuenta de que ése no era un proceso local o nacional. Esa la lucha de los pueblos indígenas por el reconocimiento de sus derechos, de sus tierras, de sus lenguas, de sus conocimientos, de sus culturas, de sus autoridades, de su jurisdicción, etc., parecía un efecto de la presión histórica de los pueblos indígenas. Estos reconocimientos aparecieron también en Argentina, Brasil, Guatemala, Venezuela, Bolivia, etc. De pronto resultó que para el Banco Mundial eran prioritarias, para poder conceder préstamos, dos condiciones: la no vulneración de los derechos humanos y el reconocimiento de la diversidad étnica y cultural.

Paralelamente, en 1992 apareció el convenio de la biodiversidad. Estos dos ámbitos no pueden permanecer ingenuos en nuestras perspectivas en relación con el conocimiento. En la década de los noventa aparecen cosas que van a ser significativas para el desarrollo de la ciencia y la tecnología y, sobre todo, competencia de los pueblos indígenas que tienen que ver con el genoma humano. Esto entra dentro de una categoría de indígena que es política y que tiene que ver con el modo de controlar los recursos genéticos y la biodiversidad y con las categorías sociales que eventualmente permitirían que eso pueda cristalizarse en políticas de reconocimiento de derechos.

Sabemos, por ejemplo, que los esfuerzos de Lorenzo Muelas tienen que ver con cuál es el lugar efectivo de los pueblos indígenas en ese nuevo escenario de la política de control de los recursos y cómo aparece, en el convenio de la diversidad, la defensa y la protección de los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas. Este tema que nos ha propuesto Colciencias es, sin dudas, muy importante para la comunidad científica porque en él no podemos perder de vista las dos visiones que les acabo de mencionar. En primer lugar, la pregunta sobre la producción de lo tradicional y los conocimientos tradicionales y, segundo, lo que ha significado, en la última década, el reconocimiento de los derechos de los pueblos indígenas para preservar su diversidad, pero también en el contexto en el que esa categoría adquiere una renovación y un sentido muy importantes, en el marco de esas transformaciones sobre las cuales el conocimiento y el control genético adquieren un valor fundamental.

Hoy el control de los descubrimientos científicos basados en la biodiversidad tiene un valor añadido y es que se los están disputando los centros rectores del conocimiento, que ya no están solamente en la academia sino en los laboratorios farmacéuticos y en otros laboratorios que están emergiendo con la misión de controlar y manipular los desarrollos de la ciencia y lo que puede eventualmente producir aquello que se llama conocimiento tradicional.

Los elementos de protección que está generando el convenio de la diversidad son los aspectos de uso y conservación de los recursos de la biodiversidad para un desarrollo sostenible. Hoy en día es el efecto de la categoría 'pueblos indígenas' el que tiene una mayor posibilidad de estructuración de políticas de conocimiento en relación con los puentes que pueden establecer la ciencia y el conocimiento tradicional. En uno de mis trabajos denominé este fenómeno con el nombre de 'el indigenismo radical'.

El indigenismo radical no es un concepto que nos permita atender de manera clara las reivindicaciones de los pueblos indígenas, sino la forma como los pueblos indígenas y sus derechos y sus niveles de actuación pueden contribuir a preservar una serie de conocimientos, el uso de la

biodiversidad de una sociedad privilegiada. Es un espacio para la actuación política en un entorno en el que los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas son lo que menos interesa. Sin embargo, los pueblos indígenas y su conocimiento tradicional sí tienen un espacio de resistencia muy importante y sobre ese espacio quisiera llamar la atención para generar políticas radicales de protección en la naturaleza.

Quiero terminar con una frase de Gerardo Reichel-Dolmatoff quien en uno de sus libros señalaba que el avance de los conocimientos científicos se han sobrepasado hasta tal punto que cada vez nos sorprendemos más frente a ellos. Si comparativamente establecemos relaciones con los conocimientos de los pueblos indígenas tal vez podríamos decir que no hay punto de comparación. Sin embargo, los pueblos indígenas nos dejan un elemento fundamental que sigue siendo una lección para la humanidad: la relación que tienen con los recursos naturales, y ningún conocimiento científico occidental ha llegado a superar esa relación. Ese ámbito nos permite generar filosofía y pensamiento y, por tanto, la mayor fuerza que pueden aportar los pueblos indígenas para mantener nuestros recursos y nuestra biodiversidad está en sus conocimientos tradicionales.

### **Interviene Juan Plata**

Carlos Vladimir ha planteado una de las primeras tensiones que consiste en cómo conceptualizar lo político del indigenismo radical no sólo en función del actuar y de la cultura, sino también en esa tensión de los diferenciales de poder y de conocimiento. Vamos a escuchar ahora a Daniel Aguirre.

### **Interviene Daniel Aguirre**

Para empezar, quiero referirme a un artículo que fue publicado recientemente en la revista *Semana*, una edición especial que se llama *Colombia, ésta es tu herencia* y que está dedicada al patrimonio colombiano. Para mí es una revista muy especial, pues está toda la cultura colombiana: comidas, vestidos, bailes, fiestas, etc. Yo escribí para esta revista un artículo sobre las lenguas colombianas. Los alumnos de la primera promoción de la maestría de lenguas aborígenes de la Universidad de los Andes fundaron el Centro Colombiano de Lenguas Aborígenes, CCELA, del cual actualmente soy el Director.

La lengua es el reflejo de un pensamiento, de una forma de ver el mundo. Estas cosmovisiones representadas en las lenguas aborígenes son más viejas que el mismo español, pues son lenguas milenarias. La gran riqueza de este país es que hay, en los distintos pueblos, unas percepciones del mundo muy diferentes a las de nosotros. Los Nukak Maku, uno de los pueblos nómadas de la Amazonía, tienen un verbo que se traduce al español como 'ir sentado' que es el que usan cuando están en la canoa, usan otra palabra para cuando están sentados en otros sitios.

Al ir avanzando en mis estudios y descubrir cosas como las del pensamiento complejo de Edgar Moran, que habla de la visión integral del hombre, o las del pensamiento sistémico de Fritjof Capra, que habla en su libro *La trama de la vida* de cómo todo está relacionado entre sí y que en el momento en que uno entra en armonía con la naturaleza puede entender hasta el movimiento de una hoja, y al recordar los trabajos de Maturana y Varela en su disciplina que se basa en las raíces bio-

lógicas del pensamiento, relativizan el pensamiento. Así, dejamos de pensar que la ciencia soberana es la de occidente. Lo que quiero demostrar es que eso de lo que están hablando hoy en Occidente sobre pensamiento complejo o pensamiento sistémico es de lo que han venido hablando desde hace miles de años los indígenas.

El artículo de la revista semana se llamaba *Lenguas colombianas* —en la revista *Semana* lo cambiaron por *Se habla en*— y empezaba así: «¿Lenguas colombianas? se preguntarán los que aún creen que lo más valioso del país es lo que nos ha legado Europa, el español, por ejemplo, y que sus muestras vernáculas son restos de un pasado que nos abochorna, con dialectos, no lenguas, hablados por los indígenas y afrocolombianos; con hechicerías, no prácticas religiosas, como consideramos sus creencias, y con artesanías, no arte, como llamamos a su cultura material, testimonios todos de la milenaria cultura americana ancestral.

Lo cierto es que en Colombia todavía se oyen 66 de las lenguas habladas en esta región a la llegada de los españoles y dos lenguas llamadas criollas, creadas como estrategia de supervivencia por los descendientes de los africanos raptados a este continente. Lenguas que han sobrevivido a los intentos de exterminio de sus hablantes, al desprecio y la ignorancia fruto de la amañada historia de los europeos vencedores sobre los amerindios vencidos que retrató un indígena salvaje y robó y escondió su conocimiento, cuando su supuesto atraso obedeció a la imposibilidad de interpretarlo el europeo de entonces desde sus parámetros o a las circunstancias en que se desarrolló la conquista, negando la memoria y aumentando la visión negativa de este lado del mundo y de sus gentes para justificarla.

Hoy, cuando desde la misma Europa se cuestiona la universalidad de la ciencia de Occidente y aceptan sus más preclaros exponentes que su desarrollo ha sido utilizado más para su beneficio que para el de la especie o el planeta y que gran parte del mundo ha sido sacrificado para su provecho, se empieza a oír la voz de los pueblos excluidos, con otra visión del mundo, con otras maneras de comprender la vida a través de sus lenguas maternas, hasta hace poco ajenos a una especie humana cuyos líderes arrasan el planeta, explotan y manipulan la naturaleza insaciablemente como simples cúmulos de sensaciones y necesidades, sujetos y objetos de producción y consumo.

Colombia presentaba un alto número de pueblos a la llegada de los europeos, pueblos que confluían en esta región por su posición intermedia entre el norte y el sur del continente, que se mantuvieron aislados por la escabrosa topografía y diferenciados porque ninguno había subyugado a los otros y así hasta finales del siglo pasado, cuando la globalización irrumpió en sus territorios. La sola presencia de los indígenas en el país es un desafío para sus detractores. Son incontables los pueblos amerindios exterminados con sus lenguas desde la conquista. Al vaivén de los caprichos de los reyes de España, las lenguas indígenas fueron protegidas para facilitar la civilización de los indígenas o utilizadas como lenguas siderales para aprender el español o definitivamente prohibidas para imponerle con toda la empresa evangelizadora que pretendía acabar las sociedades indígenas.

El número de lenguas aborígenes en lo que hoy es Colombia pudo ser más del doble de lo que hay ahora; Colón escribió en su diario que cada provincia parecía tener su propia lengua; gestos e intérpretes fueron utilizados para su mutuo entendimiento. Desde la conquista ha habido individuos interesados en estas lenguas. Ya en el siglo XVI había gramáticas sobre ellas y en este siglo y en el XVII hubo cátedras para su enseñanza. El siglo XVIII vio morir muchas lenguas indígenas, entre ellas el muisca, en el centro del país. En el siglo XIX y principios del XX, algunos extranjeros

pasaron por nuestro país recogiendo datos sobre lenguas indígenas y ellos, junto con los datos de los investigadores colombianos, fueron dando las bases para su clasificación. No obstante, no fue sino hasta mediados del siglo XX, con la lingüística moderna, cuando se pudo despejar el panorama, hasta entonces confuso. Hacia mediados de los años ochenta no sabíamos qué había en el país, no se habían clasificado las lenguas, no sabíamos cuántas familias lingüísticas había, aunque se sabía que había muchas lenguas indígenas.

De las 68 lenguas que hay en el país, sólo tres superan los 50.000 hablantes: el wayunaiki, hablado por los wayuú, unos 150.000 en Colombia; el nasayuwe, hablado por los paeces, unos 100.000; y el embera, hablado por diferentes grupos embera, cerca de 70.000. Estas lenguas están cada vez más interferidas por el español entre los jóvenes y, de no ser por los programas de etnoeducación, el idioma europeo ya las hubiera absorbido. Las otras lenguas son muy menores en número de hablantes: el namtrik, hablado por los guambianos, cuenta con unos 30.000; el ika, de los aruakos, con unos 15.000; el tikuna cuenta con unos 7.000 hablantes. Hay casos tan extremos, como el bará o el pisamira, que no tienen más de 80 hablantes, o el del tinigua, una lengua que se estudió hace 15 años y que en ese momento no tenía sino 3 hablantes adultos -los jóvenes no quisieron a prender la lengua-. Se considera que en un espacio de cinco años se pierde una lengua aborígen en Colombia.

Mención especial merecen las dos lenguas criollas del país, testimonios de la epopeya de los afrocolombianos. El criollo de Palenque de San Basilio, es el resultado de la unión de vocablos españoles con estructuras de lenguas africanas diferentes que hablaban los esclavos agrupados por diferencia de lenguas para evitar rebeliones. Huidos a lugares inhóspitos, llamados 'palenques', elaboraron un idioma artificial -fenómeno conocido en el mundo como 'pidgin' o 'sibir'- con los vocablos de la lengua española, común a todos, y con las estructuras de sus lenguas africanas maternas, también comunes a todos.

Al mantenerse estas lenguas como lengua materna para las nuevas generaciones se convirtieron en 'criollos', lenguas que, aunque artificiales, cobran autonomía y, como las lenguas naturales, pueden describir todo el universo y la vida. De igual manera, los raizales de San Andrés, Providencia y Santa Catalina construyeron el creole a partir de vocablos ingleses y estructuras de lenguas africanas. Los hablantes competentes del criollo palenquero son los mayores y se podrían cifrar en 20.000. Los raizales colombianos que hablan creole se pueden aproximar a 25.000.

Hay esfuerzos en varias comunidades para que las lenguas no se pierdan y ya en las escuelas están dando clases a los niños y a los jóvenes. De las tres lenguas que mencioné que tienen más de 50.000 hablantes -los wayuú, los embera y los paeces- se pensaría que son lenguas muy vitales, pero no es cierto porque los jóvenes las están mezclando con el español, lo que representa un peligro muy grande para las lenguas aborígenes.

En este rápido bosquejo de las lenguas colombianas se puede agregar que constituyen uno de los mayores baluartes del patrimonio inmaterial colombiano; que su desaparición ha significado la pérdida de cosmovisiones milenarias que constituyen gran parte de nuestro ser (tenemos más de chibchas o pijaos que de franceses o ingleses, por ejemplo); que de haber sido otra nuestra historia, estas lenguas serían uno de nuestros mayores distintivos y las conoceríamos y enseñaríamos al mundo con orgullo.

Se ha avanzado en la mirada desde nosotros y no desde afuera. Los programas de lingüística y etnoeducación en universidades nacionales; la apertura de nuevos programas de antropología en

la capital y el Caribe; la presencia de maestros indígenas y afros en las universidades para dictar cátedra sobre sus lenguas maternas; el creciente número de estudiantes inscritos en estas carreras y su inquietud por todo lo indio, lo negro e incluso lo gitano, del pueblo Rom de nuestro territorio, también con lengua propia —el romaní—, nos dan la esperanza de una juventud más orgullosa de su multiculturalidad, dispuesta a conocer y cuidar sus riquezas, antes que prepararse para salir del país y solucionar su problema personal, ignorando nuestros verdaderos valores nacionales que, como las 30 lenguas que faltan por estudiar, se evaporan en medio de balas y dinero para sus hablantes.

### **Interviene Juan Plata**

Cada lengua es un mundo y es muy triste que desaparezca porque es un mundo que nos pertenece.

### **Interviene Darío Mejía**

Mi nombre es Darío Mejía. Soy indígena del pueblo zenú. Trabajo en la Organización Indígena de Colombia como asesor de la oficina de Territorio, Medio Ambiente y Biodiversidad. El espacio desde la ciencia y la tecnología en diálogo con lo que podríamos llamar saberes propios de los pueblos indígenas cobra relevancia en estos momentos, dadas las coyunturas políticas actuales, porque plantean desafíos cada vez más grandes e incluso aplastantes. Voy a dividir mi presentación en tres elementos esenciales. El primero es un elemento histórico referido al poder y la dominación, esto constituye lo que no olvidamos y que, en sí mismo, es un saber.

Lo que no olvidamos desde la perspectiva de lo histórico podría dividirse también en tres elementos: el conocimiento o el reconocimiento del otro a partir de la moral. Y lo primero que surge es la pregunta de si el otro es o no es humano. Esa es la primera tensión y se planteó desde que llegó la colonización española. El saber se fundamentaba en la moral y en la fe, en saber que el otro también es humano, tiene alma.

Otra tensión o pregunta que se encuentra en esta perspectiva histórica es si son o no son nacionales. Esta tensión surge del conocimiento universal y, sobre todo, del concepto del Estado-Nación y a partir de allí la necesidad de generar unos elementos de control político y social centralizados, lo que implicaba acabar con los resguardos indígenas, hacerlos parte de la sociedad nacional, porque la sociedad es una e indivisible y el Estado debe dominarla. Y esto se relaciona con el concepto de propiedad visto desde la generación de riqueza.

Otro elemento es el relacionado con los momentos de dominación doctrinal. Hoy en día nos encontramos frente a la doctrina dominante de tipo capitalista y neoliberal que plantea una serie de necesidades frente al diálogo con el otro y la relación con los pueblos indígenas. Y aquí viene otra tensión: son o no son desarrollados los indígenas, necesitan o no necesitan el desarrollo. Necesitamos reconocer a los pueblos indígenas porque ellos tienen una riqueza material e inmaterial que es válida para la humanidad.

Estos tres elementos no los podemos perder de vista porque constituyen una forma histórica de epistemología del entendimiento con el otro. Hasta aquí la perspectiva histórica de lo que

podríamos llamar diálogo de saberes, para pasar a un segundo ámbito: la relación intercultural. Los procesos interculturales son irreversibles, por mucho que se hable de recuperación, eso constituye un devenir histórico que no se puede revertir. Aquí valdría la pena preguntarse qué tanto hay de propio en las doctrinas sobre el conocimiento tradicional porque, por más que se hable de reconocimiento, siempre hay un objetivo que es la acumulación de riqueza y la dominación.

Al interior del movimiento indígena se ha visto que muchos de los avances de la tecnología se pueden usar para generar esos procesos interculturales que son irreversibles, pero que pueden garantizar la pervivencia de los pueblos. Es lo que ocurre con los celulares, por ejemplo. Los usamos para comunicarnos entre pueblos y eso ya es una apropiación de un saber o de una tecnología.

Aquí hay una tensión primaria que consiste en cómo se entiende esa apropiación a partir de las políticas públicas, entendiendo que el saber se limita a lo meramente instrumental u operativo, pero no en los contenidos. Las tecnologías no son buenas ni malas per se, depende del uso que se les dé y de los contenidos que tengan en su transmisión y en el diálogo entre culturas. Cuando en Colombia se habla de emisoras comunitarias indígenas, lo primero que uno encuentra en los programas públicos es que se hacen capacitaciones para que los indígenas puedan producir comerciales para la autosostenibilidad de la emisora, pero se desconoce que el uso de las emisoras tiene que estar en la reproducción de la cultura de la comunidad indígena y en la generación de procesos de autogobierno. Para eso no existe una postura política por parte de las instituciones del Estado.

Podríamos ahora considerar los elementos de política en esa interrelación ciencia y tecnología y conocimiento propio. Digo conocimiento propio porque cuando se habla de conocimiento tradicional se habla de que lo tradicional es algo premoderno, atrasado, que merece un reconocimiento en tanto que valor agregado de una sociedad. Aquello que se construye a través de la historia en cada pueblo es actualizado y también es contemporáneo. La única diferencia es que son saberes que hacen parte de un pueblo determinado, de una visión de mundo diferente.

Los elementos de política que hemos identificado en las organizaciones indígenas se centran en que la producción de saber debe estar orientada a generar procesos de fortalecimiento político y organizativo. La producción de saber no puede estar dirigida a generar espacios o campos o esferas de academias que, bajo la lógica de producir productos, no produzca una capa en la sociedad que se especialice en el conocimiento de un determinado grupo social o pueblo. Esto, desde el punto de vista de las organizaciones indígenas, plantea la continuidad de la lógica de dominación que ya expuse. El conocimiento sobre lo organizativo, sobre las regulaciones al interior de cada pueblo, pensada desde las necesidades propias de cada pueblo, es un imperativo que requiere la promoción por parte de las políticas públicas para darle sustancia a esa diversidad étnica y cultural del país.

Esto plantea un problema serio: la formación, sobre todo la formación autodeterminada. La capacitación debe estar pensada en función del fortalecimiento político organizativo de los pueblos y no tanto en promover una cultura organizacional, sino en mirar cuál es la organización de la cultura. Esto plantea retos y problemas, pues cada pueblo es diferente, es un mundo distinto y, por tanto, se requieren programas específicos para cada pueblo.

Esto conduce a otro elemento de política: la generación de gobierno. Esta ha sido una de las grandes banderas del movimiento indígena a través de su historia. El gobierno propio es muy importante y debemos encontrar los elementos de concordancia y coordinación entre los sistemas jurídicos propios y la justicia ordinaria colombiana: dónde es pertinente coordinar y dónde no lo es,

bajo qué principios se coordinaría y cuál sería la forma de coordinación. Esta es una determinación que deben tomar los pueblos indígenas y no puede salir de la planificación de una política pública a partir de la institucionalidad del Estado. Es decir, estamos hablando de un sistema jurídico pluricultural. Y ahí se agota el alcance de las instituciones actualmente existentes en el país.

El otro elemento importante es la comunicación. Qué se piensa hoy en día en términos de comunicación: creación de emisoras, adecuación de salas de internet en los pueblos indígenas, comunicación con celulares, todo con el mensaje de que los pueblos indígenas ingresen a la lógica del mercado. Sin embargo, la comunicación no se agota en lo instrumental, sino que es saber que el maguaré es un elemento fundamental de la cultura huitoto. La comunicación debe ser apropiada por parte de los pueblos indígenas de esas dos maneras: mantener la creatividad de la cultura a través de los elementos culturalmente importantes y darlo a conocer al otro para que pueda ser valorado. Porque la lógica predominante es que sólo se valora lo que se conoce, lo que es tangible, pero para los indígenas esa lógica no funciona así. Entendiendo que esto funciona de esta manera, las tecnologías deben apropiarse para poder hacer visible lo que sea conveniente y lo que autónomamente se decida hacer visible.

En ese sentido, la ONC está planteando la creación de unos diplomados en comunicación indígena, en los que se espera formar a compañeros indígenas que están en 16 emisoras que funcionan actualmente y en las ocho que van a empezar a operar y a los compañeros que van a estar en los cuatro centros de producción de los programas de radio, a los indígenas que están en los cuatro telecentros que funcionan en diferentes partes del país. Es un diplomado con 30 personas, semivirtual, con una semana presencial cada dos meses. El compañero recibe la charla y puede ir a constatar ese conocimiento en su entorno y allí generar nuevo conocimiento y después permitirnos un diálogo de saberes entre nosotros mismos.

Estos elementos plantean el desafío de entender que aquello que es importante para los pueblos indígenas y que lo que entendemos por diversidad no se agota en lo que las normas definen para los pueblos indígenas. Es el caso del convenio de diversidad biológica, que dice que es importante para los pueblos indígenas el conocimiento asociado a la diversidad biológica en sus respectivos territorios. Puede ser que eso no sea lo más importante para los pueblos indígenas o para un determinado pueblo indígena. La producción de saber no debe ser una prioridad sólo para su misma existencia; parte del reconocimiento de que muchos de los saberes existentes son útiles en la reproducción de culturas que, no por el hecho de no ser visibles o no estar escritas, no son válidas.

### **Interviene Juan Plata**

Darío nos ha puesto estas tensiones básicas de ese reconocimiento asociado a la historia y la memoria social, pero también a que no se trata simplemente de poner la ciencia y la tecnología de un lado, sino que también pueden ser factores del desarrollo y de la autonomía de las comunidades siempre y cuando se hagan en contexto de sentido.

### **Interviene Zayda Sierra**

Voy a plantearles una pregunta y a compartir con ustedes la búsqueda que hemos hecho para contestarla. Les voy a comentar un poco cómo ha sido de difícil este proceso de reconociemien-

to a otros saberes distintos a los hegemónicos que se han considerado como los naturales en el medio académico. Cuando hable de escuela me refiero a la institución escolar —primaria, secundaria, universidad—, es decir, son esos ámbitos formales. Por qué se requiere redimensionar lo escolar y buscar otras alternativas de transmisión, generación, recreación y creación del conocimiento, porque ya tenemos muchos estudiantes indígenas en todos los ámbitos.

La pregunta es para quiénes son esas herramientas conceptuales. Para quienes somos de la sociedad mayoritaria, es decir, que no pertenecemos a los grupos indígenas. Es cierto lo que decía Daniel Aguirre de que la colonización está adentro de nosotros y hay que empezar un proceso de descolonización del pensamiento. Creo que sólo voy a tener tiempo de compartir con ustedes una de las experiencias de proyectos de investigación que hemos venido desarrollando para darle un giro a la investigación para que no genere malestar en las comunidades. Lo que hemos tratado es de encontrar la forma como puede la investigación contribuir a generar procesos organizativos en distintos pueblos tanto afrocolombianos como indígenas.

Arranco con esta frase de Carlos Fuentes: «Una de las maravillas de nuestro mundo amenazado consiste en la variedad de sus experiencias, memorias y ansias. Todo intento de poner políticas uniformes a esta diversidad es como un preludio a la muerte». Yo expresaba ayer mi preocupación porque sigue existiendo un lenguaje muy hegemónico sobre qué entendemos por ciencia, que preocupa porque entra en choque con la posibilidad de mayor diversidad y de que surjan otras maneras de ver el mundo.

Cuando en el grupo Diverser empezamos a generar diálogo con las distintas comunidades indígenas de Antioquia, y algunas de Chocó, una de las dificultades que encontramos salía cuando se hablaba de Occidente. Parte de la reflexión es que Occidente no es monolítico y en Occidente hay movimientos de resistencia, incluso en lo que llamamos los países del Norte. Y, por los fenómenos de colonización, esos movimientos de resistencia no nos llegan a nosotros.

Uno de los movimientos está representado por los estudios de la posmodernidad que plantean la crisis de lo que se consideraba el sueño de que la ciencia y la tecnología avancen para que haya bienestar y todo eso se desmorona porque la ciencia está al servicio de unos intereses y sólo beneficia a unos pocos. La crítica de la modernidad que encontramos en autores como Bathlem de la corriente francesa posestructuralista, que se alimenta, a su vez, de movimientos de resistencia de pueblos y académicos del Tercer Mundo que llegan a estudiar y que se preguntan 'y esa verdad dónde se afirma' y 'por qué no se puede pensar el mundo de otra manera'.

Esta corriente es muy rica en aportes, con autores como Arturo Escobar, sobre qué entendemos por desarrollo. Obviamente, esto está alimentado por trabajos de campo en otras comunidades. Este mito del desarrollo que arranca desde 1947 con el discurso del presidente Truman y en ese préstamo permanente de dinero que benefició a las elites de los países subdesarrollado, pero la pobreza siguió incrementándose.

Otra propuesta es la del desarrollo a escala humana y otras visiones de desarrollo en las que se preguntan si tiene sentido emular lo que han hecho los países industrializados. Escobar afirma que «la pobreza masiva en el sentido moderno solamente apareció cuando la difusión de la economía de mercado rompió los lazos comunitarios y privó a millones de personas del acceso a la tierra, al agua y a otros recursos. Con la consolidación del capitalismo, la pauperización sistémica resultó inevitable».

Hay un aporte bien interesante de la feminista Sandra Harding, quien señala que esta concepción del desarrollo golpea sobre todo a los sectores más vulnerables, como son las mujeres y los niños. Ella hace todo un estudio de crítica a lo que es la ciencia moderna desde la perspectiva feminista y advierte que el desarrollo ha sido conceptualizado como la transferencia de las agencias del Sur de las ciencias, tecnologías y filosofías del Norte, pues se asume que éstas son las responsables del desarrollo industrial de Europa y Norteamérica. La ciencia moderna también está en discusión por el terrible escalamiento de la destrucción ambiental en el Sur y globalmente.

El feminismo ha venido criticando los aspectos androcéntricos, economicistas y a espaldas de la naturaleza que han caracterizado el pensamiento desarrollista. Las feministas van a cuestionar esta idea de la ciencia según el cual la naturaleza es algo para entrar a dominar y controlar. Dicen las feministas que ahí es donde se asocia la mujer a la naturaleza y el hombre a la cultura y viene toda esa crítica de una visión de la ciencia androcéntrica donde la naturaleza es dominada. Desde Bacon se decía que la naturaleza era como esa mujer púber que había que explorar hasta en sus más íntimos y ocultos espacios. La pregunta que se hacen las feministas es si se debe seguir haciendo el tipo de ciencia que se ha hecho hasta ahora, porque hay voces en esta construcción de ciencia que nunca fueron escuchadas. Cómo una sociedad que se erige destruyendo el espíritu de lo femenino se impone como lo natural, como lo que debe ser.

Otra de las preguntas que se plantean es por qué no podemos buscar otras formas de vida, porque si todo el mundo va a vivir con el ritmo de consumo que tiene Estados Unidos, el mundo no va a resistir ecológicamente. De ahí la importancia de crear espacios para que las mujeres y otras culturas puedan hablar y ser escuchadas. Cómo fortalecer esos espacios si los préstamos que llegan del exterior son para financiar megaproyectos que atentan contra los procesos locales que eran autosostenibles y lo hemos visto con la comunidad en Urrá, porque se destruyen hábitats antiquísimos que eran capaces de dar sostenimiento a estas comunidades.

En el campo de la pedagogía hay una corriente bien interesante que cuestiona este carácter hegemónico de las instituciones escolares porque legitiman unos saberes y deslegitiman otros. Cómo ser críticos en la escuela con los textos escolares si no les estamos ayudando a nuestros estudiantes a preguntarse sobre las cosas y a no pensar si se pueden hacer de otra manera, porque todos asumimos que eso es así y es una verdad única. Por ejemplo, la frase de que la educación es importante para el desarrollo. La pregunta es qué tipo de educación y de qué desarrollo estamos hablando. Nuestro proyecto lo hacemos con simulaciones en las que los maestros se ven en videos y allí analizamos valores de quién, identidades de quién, conocimiento de quién, relaciones sociales de quién; en otras palabras, quién habla, a quién y en qué circunstancias, qué historias se excluyen, si hay patriarcado, racismo, colonialismo, y otras formas de opresión.

Girot afirma que «para muchos estudiantes la enseñanza es la experimentación diaria de formas de interacción en el aula que son irrelevantes en sus vidas, pero también la dura realidad de la opresión y la discriminación que se expresa a través de la vigilancia, el acoso y la expulsión». En el caso de las maestras de San Onofre, Sucre, se vio cómo ellas mismas reproducían el racismo que por tantos años se había manifestado. En otra experiencia veníamos trabajando con varias instituciones escolares en distintas regiones del país. Tuvimos una estudiante guambiana en la Universidad de Antioquia y conociendo su historia diseñamos un proyecto que Colciencias financió de la situación de los estudiantes indígenas en las universidades de Antioquia y que resultó casi en todo el país porque entrevistamos a estudiantes de diferentes comunidades.

En el estudio nos encontramos una polaridad entre propuestas como la de la Organización Indígena de Antioquia de una universidad propia, en un esfuerzo que vienen haciendo con la UPB. De esta experiencia salió un libro que se llama Voces indígenas universitarias y en ese estudio diferenciamos dos tipos de experiencias: la de universidad pública y las experiencias que vienen de las mismas comunidades, como en el caso CRIC o la Organización Indígena de Antioquia. Tomamos la Universidad de Antioquia porque a ella llegan estudiantes de todas partes del país. Los estudiantes indígenas fueron copartícipes de la investigación y cuando les preguntaron a las ancianas de sus comunidades sobre qué pensaban de que ellos estudiaran en la universidad, la respuesta fue que estaban perdiendo a los jóvenes porque no están volviendo a la comunidad y cuando vuelven no entienden el lenguaje de la misma.

Una de las cosas más interesantes que encontramos en esta discusión sobre qué es la investigación, y no queremos más una investigación en la que seamos objetos, sino una investigación en la que los pueblos indígenas sean constructores y que les sirva a las comunidades. Ese es un elemento fundamental porque es muy grande el contraste entre la investigación convencional y la que es planteada por las organizaciones y los mismos docentes.

Una de las razones por las cuales los indígenas consideran importante ir a la universidad es para poder reivindicar sus derechos; lo desafortunado es que, por lo menos en Antioquia, no hay acompañamiento a los esfuerzos. Por ejemplo, en derecho ven legislación indígena en una de las materias y no se ve como algo necesario y continuo para esta población. Encontramos que la población indígena tiene enormes dificultades económicas y esto hace que la deserción sea muy alta. Por la Universidad de Antioquia han pasado 600 estudiantes en los últimos años, pero han desertado alrededor de 300. En este momento hay 300 y sólo se han graduado 42. De los que desertan no todos vuelven a la comunidad. O sea, la universidad no está respondiendo a las expectativas y necesidades de estas comunidades.

Otro de los problemas es que la sociedad en general no ha incorporado a los indígenas como parte de su vida cotidiana. Por eso, los jóvenes que van a la universidad se sienten un poco desarraigados, pues no oyen en ese medio nada sobre sus culturas o sobre sus saberes. Algo bien preocupante es la apreciación de un joven sobre los museos. Él dice «cuando uno entra a un museo empieza a mirar las cosas de la cultura nuestra, empieza a sentir algo como si un espíritu estuviera ahí y le da a uno un escalofrío porque hay cosas que de pronto usaron los médicos tradicionales, cosas que son sagradas y que tienen algo espiritual». Nosotros no somos capaces de ver las cosas en esa perspectiva y sobre cómo se sienten frente a ese mundo nuestro.

Otro problema grave es el del idioma, pues en las universidades no se entiende que estos jóvenes se educaron en una cultura que es diferente y lo que hacen es desestimular al estudiante y descalificarlo, mermando su confianza en sí mismos. No hay reconocimiento de la diversidad. Los estudiantes indígenas también enfrentan el problema de la falta de vida en comunidad que impera en las universidades. La pérdida de identidad en la ciudad ha sido un proceso de reafirmación para unos, mientras que otros pierden el sentido del ser indígena.

Como se reconoce que debemos encontrar otra forma de hacer investigación, creamos en la Universidad una actividad extracurricular: el semillero de estudiantes indígenas. Es muy difícil, pues es necesario sacar tiempo extra, que la Universidad no les da, para empezar estas actividades. Los mismos estudiantes se preguntan por qué un semillero de estudiantes indígenas. Tenemos núcleos

temáticos: qué compromisos tiene el estudiante indígena con sus comunidades, por qué se prepara profesionalmente un indígena, de qué forma se articulan los contenidos curriculares con los programas universitarios elegidos por los indígenas y la realidad contextual de sus comunidades. Mucha gente dice que los indígenas se van a ahogar con su conocimiento porque no lo comparten; esa no es la realidad porque lo cierto es que lo que ha habido es una imposición nuestra.

Un indígena tule que visitó la Universidad hace poco nos decía: «yo sé que ustedes piensan que la tierra gira alrededor del sol; nosotros pensamos que el sol y todos los planetas giran alrededor de la tierra, porque es la madre tierra. No importa quién tiene la razón, lo importante es que no nos imponamos los puntos de vista y las ideas y que todos trabajemos por el cuidado de la madre tierra». Es como articular lo propio y lo externo. Así viene avanzando, con el apoyo del CRIC, el sueño de una universidad propia. Y nosotros venimos apoyándolos en definir qué es una universidad indígena y hay una inmensa gama de posibilidades porque el país es muy diverso. Para ello se han hecho unos encuentros regionales sobre políticas de educación superior para los pueblos indígenas. Esto se ha logrado gracias al apoyo y la intermediación de la UNESCO a través del Instituto para la Educación Superior en América Latina.

Para terminar, cito las palabras de un estudiante universitario embera: «una universidad más adecuada a las necesidades indígenas. Cómo establecer este tipo de diálogos, qué me enseña el saber popular y qué me enseña el académico. Cómo construir una propuesta que me permita establecer una relación de respeto, de reconocimiento, de valoración». Este diálogo en la Universidad de Antioquia no ha sido fácil. El grupo Diverser impulsó la maestría en Pedagogía y Diversidad Cultural y el doctorado en Estudios Interculturales; para establecer el doctorado se logró, además, que en el caso de los indígenas se reconociera como segunda lengua el español. En el actual doctorado hay dos estudiantes indígenas. También se logró que se redujera el costo de la matrícula para estos estudiantes. Finalmente, el Consejo de la Facultad de Educación de la Universidad aprobó la creación del programa de Educación Indígena. El programa se está construyendo con los representantes de la comunidad indígena, la OIA y el CRIC, principalmente. También se está pensando en la posibilidad de un diplomado. Adicionalmente, se estructuran proyectos de investigación en los que hay participación conjunta de estudiantes y comunidades indígenas.

## Preguntas

P. Gabriel de Moga. Universidad Nacional. Quiero agradecer a Colciencias por abrir este espacio porque tal vez éste sea el primer paso para hacer un giro enorme que tiene que hacer el esquema de políticas de ciencia y tecnología del país, porque una nación que se autoproclama como pluriétnica o multicultural no solamente puede matizar los programas de ciencia con convocatorias marginales, sino que es necesario que esa política esté mediada por ese criterio de reconocer esa diversidad étnica y cultural. Eso implica que hay que hablar de pluralidad de saberes que no pueden estar sustentados en un patrón epistemológico. Lo que ocurre actualmente es que sólo lo que se reconoce como conocimiento occidental tiene reconocimiento jurídico en los instrumentos de propiedad industrial; el conocimiento tradicional está puesto como un bien público y de libre acceso, lo que pone en desventaja a sus legítimos poseedores.

El otro punto tiene que ver con el papel de la investigación: qué papel nos corresponde a quienes nos reconocemos con una inclinación intelectual hacia unas inquietudes que se vienen

planteando en el país desde 1991. Se trata de reconocer que hay otros saberes y que esa dinámica hay que validarla en una práctica legitimadora donde haya un diálogo de pares en los proyectos de investigación. Esos elementos no son fáciles de asimilar, pero tenemos que darle cabida a la pluralidad de saberes.

P. Daniel Velandia, de la Universidad Nacional. Esta mesa me genera varias inquietudes. La primera es la separación entre ciencia y saber tradicional, que me parece una división un poco exagerada, pues opone dos tipos de conocimiento que tienen muchas cosas en el medio. En el país tenemos una serie de conocimientos populares que tienen una relación muy difícil con el conocimiento científico. El conocimiento científico tiene que empezar por reconocer todas las formas de conocimiento que hay en el país y que no provienen únicamente de los pueblos indígenas. Y eso se ve en la práctica cuando se trata de aplicar o de transferir la tecnología, ya sea extranjera o la que se produce localmente, sobre todo porque hay que tener en cuenta las particularidades o características propias de cada región y de los grupos étnicos que las habitan para lograr el desarrollo de todas las regiones.

### **Interviene Juan Plata**

Antes de la siguiente intervención quisiera hacer un comentario sobre la preocupación que genera en la investigación social este tipo de enfoques. En la reunión de 1993, cuando se estaba formulando el Plan Nacional de Investigación del Programa de Ciencias Sociales y Humanas se escogió como título Retos de la diversidad porque reconocemos que el conocimiento tiene que ver con la gente, con lo hacemos en la cultura. También quiero recordar la publicación de las memorias de la celebración de los veinte años de la Investigación Acción que se tituló Convergencia precisamente para referirse a ese diálogo entre distintos tipos de saberes y movimientos sociales alrededor del desarrollo de la gente. Les recuerdo, también, que el subtítulo de esta publicación es Participación popular. No es posible pensar las agendas de investigación sin la participación de la comunidad.

P. Veo que para Colciencias los negros somos invisibles. Nos hemos dado cuenta de que aquí se ha planteado el saber y que al tener en cuenta el fundamento del origen de la vida, la Eva negra o ADN mitocondrial, nos encontramos con que toda la humanidad es afrodescendiente, pero no todos somos negros. Por eso yo asumo que soy negro y lo hago aprovechando que desde 1991, con la Constitución, tengo la posibilidad de hacerlo. Todos los estudios antropológicos que se hacen en Colombia sobre los negros son racistas y tienen la finalidad de borrar a los negros, de hacerlos invisibles. En este fundamento, en el que la parte contiene el todo, es en el que cada uno de nosotros debe reconocer al otro para que este fundamento cultural inicialmente nos dé los elementos que van a servir como interculturalidad para desarrollarla a través de la educación que tenemos internamente y compararla con la educación que se nos impone. Quiero felicitar a la Universidad de Antioquia por el esfuerzo que está haciendo porque son nuestros problemas los que deben contribuir a construir los doctorados y no los académicos encerrados en sus oficinas.

P. Alexandra Mora, del Instituto Humboldt. Quiero felicitar a Colciencias y a los expositores porque, ante todo, se nota que estamos construyendo país. Yo quiero referirme a algunos puntos de las exposiciones. Primero, me pareció muy importante la exposición sobre las lenguas colombianas porque la lengua, como tejido que lo abarca todo, genera una serie de elementos que permitirán

hacia el futuro salvaguardar estas culturas. No sé si en Colombia ya se están creando bancos vivos de información porque el conocimiento de la etnobotánica es muy importante.

También quiero destacar la cosmovisión como elemento del desarrollo, porque ese elemento dio paso a los planes de vida. Eso fue muy importante para el Ministerio del Medio Ambiente en procesos de planificación con las comunidades indígenas. Lo que hay que valorar de los sistemas productivos indígenas es que nos ayudan a potenciar nuestro capital natural, nuestra biodiversidad. Otro tema importante es el de la globalización porque tenemos que identificar la forma de impulsar nuestro desarrollo desde lo local, sentirnos orgullosos de nuestros idiomas y nuestras etnias, de nuestro entorno. Debemos apropiarnos de lo local para que la universidad sea in situ. Esto está relacionado con lo que expuso el doctor Góles sobre la importancia de crear redes y nodos de información y de cultura para operar como un sistema.

### **Interviene Zayda Sierra**

Quiero referirme a la Encuesta de Ciencia, Tecnología e Innovación que se presentó ayer porque está muy sesgada. Basta con ver los sectores que serán encuestados: el financiero, el empresarial, el de los ganaderos y el de la academia. Lorenzo Muelas, en su trabajo *El terraje*, expone cómo les iban quitando a los guambianos sus tierras para dedicarlas exclusivamente a la ganadería y todo lo que se perdió en este proceso y lo difícil que ha sido recuperar esas tierras. La encuesta va a ser muy pobre si no se incluyen otros sectores porque, como en todo, en la ciencia y la innovación hay intereses específicos de unos grupos que no necesariamente favorecen a todo el mundo.

P. Germán Mosquera. Universidad de Pamplona. Yo soy planificador urbano regional. Nuestro problema es que tendemos a polarizarnos. Debemos evitar esa tendencia porque, como enseña el pensamiento complejo, todo aplica, todo es válido y todo incide. Yo creo, a diferencia de lo que dice Hans Hermann, que la modelación sí se puede aplicar a analizar problemas sociales. El hecho de que digamos que es difícil y que no se puede hacer es un poco lo que dificulta que avancemos porque ya hay muchos investigadores en Colombia y en el mundo que están trabajando en la extrapolación. Todos esos avances de la ciencia se pueden aplicar a trabajos con comunidad y en muchas partes se está haciendo. Lo que digo es que no hay que excluir el conocimiento occidental porque lo impusieron y ya no vale, sino que tenemos que remontarnos a nuestros ancestros. Todo esto puede interactuar.

### **Interviene Juan Plata**

Quiero decirles que éste es uno entre los muchos encuentros que tenemos que seguir haciendo, que lo importante es construir espacios para escucharnos y construir consensos a partir de los disensos. Cuando las disciplinas construyen sus paradigmas, lo hacen como lazo social; cuando las comunidades tradicionales construyen su conocimiento, lo hacen como cultura y lazo social, y todo se hace a través de la palabra, del diálogo. Por eso, la convocatoria de lo que se plantea marginal se llama diálogo de saberes, porque está en la perspectiva del tipo de proyectos como los que presentó la doctora Zayda Sierra, en el sentido de que no es la academia estudiando sobre comunidades, sino proyectos que se construyen conjuntamente entre las comunidades y los investigado-

res, se desarrollan conjuntamente y se apropian socialmente. Esos procesos que están por construir y en los cuales tenemos muchísimos retos.

Simposio satélite III

## DIÁSPORA CIENTÍFICA, REDES DE CONOCIMIENTO Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Moderador: Fernando Chaparro.  
Director del Centro de Gestión del Conocimiento y la Innovación,  
Universidad del Rosario.

### Participantes:

- Jean-Baptiste Meyer. Investigador en diáspora científica del IRD, Francia
- Carlos Moreno. Universidad de Evry.
- Eduardo Sánchez. Ecole Polytechnique Federel de Lausanne.
- Hans Hermann. Director Institute for Computational Physics. Universidad de Stuttgart.

### Interviene Fernando Chaparro

Antes de empezar quiero agradecer a Colciencias por la gentil invitación a participar en este Simposio como moderador. Me han solicitado que haga algunas reflexiones a este Simposio que realmente aborda tres temas que, aunque tienen mucha relación entre sí, también tienen sus propias especificidades. Por un lado, está el tema de la diáspora y ayer Jean-Baptiste Meyer planteó la importancia de ese fenómeno; en segundo lugar, tenemos los desafíos que enfrentamos en términos de la inserción de Colombia en redes regionales y globales del conocimiento, y, en tercer lugar, el tema de la diplomacia científica. Son tres temas que se apoyan entre sí, pero a veces podemos ganar en claridad al distinguirlos, porque cada uno tiene sus características específicas.

La presentación que hizo Jean-Baptiste Meyer ahorra un tremendo camino y da una plataforma para la discusión de este simposio, ya que él respondió las preguntas básicas: qué es una diáspora científica, qué importancia tiene, por qué es mejor la opción diáspora que la repatriación, cuál es la posibilidad de movilizar la diáspora científica en forma eficaz, cuáles son las principales

contribuciones que pueden hacer los científicos en el exterior trabajando con sus homólogos en el país de origen. Destacó el incremento que ha habido en las redes relacionadas con las diásporas en los últimos diez años, las experiencias de las redes Caldas y SANSA e hizo algunas reflexiones hacia el futuro.

Yo quisiera hacer referencia, como contribución al debate que podamos tener, a un trabajo que se acaba de realizar para el Banco Mundial sobre la experiencia de la Red Caldas, pero planteándola desde el punto de vista de la interacción entre la diáspora y la inserción de la comunidad científica en redes del conocimiento no necesariamente vinculadas a la diáspora, sino la red del conocimiento per se donde la diáspora puede desempeñar un papel facilitador, pero la red tiene su propio funcionamiento. El estudio para el Banco Mundial se llama Aprovechamiento de la diáspora e inserción de Colombia en redes globales del conocimiento: el caso de la Red Caldas. Por tanto, se hace énfasis en la relación entre los dos primeros factores.

En ese estudio se plantean tres grandes funciones para la diáspora. En la presentación de Jean-Baptista surgió la primera de ellas: invitar a los científicos colombianos en el exterior a que formen parte de la comunidad científica nacional. Es evidente la oferta que existe y la demanda o las necesidades que tienen países como Colombia. Hay otras dos funciones igualmente importantes y tienen que ver con el fenómeno de la ciencia global: que las redes se están convirtiendo en una nueva forma de organización de la comunidad científica como parte del proceso de globalización de la ciencia. Las redes están comenzando a articularse, complementando, en cierta forma, el papel que los grupos han venido desempeñando en las comunidades científicas del mundo.

Esa segunda función es muy importante: el papel que la diáspora puede desempeñar en fortalecer la inserción del país en redes globales del conocimiento. Al analizar la experiencia de la red Caldas a lo largo de los años noventa se encuentra que hubo muchos más esfuerzos y muchos más procesos de integración de Colombia en las redes globales del conocimiento que lo que uno puede identificar a través del análisis de la Red Caldas como tal.

Una tercera función importante es la de permitir accesos a mecanismos de financiación en otros países. Hay un proceso interesante que se está dando y es el hecho de que los mecanismos de financiación en muchos países están comenzando a responderle a la ciencia globalizada y, por tanto, no sólo a financiar proyectos de sus comunidades científicas nacionales. Eso está sucediendo en Estados Unidos, Canadá, los países de la OECD y, por tanto, hay crecientes posibilidades de tener acceso a mecanismos de financiación de fondos que tradicionalmente sólo financiaban investigación en el Norte y ahora están cada vez más abiertos a financiar investigación de buena calidad donde esté ubicado el grupo de investigadores que presente el proyecto. Aquí las diásporas, o los científicos colombianos en el exterior, pueden desempeñar un papel muy importante de facilitar el acceso a esos fondos.

Al analizar el proceso de la integración de la comunidad científica colombiana en redes globales del conocimiento, no nos limitamos en este estudio a analizar el caso de la Red Caldas. Analizamos también la inserción de Colombia en redes globales del conocimiento en forma paralela y externa a la Red Caldas y cómo a finales de los años noventa y principios del nuevo siglo empieza a haber una confluencia entre estos dos procesos. Es interesante ver cómo se analiza la experiencia de la red Caldas en esos diez años de historia en términos de cuatro tipos de casos que se dan: proyectos de investigación cooperativa, establecimiento y fortalecimiento de programas de postgrado,

intercambios científicos investigadores y convenios interinstitucionales que fortalecen centros de investigación en Colombia.

En el estudio se mencionan casos que la Red Caldas generó: el programa sobre indicadores y análisis de medio ambiente, generado por el nodo de Suiza; el de enfermedades tropicales, también del nodo Suiza; el programa de investigación desarrollado por la red colombiana de catálisis, en el que hay una participación extensa de Bélgica, Francia y España con los respectivos nodos muy activos. En este último caso, vemos cómo se está dando esa triangulación, porque la red de catálisis no era una relación bilateral Colombia-España, por ejemplo, sino que, siguiendo la filosofía de la Unión Europea, que busca que los proyectos se formulen con varios países. Otro caso similar fueron los proyectos de investigación en el campo de la robótica en los que participaron Suiza, Francia, España. La red colombiana de inteligencia computacional es uno de los productos que claramente surgió de esa interacción muy activa entre los nodos.

Paralelamente a la Red Caldas hay un proceso igualmente intenso, en algunos campos de la investigación, de inserción de Colombia en redes del conocimiento. A veces pensamos que la Red Caldas fue el único proceso de internacionalización de la ciencia de Colombia; es una parte, pero el proceso fue mucho más rico y cubre procesos tales como las redes que salen del sector agropecuario a partir del Sistema Internacional de Investigaciones Agrícolas, donde están las redes de investigación en maíz, la red de investigación en papa, la red de recursos genéticos, redes muy activas que se diseñaron no para integrar colombianos en el exterior, sino insertarse en redes internacionales de conocimiento. Sin embargo, al crear esas redes, evidentemente también hubo integración de colombianos residentes en el exterior.

Igualmente, en el campo de telecomunicaciones e informática se dan procesos como el de Infoder, apoyado por el Banco Mundial, o la red de telecentros y aplicaciones masivas de internet a nivel de la comunidad que da lugar a las redes regionales apoyadas por el Instituto de Conectividad de las Américas. En el campo de políticas de ciencia y tecnología también surgieron redes, como Redicyt, de indicadores científicos y tecnológicos, o la red de cambios tecnológicos. El proceso más rico que, a mi juicio, tuvimos en la década de los noventa de un programa bilateral, que nace a la sombra de la Red Caldas, pero cuyo empuje vino de afuera de los nodos, es Hannover 2000, en el que, con Alemania, Colombia negocia por primera vez algo que no se había logrado a lo largo de los años noventa, es decir, ser considerados como contraparte de proyectos de investigación. Con Hannover 2000 se crea un programa bilateral entre Alemania y Colombia, muy dinámico, que nos inserta directamente en redes de investigación de Alemania y, por esa vía, en redes europeas.

Otro caso muy interesante es el de la inserción de Colombia en la red Fermilab, de Estados Unidos, y liderada en Colombia por la Universidad de los Andes, a través del Grupo de Física de Altas Energías, en donde claramente hay una productividad científica muy grande, pues salen alrededor de 90 publicaciones con el experimento D-cero, que fue la espina dorsal de ese programa. También está la red de macroeconomía de América Latina, etc.

La primera conclusión de la experiencia de la Red Caldas y de la inserción en otras redes internacionales de conocimiento es que el proceso de internacionalización científica de Colombia tiene mucha dinámica, se ha venido desarrollando muy intensamente; la Red Caldas fue pionera en ese proceso, pero fue gradualmente reemplazada por otras redes especializadas de investigación. En este segundo proceso la intención no era integrar la diáspora científica colombiana, sino lograr

la inserción internacional. la Red Caldas no supo entender el desafío que tenía frente a estas redes especializadas que fueron quitándole protagonismo y, en lugar de convertirse en la red de redes, se estancó en el proceso operativo.

Para terminar, quisiera resaltar algunas de las conclusiones del estudio sobre las fortalezas y debilidades de ese proceso. Entre las fortalezas, está el papel que desempeñaron algunos de los nodos, muchos de los cuales siguen actuando. Uno de los problemas grandes es la dificultad de movilizar recursos financieros suficientes en Colombia para ponerle el 'case' a esos proyectos internacionales. Si Colombia pretende llenar la limitación de recursos financieros a través de la cooperación técnica internacional sin incrementar los recursos de inversión nacional nunca se va a alcanzar ese objetivo. Por tanto, el tema de la inversión nacional es crítico.

El segundo problema que se encontró es el de la falta de sincronía entre la aprobación de proyectos en el Norte y los que se aprueban en Colombia. Eso se vio, incluso, en Hannover 2000, pues se elaboraron proyectos que nunca obtuvieron apoyo financiero en Colombia y eso generó no sólo frustración, sino también pérdida de recursos económicos.

Otro problema fue el ruido que se generó en la Red Caldas y que, de alguna manera, condujo a su decadencia y que tiene como causa el haber usado indebidamente el sistema de comunicaciones de la red para objetivos que no eran los de la Red Caldas, es decir, la red se dedicó a discutir problemas que no eran propiamente de su resorte. Con eso se perdió la sombrilla que hubiera podido cubrir a todas las redes especializadas. Esperemos que la Red Caldas se recree con el programa de Diplomacia Científica, que cierra el triángulo que comenté al principio: la diáspora, las redes internacionales del conocimiento y la diplomacia científica.

### **Interviene Jean-Baptiste Meyer**

Comparto esa idea de que la opción diáspora, que es una buena estrategia de internacionalización de la ciencia, no debe concebirse autónoma e independientemente de otras formas de vinculación con el país. La idea que quiero subrayar es que, aunque la opción diáspora puede servir a la inserción de colombianos en redes del conocimiento, también debe servir directamente como herramienta para esos colombianos en Colombia para desarrollar sus propias redes de conocimiento con el exterior y fortalecer sus capacidades internas. Es decir, las redes globales de conocimiento sobre grandes problemas mundiales son una cosa, pero, además de esto, en la vida cotidiana de investigadores y equipos científicos en Colombia es importante que la diáspora pueda tener posibilidades.

La necesidad de actuar en redes es especialmente pertinente para lo que ocurre hoy en Colombia y para su vinculación con la diáspora y con redes en el exterior. Hubo oportunidades perdidas con la Red Caldas, como lo mencionó el doctor Chaparro. A principios de los noventa, Colciencias tuvo capacidad de convocatoria con la diáspora, pero hubo deficiencias en cultivar ese esfuerzo y esa movilización que se hizo a principios de los noventa. Hay que reflexionar sobre el porqué se produjo esa frustración en la diáspora.

Al ver las dos caras del fenómeno, la frustración de la diáspora y los esfuerzos de la administración de Colciencias, puedo ver que hubo una deficiencia en lo que se llama el interés. La sociolo-

gía de la ciencia indica que el interés es clave en los procesos de innovación científica: hay una necesidad de mediación y de interacción y eso no es un proceso comunicacional solamente. Es tener dispositivos que permitan a la gente vincularse y conectarse de una manera efectiva y concreta y, desde ese punto de vista, hubo muchas deficiencias en la gestión de la Red Caldas.

Fernando Lema, el experto que trabajó con nosotros en el Estado del arte, destacó la necesidad de que haya antenas locales, infraestructuras informáticas y organizacionales para que la comunidad nacional y la diáspora puedan interactuar de verdad. Se necesita intervención pública para que ejerza una coordinación actual y eficiente; el papel que la opción diáspora puede desempeñar en la cooperación es por su potencial numérico, porque es una parte muy significativa del potencial del país que queda afuera. Su integración con la comunidad nacional da la posibilidad de generar masas críticas que tanta falta le hacen a Colombia en muchos campos. En la Red Caldas hubo muchas complementariedades entre los aportes por campos de los investigadores del exterior que trabajaban en campos emergentes en el país y su efecto no era sólo adicional sino decisivo en la potenciación de esos trabajos.

La diáspora no reemplaza la cooperación, pero la puede condensar, estimular y fomentar. Son voluntarios los que participan en las asociaciones de la diáspora, su adhesión a los programas de desarrollo científico del país no debe estar mediado por burocracias, como ocurre en la cooperación internacional tradicional, y lo digo en el sentido de que la diáspora se identifica con los problemas del país mucho más de lo que puede hacerlo un experto internacional.

Algunas acciones que puede hacer Colombia. Lo primero es aprender de las lecciones que dejó la experiencia de la Red Caldas. El estudio que hizo Fernando Chaparro para el Banco Mundial puede ser un insumo para reflexionar sobre esa experiencia. Sin embargo, no se puede quedar en una evaluación académica, sino que debería ser más colectiva e implicar a los actores que fueron parte de esa red durante los diez últimos años. La evaluación debe ser retrospectiva, pero también proactiva. Es posible que la evaluación de la Red Caldas en esas condiciones pueda servir al programa de diplomacia científica que está emprendiendo Colombia. Lo que es evidente es que a Colciencias no le toca todo; eso se vio en la Red Caldas porque todos los esfuerzos se enfrentaban a unas limitaciones internas de Colciencias como agencia pública. Las redes futuras tienen que ser mucho más difundidas en el tejido científico y social de Colombia, es decir, que muchas otras agencias formen consorcios para poder llevar esas redes e interiorizar sus efectos en la comunidad científica colombiana.

### **Interviene Carlos Moreno**

Muchas gracias a Colciencias por la invitación y a Fernando Chaparro por su ilustrativa introducción. Estamos en esta sala Arcesio Lizcano, Eduardo Sánchez y yo que fuimos tres de las ocho personas que nos reunimos en París en 1992 —Eduardo tenía la Asociación en Suiza, nosotros veníamos de crear una asociación en Francia—. En 1991, Colciencias, cuyo director en aquel tiempo era Clemente Forero, lanzó una convocatoria que era más bien un reto para que viéramos qué potencial científico en el exterior podría manejarse para construir algo que pudiera servirle a Colombia en lo que se llamó el proyecto de la Red Caldas, pero realmente fue un proyecto que se construyó colectivamente bajo la dirección de Colciencias.

Hay que tener en cuenta que en los años noventa se había producido una ruptura muy grande entre los científicos colombianos y Colombia; estamos hablando de una época en la que la internet todavía era incipiente y en la que socialmente se pensaba hacer conocimiento, pero sin lineamientos claros sobre la manera como la ciencia y la tecnología podían desarrollarse, con un presupuesto mínimo y con Colciencias tratando de estructurarse para introducirse en el campo de la internacionalización y de la Internet. El aporte de la Red Caldas fue permitir observar, diez años después, el enorme potencial de la diáspora científica y la enorme sensibilización que los colombianos o colombianistas —porque también los había extranjeros, como Jean-Baptiste— tienen por participar y ayudarle a Colombia. Una política que en ese entonces era voluntaria, porque no había recursos ni apoyo real.

Yo no comparto la apreciación de que la muerte de la Red Caldas se produjera por ausencia de comprensión de su evolución como red del conocimiento porque desde que se propuso la creación de la Red Caldas se propuso que la misma se prolongara a dos niveles: que se complementara con una red de científicos en América Latina, porque teníamos que ver un proceso más amplio que el colombiano, e igualmente que se sistematizara con redes de conocimiento más específicas o especializadas. Yo creo que lo que no se logró fue arraigarla en la actividad científica cotidiana en Colombia y ese es un elemento que no ha sido analizado y en el cual la política de ciencia y tecnología se tiene que fijar para comprender por qué se produjo ese hecho y cómo aprender de esa lección.

Hoy en día, doce años después de la creación de la Red Caldas, hay tres elementos que merecen ser destacados. El primero, que hay que salir de un círculo vicioso para entrar en un círculo virtuoso; es importante entender que el proceso en el que empezó la Red Caldas fue un círculo virtuoso porque se agregaron redes, se conocieron los científicos que estaban en el exterior, se creó una dinámica. Ese círculo virtuoso se fracturó y se convirtió en un círculo vicioso: los científicos en el extranjero discutíamos entre nosotros, teníamos poca comunicación con los residentes en Colombia, los proyectos que se construyeron tuvieron muchas limitaciones por la forma de hacer las cosas en Colombia. Es importante que el proceso que se está creando ahora se inscriba en un círculo virtuoso, para que las asociaciones de los unos y los otros permitan construir conocimiento en la continuidad, porque uno de los graves problemas que tiene la diáspora colombiana es la falta de continuidad política, económica, en las filosofías, etc.

En segundo lugar, hay que tener en cuenta que, por más amor que se tenga a la ciencia y la tecnología, los científicos viven en un entorno local, regional, nacional, social y económico. Para que un investigador pueda investigar tiene que tener recursos, pero tiene, sobre todo, que tener un salario decente. No es posible que un investigador tenga que pasar tres tercios de su tiempo dictando clases para poder sobrevivir. Pero para investigar también se requieren recursos humanos, incentivos, laboratorios, etc. Es decir, hay que garantizarle al científico que, en su entorno, pueda crear ciencia y tecnología: investigar en la frontera del conocimiento, en tecnología, para producir aplicaciones.

Otro elemento es la estructuración de una política coherente por parte de los organismos del Estado que incluya, igualmente, una visión global actuando localmente. Para no hacer proyectos estratégicos a quince o veinte años, pero sin saber en qué se va a trabajar en el corto plazo y con qué medios se va a financiar hoy a los investigadores. Adicionalmente, hay que rescatar la credibilidad que tenía la Red Caldas y que se perdió en algún momento; hay que rescatar la credibilidad en los investigadores, que es buena, pero hay que resaltarla para que tengan una capacidad de gestión

administrativa; hay rescatar la credibilidad en las instituciones y en las políticas y en los esfuerzos del Estado.

Yo pienso que no se debe revivir la Red Caldas, porque lo nuevo no se hace con lo viejo, sino que hay que ser creativos. Hay un nuevo desafío, hay una nueva manera de ver las cosas porque hoy estamos en un mundo de globalización del conocimiento y de la información. Mi punto de vista es que la manera de enfocar hoy en día la asociación temática no se hace tanto internacionalizando la ciencia, porque ya está internacionalizada, se hace introduciéndose en un sistema global de conocimiento en el cual hay varias cosas que hacer. Una de ellas es la cooperación con proyectos concretos y con programas de cooperación con vínculos interregionales con países que podrían tener más interrelación con los países del Norte. Yo traigo un mensaje del Gobierno francés en el que muestra su interés en reunirse con representantes de Colombia para discutir cómo multilateralizar las relaciones científicas, porque en este momento no hay recursos suficientes para hacer una relación franco-colombiana únicamente.

### **Interviene Eduardo Sánchez**

Quiero agradecer a Colciencias por la invitación y a todos los que me precedieron en la intervención porque dibujaron con mucha precisión el panorama, en particular a Carlos Moreno, cuyas apreciaciones comparto totalmente. Quiero darles las gracias, también, a ustedes por estar aquí con nosotros y en tan amplio número, sabiendo que paralelamente se están realizando otros dos simposios bastante interesantes. El verlos aquí me hace pensar que tienen un interés muy grande en este tema y ese interés sirve para responder una pregunta que para mí es esencial: ¿por qué razón hay esa dicotomía entre las potencialidades que tiene la diáspora colombiana y las realizaciones reales de la misma? Y me gustaría que fueran ustedes quienes respondieran esta pregunta.

Cuando yo escucho a Jean-Baptiste diciendo que hay más investigadores colombianos en Estados Unidos que en Colombia —eso sin sumar otras partes del mundo— y luego hablar sobre la Red Caldas encuentro que las realizaciones de esa red no corresponden a lo que debería ser esa potencialidad. Hay un problema cuya raíz hay que desenterrar, y lo digo de manera positiva. La respuesta debe salir de ustedes para que, a partir de ahora, logremos desarrollar esa potencialidad.

Quisiera citar a un héroe olvidado de la Red Caldas y la reunión de la diáspora, Fernando Rivero, un físico de Armenia que es el origen real de todo esto. Y lo quiero citar para complementar un poco de la historia de la diáspora y de las redes. Jean-Baptiste decía que cuando estaba buscando las redes se sentía como un explorador buscando islas. Yo voy a usar otra metáfora para contar lo que hizo Fernando Rivero: en 1990, Fernando Rivero lanzó una botella al mar porque estaba desesperado solo en Ginebra, se sentía solo como científico colombiano. Ustedes no se pueden imaginar lo que era la internet en un comienzo, porque son muy jóvenes, no se pueden imaginar lo que era mandar un correo electrónico.

Fernando Rivero mandó un correo electrónico a distintas personas diciéndoles que necesitaba científicos colombianos para discutir. Él pensaba que le iban a responder máximo tres personas; recibió la respuesta de decenas de personas, pero no sólo impactaba el número sino la calidad de los investigadores. Eran colombianos de un muy alto nivel científico y académico. Así nació la Red Colex —Colombianos en el Exterior—, que era una red en la prehistoria del correo electrónico.

Él recibía los correos, los editaba y los reenviaba. Clemente Forero, que era director de Colciencias en aquel momento, visitó Suiza y se dio cuenta de lo que estaba haciendo Fernando Rivero y para él fue la revelación de la potencialidad que había en la diáspora colombiana. A partir de eso creó la Red Caldas en 1992.

Es tan paradójico esto de las redes y sus logros. Yo reclamo que los logros no se ven, pero al mismo tiempo me siento orgulloso de ver que Fernando Chaparro pudo constatar que la mayoría de los logros de la Red Caldas venían del nodo suizo, que tuve el honor de fundar y presidir en 1992. Yo debería estar diciendo aquí que sí hemos hecho muchas cosas, pero lo que digo es que podríamos haber hecho mucho más y creo que podemos hacer mucho más. La pregunta final es hasta qué punto lo que han hecho los grupos suizos, que lo han hecho en tres grandes campos —ciencias de la salud, informática y química del medio ambiente—, se hubiera hecho sin la red Caldas. Creo, infortunadamente, que estos trabajos se hubieran podido hacer incluso sin la Red Caldas. Todos estos proyectos se hicieron con las uñas, sin ninguna participación oficial del gobierno colombiano o del gobierno suizo; con fondos encontrados de manera personal por todas las personas que participaban en ellos.

El primer proyecto oficial, con participación gubernamental colombo-suiza, lo firmó la actual directora de Colciencias, María del Rosario Guerra, en abril de este año en Berna, en el área de agricultura de precisión, con participación de Biotec, el CIAT y Cenicaña. Del lado suizo estaba el secretario de Estado para la Investigación y él dijo que esperaba que fuera el primero de una larga serie de proyectos. Lo que hay que hacer ahora es que, ustedes, investigadores colombianos, tomen la iniciativa de lanzar nuevos proyectos de colaboración, que seguramente, con el empuje que le está poniendo Colciencias a través del programa de Diplomacia Científica, se van a poder llevar a cabo para realizar, ahora sí, esa potencialidad enorme que tiene la diáspora científica colombiana.

### **Interviene Hans Hermann**

Mi visión es un poco diferente de la que han presentado hasta ahora, y eso es bueno porque plantea más discusiones. Primero quisiera desdramatizar un poco la historia de la diáspora. No hay país, con excepción, tal vez, de Estados Unidos, que no tenga diáspora. Ha habido casos mucho más dramáticos, como el de los alemanes que huían de Hitler, o el de los Argentinos que huyeron 'la noche de los bastones largos', los iraníes o los rusos. La mayoría de los premios Nobel de Alemania, si tomamos sólo la generación de la posguerra, vive o vivía fuera de Alemania.

La razón de la diáspora no es, como se ha presentado hasta ahora, que se trata de los frustrados. En Colombia existe una característica muy curiosa: pensamos que somos un país lleno de defectos y que, por eso, todo el mundo quiere irse. Pero no es así. La razón de la diáspora es la movilidad intrínseca a la profesión de científico. Todos los científicos estamos moviéndonos y parte de nuestra profesión es conocer nuevos lugares y salir de los países; por razones del destino personal de cada uno puede suceder que uno decida quedarse en otro país. Yo tengo estudiantes colombianos que llegan a estudiar conmigo y traen a su esposa y a sus hijos; ellos, por lo general, regresan a Colombia. Los que llegan a Alemania solos, encuentran una novia alemana o de otro país y, al final, se quedan en Alemania. O sea, es más el destino personal el que hace que nos quedemos en un lugar o en otro.

Colombia hace muy bien en tratar de explotar la existencia de esas diásporas y, como lo hacen los alemanes, los franceses, los chilenos, en mantener esa diáspora como amigos de Colombia para que ayuden en evaluaciones, para que dicten cursos, para que ofrezcan colaboraciones científicas o que encuentren fuentes de cooperación. Colombia debe poner mucho de su parte, como una forma de contrarrestar el efecto de la emigración científica, para reclutar científicos extranjeros. Una fórmula sería abrir los concursos de profesorado a nivel internacional, de tal manera que los científicos colombianos entren en competencia directa con científicos foráneos y que construyamos aquí una colonia extranjera que será la 'diáspora' de los otros.

Quisiera dar mi opinión sobre las redes, que tanto se han mencionado. Lo importante es hacer ciencia y la ciencia la hacen los individuos y no las sociedades. Hay tres tipos de redes: las redes de trabajo, en las que se hace trabajo científico, que típicamente están conformadas por dos o cuatros grupos de investigadores. Están las redes de dinero, que se forman para conseguir recursos financieros de los gobiernos y están formadas por conjuntos que oscilan entre cinco y veinte grupos. Finalmente, están las redes sociales, como la Red Caldas, que pueden oscilar entre 50 y 100 personas, pero son redes que no pueden hacer trabajo científico porque tienen una masa demasiado grande. Cada red tiene derecho a existir, pero si queremos mejorar la ciencia no será con esas redes magnas, sino que tiene que ser con las redes que nacen de la iniciativa individual, a partir de una iniciativa científica y típicamente entre dos o tres grupos que quieren llegar a una meta de carácter científico.

Finalmente, quisiera hacer un comentario sobre el 'dirigismo'. Los buenos científicos hacen lo que les gusta y no se dejan dirigir. El dirigismo político, como los programas, sólo se pueden hacer con mucho dinero y resultan justamente, al final, en esas redes de dinero. No deberíamos simplemente emular a Estados Unidos, porque las condiciones allí son muy diferentes y lo que se necesita en Colombia para mejorar la situación de los investigadores colombianos son dos cosas: que tengan más tiempo para la investigación y menos carga de cátedra y menos problemas administrativos y la otra que haya más confianza en la continuidad en cuanto a programas y ayuda gubernamental.

### **Interviene Juan Pablo Isaza, División de Internacionalización de la Ciencia, Colciencias**

Lo que quisiera Colciencias es, básicamente, saber cuál es la expectativa que ustedes tienen al estar en un ámbito en el cual han venido desarrollando una serie de actividades en las cuales el grupo al que pertenecen o la universidad tienen unas actividades de internacionalización. Es esas actividades tienen que haber unos parámetros que tengan un componente de ciencia, tecnología e innovación, pero finalmente lo que se busca es que se fortalezcan la investigación y los grupos que hacen investigación independientemente de la temática.

Los panelistas que participaron hoy fueron muy claros y directos en señalar que la dinámica de internacionalización que se ha venido dando en los países en desarrollo no es una dinámica concluida; que la Red Caldas tuvo una época muy dinámica para su construcción y si puede haber una reestructuración o una nueva red de redes en la que haya mayor interacción gracias a las herramientas de la tecnología de la información su importancia se va a basar en que los grupos que hoy no están conectados con algún par internacional lo hagan a través de Colciencias o de otro organismo.

## Comentarios y preguntas

### **Carlos Manuel Estévez, Universidad Javeriana**

Después de las presentaciones de los panelistas me siento muy perdido, pues hay una brecha generacional muy grande. Los investigadores sénior están establecidos en el exterior o tienen contactos muy fuertes con investigadores en el exterior, pero los investigadores de mi generación que salen a hacer doctorados parece que tuvieran otra dinámica gracias a las tecnologías de investigación. Las redes existen por la gente que uno conoció en pregrado y ahora se contactan a través del correo electrónico y por mecanismos más bien informales, de ahí podrían surgir vínculos institucionales cuando estas personas tengan una plaza establecida.

### **Interviene Fernando Chaparro**

Lo que usted menciona es, precisamente, lo que estamos comentando. La red de recursos genéticos, la red de macroeconomía, todas ellas funcionan a través de internet, todas tienen páginas web, todas tienen foros electrónicos. Esas redes electrónicas están surgiendo por todas partes y pueden funcionar como redes de intercambio de información, redes a través de las cuales los investigadores comparten protocolos de investigación, resultados, enfoques de investigación, etc. Pero las redes no se pueden simplemente reducir a salas de chat o correos electrónicos. Tienen que llegar a identificar y describir agendas comunes, reunir investigadores, adelantar proyectos conjuntos. Fue lo que ocurrió con la red de catálisis. Pero cuando ellos llegan a diseñar un proyecto enfrentan los mismos problemas de los investigadores anteriores: búsqueda de recursos, sobre todo.

Lo que ha hecho e-Science ha sido facilitar la interacción en tiempo real y, por tanto, acelerar mucho el tiempo de formación de las redes y de sus resultados. Los cuatro o cinco años que se demoró la red de catálisis en formarse e identificar una agenda común, hoy se hace en mucho menos tiempo porque se desarrollan las agendas a través de diálogos en tiempo real, en grupos de investigadores que están trabajando los distintos temas —jóvenes y seniors—, pero los problemas siguen siendo los mismos.

La red de macroeconomía es la misma de los años noventa, pero ahora la mayoría de sus foros y simposios se realizan a través de internet, lo que facilita mucho el intercambio de ideas y opiniones. Incluso se están desarrollando investigaciones para determinar cuál es la efectividad de los grupos virtuales de investigación, para ver si tienen resultados similares a los de las redes 'presenciales' o si trabajando en un laboratorio virtual se alcanzan los mismos resultados. También se está evaluando cuál es el futuro de la comunidad científica: si sólo serán grupos virtuales de investigación o si prevalecerán los grupos físicos o si serán mixtos.

### **Interviene Alfredo Constaín, de Amazonas Technologys**

Como grupo de investigación industrial hemos tenido problemas para encontrar pares en Colombia y en el exterior para nuestro trabajo. Sería bueno que Colciencias facilitara esa labor de ubicar pares para el trabajo de la industria. Lo segundo es la falta de información. Yo le pediría a Colciencias que, usando los correos electrónicos, enviara información para contactar esas redes.

### **Interviene Juan Pablo Isaza**

En la reestructuración de la red de redes vamos a tener un espacio para tener cierta interactividad a través de la web de Colciencias. Allí, a través del centro de contacto, ustedes pueden plantear sus inquietudes en relación con el estado del arte de las redes y si ya están registrados, inmediatamente reciben la información por correo electrónico.

### **Interviene Esperanza Torres**

Quiero mostrarles uno de los principales obstáculos que he encontrado para formar redes internacionales en el campo de la biotecnología de recursos genéticos. El mayor obstáculo es la falta de concordancia con los fines de ciencia y tecnología con la parte normativa, legal y administrativa, lo que impide tener reglas claras para establecer un intercambio de información y participación de quienes hacen parte de una red. Un caso puntual es la legislación sobre acceso a recursos genéticos y patentes que impide un acercamiento a grupos internacionales.

### **Interviene Juan Pablo Isaza**

Ese tema se viene trabajando, en la Agenda Interna, a través de dos instituciones: Planeación Nacional y Ministerio de Comercio Exterior. Por eso, en términos de la legislación, prácticamente todo el trabajo se hace en conjunto con estas dos entidades.

### **Interviene otra persona**

Me parece que ese, precisamente es el problema. Ella hablaba de acceso a los recursos genéticos y la norma en Colombia ha hecho que aquí no se haya entregado ni la primera autorización. Parte del problema es que cuando uno va a obtener una autorización tiene que acudir a cuatro o cinco entidades en Colombia y es tal el nivel de burocracia que termina sin poder hacer el proyecto. Obviamente, eso impide atraer a expertos internacionales a un proyecto de este tipo.

### **Interviene Juan Pablo Isaza**

En ese tema lo mejor sería tener un grupo permanente de discusión, en el que ustedes intervengan, para que Colciencias pueda tener retroalimentación sobre cuáles son los problemas que tienen y cómo puede contribuir a solucionarlos.

### **Interviene otra persona**

Tengo una inquietud muy grande. Actualmente nosotros estamos promocionando un Congreso Nacional en Bioingeniería. Una recomendación que le haría a Colciencias es que ayude a fortalecer la red de doctores que hemos regresado al país porque no nos conocemos. Para mí ha sido muy difícil ubicar pares académicos en el país, porque no tenemos esa red. Deberían hacer más

eventos a nivel nacional para estrechar esa red y conocer los trabajos que están haciendo los distintos investigadores.

### **Interviene Juan Pablo Isaza**

Le agradezco mucho su intervención porque ese es, precisamente, el papel de la División de Recursos Humanos y Fortalecimiento de la Comunidad Científica en este momento. Es hacer un replanteamiento de qué está pasando con los doctores que están regresando al país, donde se están ubicando y dónde están trabajando. Ese podría ser un resultado de este Simposio: crear un grupo de apoyo para identificar a los grupos de investigadores y doctores que regresan al país.

### **Interviene Luis Fredy Sosa, de la Universidad Santo Tomás**

Hay dos cosas que me preocupan: la visión que tenemos aquí de las redes y la visión que tiene la comunidad estudiantil hacia las redes. Qué está haciendo Colciencias para vincular a las redes a los estudiantes que se están formando.

### **Interviene Juan Pablo Isaza**

Voy a mencionar dos herramientas concretas que se han venido desarrollando en los últimos tres años. Una es la de los Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología, que están conformados por diversos actores de la región, entre los cuales están universidades, gobernación, alcaldías, gremios, etc. La otra es el Programa Ondas.

### **Interviene Luis Fredy Sosa**

Precisamente ahí es donde está el problema. La Universidad Santo Tomás lidera el Programa Ondas en Boyacá, pero en el momento de tener que asignar pares para proyectos que presentan los estudiantes de los colegios tenemos problemas porque tenemos gran cantidad de carga académica y administrativa y soportamos esas actividades que son formativas, pero no tenemos participación real de otras entidades. Los pares académicos no se encuentran con facilidad, no son visibles.

### **Interviene Juan Pablo Isaza**

El planteamiento de este Simposio ha sido que, de manera más activa, las regiones se vienen posicionando a nivel global, pensando y actuando desde lo local. Hacen sus propuestas locales, miran sus ventajas comparativas y potenciando sus ventajas competitivas. La potenciación de las redes locales es lo que ha hecho que otras regiones en el mundo se potencien frente a sus pares internacionales. Las soluciones a los problemas no pueden seguir dependiendo del centro; Colciencias puede hacer una articulación, pero las soluciones están en lo local.

### **Interviene Patricia Pardo**

Uno de los problemas para fortalecer las redes es la falta de información, especialmente en las redes temáticas. Cuando se quiere establecer la relación con redes nacionales o internacionales, si no hay información sobre cómo acceder a esos grupos, uno se siente como arando en el desierto. Estoy terminando mi doctorado y hacer la tesis fue algo muy difícil porque, cuando traté de buscar en el mundo la información que requería, no había a quién acudir. Me tocó buscar a amigos de los amigos para poder establecer contactos más precisos y terminé haciendo una red informal. Colciencias podría contribuir mucho si da información sobre esas redes temáticas, cuáles existen, dónde están, cómo se accede a ellas. Eso permitiría tener mayor interrelación y se podría obtener la información más ágilmente.

En cuanto a que los estudiantes que se van a estudiar al exterior y no vuelven habría que preguntarse qué opciones y qué oportunidades reales les brinda el país. A veces no importa si uno tiene doctorado o maestría porque cuando llega al país no encuentra la forma de acceder a esas oportunidades que le permitan proyectarse como profesional en el alto nivel que ha logrado alcanzar. Es una inquietud que debe plantearse a muchos niveles: la industria, Colciencias, el Estado, etc. Falta una política que mejore las posibilidades de que la gente retorne al país.

### **Interviene Juan Pablo Isaza**

Colciencias estableció, hace más de cuatro años, una herramienta denominada Mapas de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología, que funciona en la página web de Colciencias; allí se encuentran temas y grupos concretos de investigación y de instituciones de investigación en el exterior.

### **Interviene Fernando Chaparro**

Siempre es importante tener información disponible, pero las redes son tan dinámicas que casi es la única forma de uno estar al día. Hay buscadores especializados para hacer búsquedas en ciencia y tecnología. A mí me ha pasado que encuentre cosas que no sabía que existían en los campos que estoy trabajando. Por ejemplo, tenemos los telecentros trabajando en lo que llamamos informática comunitaria y un día se me ocurrió buscar en internet con las palabras community informatics y descubrí que había un sitio que se llama Community Informatics Network y que tiene un grupo liderado por el New Jersey Institute of Technology con nodos en América Latina y en Europa. Esa realidad de las redes es tan dinámica que casi no es posible captarla con los sistemas clásicos de información. El cambio de cultura de los investigadores hacia la búsqueda a través de internet ha sido un poco difícil.

### **Interviene José Daniel Muñoz, de la Universidad Nacional**

Quería plantear tres puntos. El primero es sobre cómo podría conformarse la Red Caldas en el exterior. Lo que he notado con las intervenciones anteriores es que necesitamos saber quién está

haciendo qué y dónde. Y si en un nodo en Francia o Suiza se pone una página web para acceder a la información, ésa sería una de las cosas que tendríamos que saber: cuáles son los gerentes o coordinadores de esos nodos, qué hacen y cómo se les puede contactar. Otra información es qué actividades se están haciendo a partir de ese nodo (por ejemplo, si hay cursos, foros en la red, visitas, intercambios) y tercero cuáles oportunidades de financiación ofrece el país en donde se encuentra el nodo.

Yo coincido con lo que dice el profesor Hermann en el sentido de que la investigación se hace en conjunto. Si voy a investigar un tema, busco gente que esté trabajando dicho tema y trabajo en conjunto con ellos, pero eso se hace a través de un conocimiento personal. Es muy difícil que uno establezca un contacto para investigación a partir de algo tan quieto como una página web porque, generalmente, hay que verse la cara. Y cada vez son más reducidas las posibilidades de financiación para movilidad. Antes se podían incluir en los proyectos de investigación, ahora hay que entrar a las convocatorias de movilidad o en convenios de movilidad entre países, que implican que uno tiene que tener un proyecto en el país, el par tiene que tener un proyecto en su país y después hay que hacer un proyecto conjunto para presentarlo a la convocatoria de movilidad.

Cuando uno piensa en la burocracia que hay detrás de todo eso, empieza a evaluar si vale la pena hacer eso o no. Porque a quienes nos gusta investigar, dedicamos nuestro tiempo a eso y si tenemos que pasar el 30% de nuestro tiempo haciendo burocracia ya empezamos a pensar de otra forma. Y siempre el control a las colaboraciones es más grande e inútil e impiden que se hagan proyectos de investigación más fácilmente. Muchas de las investigaciones que estoy haciendo con mis estudiantes no van a ser referenciadas ni reconocidas por los financiadores porque las estamos haciendo con nuestros propios recursos y sin dejarnos enredar por la burocracia de nuestra Universidad, pero estamos haciendo muchos proyectos. Colciencias y las otras entidades de financiación tienen que encontrar formas más eficientes y eficaces de ver la confiabilidad del investigador sin necesidad de pedirlos cada vez más documentos.

### **Interviene Eduardo Sánchez**

Primero quiero referirme a la primera intervención para tranquilizar a la joven que habló de la gran brecha generacional que existe entre nosotros y ella. No es tan grande: yo soy un viejo actualizado y uso las mismas herramientas que usan los jóvenes. Soy, en ese sentido, un viejo joven. Dicho esto, quiero plantear un problema que me parece que estamos esquivando: el de la financiación. Cuando necesitamos hacer un trabajo podemos tener el contacto con la persona (por correo electrónico, por messenger, etc.), pero llega el momento en el que hay que hacer el trabajo y ese trabajo lo tiene que hacer alguien que tiene que estar pagado. El problema ahí es cómo conseguir financiación, cuáles son los mecanismos para conseguirlo y viene la frustración de este tipo de trabajos. Yo sufrí esa frustración muchas veces mientras dirigí el nodo de Suiza, primero porque perdí mucho tiempo y, segundo, porque perdí mucha plata, porque tuve que financiar a estudiantes con mi propio dinero. Uno puede hacer eso, pero llega el momento en el que uno se pregunta si sí vale la pena.

Quiero volver a hacer la pregunta que dejé planteada en mi intervención para que ustedes me la contesten: ¿por qué no funcionan esas colaboraciones? A mí me da la impresión de que us-

tedes tienen muchas cosas que hacer y entre tantas ocupaciones la colaboración con el exterior va perdiendo importancia. ¿El esfuerzo para ustedes es tan grande que no vale la pena hacerlo? La otra cosa es que es muy cierto que la colaboración empieza con un contacto personal con otros. Si Hans Hermann tiene tanta colaboración con Colombia es porque él tiene una relación personal con Colombia; de lo contrario, no la tendría.

Hay que dejar de hacerse ilusiones con la tal globalización que nos va a traer ventajas; la globalización es un desafío enorme para ustedes porque van a entrar a competir con montones de gente de todos los países. Hasta ahora había unos programas de cooperación que privilegiaba la cooperación con países en desarrollo y era algo casi como ayuda humanitaria; ahora eso ya no cuenta. Vamos a hacer ciencia con un único indicador: la calidad de la ciencia. La globalización implica que si yo voy a hacer ciencia, la voy a hacer con el mejor partner que encuentre y no importa si lo encuentro en Colombia, en India o en el MIT. Y no quiere decir que yo voy a hacer ciencia con Colombia sólo porque me puedo comunicar con los investigadores colombianos por messenger; ya no se trata de eso sino de concursos a nivel mundial.

Antes yo era profesor de una universidad (lo sigo siendo, pero hoy las cosas han cambiado) y tenía autonomía para escoger a las personas con las que iba a trabajar y, obviamente, escogía a colombianos. En el caso de Hermann la autonomía era mayor, porque él es Herr Doctor Professor, pero él también escogía muchos colombianos. Hoy la globalización cambió todo. En Suiza se creó un sistema europeo, que se llama el Acuerdo de Bologna, que creó los diplomas exactamente como los que hay en Estados Unidos: Bachelor, Master y Doctorado. Al final, lo que se le asegura ahora al europeo es el diploma de Bachelor y si quiere hacer Master tiene que entrar en competencia con todo el mundo y después, si quiere el doctorado, tiene que entrar a otro concurso más difícil.

El otro tema que quisiera comentar es lo del regreso. ¿Por qué razón cuando los colombianos nos vamos no regresamos? Cuando el doctor Chaparro era director de Colciencias instituyó unos premios para los investigadores y los premios eran en dinero, algo fabuloso. Había una comisión de expertos internacionales, entre los cuales estaba yo. En ese momento vi algo que me pareció como de pesadilla: había investigadores que tenían una tradición en publicaciones y en investigación y llegaban a Colombia y las publicaciones desaparecían. Eso lo vi en la mayor parte de los casos. Y yo me preguntaba por qué razón disminuía tanto la productividad al llegar a Colombia. ¿Por qué un investigador bueno en el exterior se vuelve investigador malo al regresar a Colombia?

### **Interviene Juan Pablo Isaza**

Aquí se ha mencionado algo que es muy relevante: la transición de Colombia de una economía mixta a una economía de mercado. Eso afecta la dinámica que tienen los investigadores con el Estado. Cualquier ciudadano que quería hacer investigación con el Estado estaba acostumbrado a un modelo en el cual había más recursos y accesibilidad a la inversión pública; en el modelo actual hay una reducción para que el Estado le delegue ciertas responsabilidades a las regiones. Aunque Colombia quiere aumentar la inversión para movilización de investigadores y otras áreas, no es ajena a la realidad burocrática que es típica de una economía mixta. En ese modelo, es típico poner trabas burocráticas a todo porque así se mueve la economía. En una economía de mercados se supone que hay contrapartes más independientes y autónomas para movilizar esos recursos.

### **Interviene una mujer**

Gran parte de lo que yo iba a decir lo dijo ya el doctor Eduardo Sánchez sobre el problema de la financiación y el apoyo estatal que debe tener un investigador. Estos espacios tienen que abrirse no para discutir el tema de las redes por las redes, porque lo de menos es entrar a la red; pero qué le va a interesar a un investigador experto contestarle a un investigador de un país subdesarrollado que apenas está entrando al mundo de la investigación. La discusión tiene que ser sobre cómo se incentiva la investigación y cómo se pone la investigación al servicio de la sociedad, y de Colombia en particular. Hacer este tipo de foros cuando no hay políticas claras para incentivar la investigación no tiene mucho sentido.

Se espera que el investigador trabaje y demuestre que merece apoyo y después lo apoyan a medias porque todo es con cofinanciación. ¿Y a quién le piden que ayude a la financiación? A las empresas, que están quebradas o que nos les interesa apoyar la financiación. A las universidades, que están sometidas a un proceso de certificación y para eso tienen que poner a los investigadores a dar más clases y a investigar más. Y eso que estoy hablando sólo de los profesores de planta, que cada vez son menos, porque los que no son de planta no reciben apoyo de las universidades para investigación. A los investigadores se nos trata como profesionales de segunda: estamos mal remunerados, no se nos tiene en cuenta para nada.

La gente no se va de Colombia porque quiere, sino porque el país no le ofrece oportunidades, en investigación no ofrece nada. Por eso la calidad de la investigación no es buena; la gente que regresa al país y tiene otra perspectiva tiene que ayudar a formar esas redes internas, locales, entre los investigadores que hay aquí.

### **Interviene Jaime Vega, director de Gesta Consultores**

Yo veo dos grandes situaciones disciplinariamente. Primero, cómo podemos superar en Colombia las barreras disciplinares, porque aquí mismo muchos de nosotros no entendemos cuál es la disciplina que soluciona cuál problema. Por ejemplo, y lo he vivido, la gente no conoce la diferencia entre diseño industrial y diseño gráfico o la diferencia entre agronomía y biología. No todos tenemos las respuestas a todo, pero sí hay especialistas que tienen la respuesta. Esto afecta directamente el proceso de producción en Colombia porque los empresarios, al desconocer las diferencias entre las disciplinas, también desconocen las soluciones a sus problemas que pueden venir de las distintas disciplinas.

Si conocemos el problema, pero no conocemos la disciplina que puede ayudar a resolverlo, no tenemos salida. Esa inquietud también se aplica a las redes, porque unas redes de sólo una disciplina apuntan sólo a un sitio. Todo esto está relacionado con la operatividad de las cosas que se inventan en el laboratorio. Nosotros creamos un plástico que rebota, pero ese plástico no tendrá operatividad hasta que no se meta dentro de un sistema productivo y se saque ganancia de eso. Si no existe comunicación entre las disciplinas y, además, comunicación con los empresarios para que hagan aplicables los procesos de desarrollo tecnológico, no hay forma de incentivar la investigación. Las ferias de investigación que se hacen en los países desarrollados ayudan a superar esa barrera de comunicación.

### **Interviene Miryam Gómez Marín, del Politécnico Jaime Isaza Cadavid de Medellín**

Después de oír las últimas intervenciones, tengo una propuesta. La experiencia de trabajar bajo convenios, en particular los que hemos hecho con la Universidad de Antioquia, ha sido para el Politécnico algo muy interesante porque desarrollados proyectos conjuntos a partir de recursos del gobierno central y recursos nuestros. La propuesta es que cada doctor genere escuela; normalmente, esto se hace a través de los grupos, pero son muy cerrados.

Para abrir a esos grupos hay que tocar la sensibilidad de los doctorados para que hagan escuela y compartan sus conocimientos con más gente que el grupo en el que se mueven. Si un indicador de los grupos fuera cómo forman escuela o si en los centros de excelencia se comparten proyectos con grupos que están a un paso de llegar a la excelencia y si todo ese trabajo se evalúa mirando qué es lo que se ha formado en las regiones. Hay muchas zonas en Antioquia en las que no hay posibilidades de tener educación superior. De ahí la importancia de que los grupos grandes, como la Universidad de Antioquia, emprendan la tarea de formar escuela en la región. Un indicador sería que los científicos expatriados o nuestros doctores en Colombia tengan la capacidad de demostrar que verdaderamente han generado cultura investigativa en el país.

### **Interviene Olga Lucía Zuluaga, profesora de la Universidad de Antioquia**

La ubicación de la diáspora científica en el campo de la educación y, en general, en el campo de las ciencias sociales es un problema muy complejo porque tiene que haber un proceso de internacionalización del trabajo de los investigadores y en el área de la educación este proceso va despacio. Hay publicaciones, algunos de los jóvenes pertenecientes a los grupos de investigación han salido al exterior y algunos establecen contactos en el exterior y participan en eventos internacionales. Esos son los pasos que se han dado hasta ahora en esta área. En cambio, todavía no hemos empezado a ubicar investigadores colombianos en el exterior para beneficio nuestro porque en el área de educación, los alemanes no leen a los franceses, los franceses no leen a los ingleses y así sucesivamente.

Colciencias debería establecer políticas para apoyar la localización de la diáspora por áreas temáticas con base en el conocimiento del estado de la internacionalización del trabajo de investigación y formar líderes que puedan ayudar en este proceso. Las investigaciones que hacemos en Colombia en el área de la educación no suelen ser atractivas para investigadores internacionales, y menos cuando se cuenta con esa fragilidad en ese campo.

### **Interviene Sergio Renán Gendo, de la Universidad de Envigado**

Tengo que empezar por definir qué es la Universidad de Envigado. Es una Universidad joven, no más de diez años, caracterizada por tener la mayor parte de los docentes de cátedra. El doctor Meyer nos decía que la diáspora era una red de intercambios en las que se aprovechan los científicos en el exterior para fortalecer la capacidad científica del país. Pero estas universidades que apenas están creciendo, que no tienen cómo hacer ciencia, porque no tienen acceso a los recursos, no tienen

esas facilidades. Cómo fortalecer estos grupos nuevos de investigadores que no tienen casi apoyo de nadie. El segundo punto es, también desde la diáspora, qué se puede hacer para fortalecer la producción de conocimiento científico. Colciencias tiene la estrategia Ondas para la básica y la media; tiene jóvenes investigadores, hay becas de doctorados, pero la formación en el pregrado está abandonada y así no se puede formar investigadores que luego puedan salir al exterior a hacer postgrados.

### **Interviene Carlos Moreno**

Hay que aclarar algo de esta discusión. Las redes no son ni la bola de cristal ni la varita mágica para resolver todos los problemas. Las redes son herramientas, puntos de acceso, como lo son este tipo de foros en los que la gente se encuentra, se conoce y establece relaciones. Yo propugno más bien por redes de colaboración en lugar de redes de información, es decir, aquellas en las cuales se crean proyectos y se crea conocimiento. Yo tuve una experiencia muy negativa con una universidad pequeña. Logré que un experto internacional aceptara dictar unas charlas a sus estudiantes. Una semana antes del evento, la universidad lo canceló, lo que no me pareció serio. Por eso yo hablaba de dar credibilidad a las comunidades de investigadores y darles credibilidad a las instituciones. Podría contarles anécdotas de cosas peores que me pasaron con universidades grandes y de experiencias enriquecedoras.

No se trata de elitismo. El único criterio al aprobar proyectos es la calidad, la excelencia. Hay puertas abiertas en la diáspora con personas que, como nosotros, son sensibles a la causa colombiana. Pero no es sólo una responsabilidad de la diáspora; también es una responsabilidad de los investigadores y de las instituciones en Colombia.

### **Interviene Jean Baptiste Meyer**

Hubo preguntas directas al panel y toca confrontarlas. Entre las preguntas que emergieron veo una en cuanto a la información y otra en cuanto a la financiación. En cuanto a la información, hay muchas redes en diferentes sectores y hay instituciones pequeñas o apartadas que quieren conectarse a esas redes y la respuesta fue que con los motores de búsqueda especializada o a través del mapa de Colciencias encontrarían las redes en la internet. Pero esto realmente no es una respuesta adecuada.

Actualmente sobra la información en el mundo, pero la información que uno necesita es un poco escasa y es una información que está acompañada de recursos, capacidades, intereses inmediatos. Quiero mencionar un proyecto que está desarrollando la UNESCO: Diaspora Knowledge Networks que trata, juntando a sociólogos y a informáticos, de hacer que esos instrumentos informáticos sirvan a un propósito y a interacciones reales y no tanto a unos flujos de comunicación que son de poca utilidad directa.

En cuanto a la financiación, en Colombia hay pocos recursos financieros, pero Chile y Brasil estaban en la misma situación hace quince o veinte años. Aunque haya pocos recursos, hay recursos y se pueden movilizar y distribuir bien. Vale la pena dar la pelea por esos recursos, aunque sean escasos. Pienso en un programa que tiene la diáspora mexicana que se llama 3x1: los del exterior ponen una parte y los del gobierno central financian una parte, el gobierno local financia otra y la

municipalidad pone otra parte. El peso que lanza la diáspora genera, en total, cuatro pesos. Hay muchas otras iniciativas similares. Hay muchas expectativas sobre lo que puede hacer Colciencias, pero si se involucra a las regiones con programas de investigación y desarrollo se tendrían más recursos movilizables para los proyectos.

La pregunta es qué le piden ustedes, como investigadores colombianos, a la diáspora. Si lo que piden son recursos, la diáspora podría servir para hacer lobby para lograr más recursos en el Congreso colombiano.

### **Interviene Hans Hermann**

Las preguntas de ustedes mostraron que, efectivamente, el último texto que yo tenía escrito, y que no dije por cortesía, sí se debe decir. El peligro que existe con Colciencias es de una extrema burocratización y no hay que crear más instituciones, sino que debería simplificarse el proceso de la distribución de los recursos. Por otro lado, lo que sentí fue mucha protesta de parte de algunos de los investigadores que intervinieron. La falta de recursos es un problema evidente, pero el que tiene que pagar al fin de cuentas es el Gobierno y la opinión pública es la única que puede influir en el gobierno. Es responsabilidad de ustedes trabajar para que la opinión pública, y los representantes en el Congreso, pelen por el derecho constitucional que tienen de que el 1% del presupuesto nacional sea invertido en ciencia y tecnología.

### **Interviene Fernando Chaparro**

Aquí hemos oído una gama muy rica de opiniones y de aportes que han hecho. Voy a hacer unas cuantas reflexiones para ir organizando esas ideas. Ha habido recomendaciones prácticas de cómo puede ser de utilidad para ustedes el nuevo mecanismo que se está creando. Se han planteado necesidades muy concretas sobre cómo tener información actualizada sobre quién está haciendo qué y dónde, qué actividades están desarrollando, qué facilidades de financiación hay y, por tanto, cómo pueden servir de antenas a la comunidad científica colombiana para tener acceso a esa información en tiempo real.

Además de esas recomendaciones prácticas, para la forma como podría funcionar ese nuevo mecanismo que se está creando para apoyarlos a ustedes en las labores de investigación, han surgido una serie de ideas sobre política de ciencia y tecnología en general. Es evidente que el tema de la inversión pública y los recursos financieros disponibles para apoyar actividades de ciencia y tecnología en el país es uno de los problemas más serios que tenemos. Es evidente que falta una política de Estado y no es fácil construir una política de Estado porque hay un proceso político que hay que abordar.

El problema no es de ciencia y tecnología, sino de decisiones macro del Estado colombiano en términos de asignación de recursos financieros, es un tema político, y es en las regiones donde se puede movilizar el apoyo parlamentario para la toma de decisiones. Y no es un problema de falta de voluntad de Colciencias porque esta entidad lleva mucho tiempo pidiendo, en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, que se incremente la financiación.

A mí me parece que se ha exagerado un poco el tema de la burocracia. Todos quisiéramos que simplemente al comienzo del año o del semestre uno pasara sus requerimientos de recursos y le entregaran la plata para funcionar así. Eso sólo se veía en el MIT, gracias a un mago de las finanzas que se llama Nicolás Negroponte, quien logró distribuir los recursos para el Media Lab a través de programas de investigación. Pero era el único caso en el mundo y ahora se les acabó. Hay que acostumbrarse a que la financiación de la investigación se hace en todo el mundo por proyectos que entran a competir por los recursos.

Ahora bien, quienes crean que la aprobación de proyectos en Colciencias es lenta, deberían ver lo que se demora un proyecto en la Unión Europea. La situación no es tan sencilla como ustedes piensan. El tema del papeleo en la presentación de proyectos también es un problema en todos los países. Por eso se está desarrollando un programa para management de investigación para ponerlo en práctica en las universidades, para que las entidades financiadoras tengan un solo formato para los trámites.

El tema de las redes no se limita a crear redes globales o internacionales; en Colombia hay redes nacionales de casi todos los temas. Las redes se están globalizando porque la investigación se está globalizando. Las redes electrónicas son nuevas formas de operar en las que el contacto Sur-Sur es igualmente importante al de Norte-Sur. Además, no sólo están haciendo investigación de punta, sino que las redes electrónicas también están siendo usadas en Colombia por las comunidades indígenas para estar en diálogo con comunidades indígenas de Brasil, con las comunidades afroamericanas y con las comunidades indígenas de Canadá. Las redes electrónicas no son una moda del Norte; son una realidad del mundo globalizado.

Cuando aquí hablamos de las redes abordamos el tema desde el punto de vista de la interacción entre la diáspora y el tema de la diáspora científica. Yo quisiera que abordáramos ahora el tema de las redes desde el punto de vista de las nuevas tecnologías. Cuál es la realidad de las nuevas formas organizacionales de la comunidad científica en el ciberespacio. Cuáles son las funciones que pueden cumplir. Hasta dónde van a llegar. Cuáles son las limitaciones que tienen. Hasta dónde la productividad científica puede ser igual o mayor en esas nuevas formas organizacionales. Hasta cuándo vamos a tener esas formas mixtas de la comunidad científica. No era tema de este panel, pero veo que algunas personas tienen esa inquietud.

### **Interviene Juan Pablo Isaza**

Quisiera comentar algunas cosas sobre el presupuesto de Colciencias. En el año 2005 Colciencias tenía un presupuesto de 44.000 millones de pesos. La división de internacionalización tiene un presupuesto de 1.500 millones de pesos. Y seguramente para muchas personas parecerá risible que yo diga que ese es el presupuesto de la División y que éste es el presupuesto anual de Colciencias. Este es un tema tan crítico que en países como Finlandia hay una Comisión de Innovación, Ciencia y Tecnología que genera las directrices para las demás comisiones políticas en el Parlamento finlandés. Es un tema cien por ciento político, pero en Colombia los votos politiqueros no están dentro de la ciencia y la tecnología.

### **Interviene Eduardo Sánchez**

El doctor Chaparro decía que la burocracia en Europa era muy similar a la de Colombia y, en efecto, la burocracia es tan grande que los grandes laboratorios y las universidades tienen personal especializado, y que está dedicada a la tramitología y a llenar formularios. Incluso hay cursos de cómo llenar formularios para competir por los recursos de las convocatorias. Pero hay una diferencia: al final se recibe algo. Uno invierte todo ese tiempo, pero si al final se recibe algo vale la pena hacer el esfuerzo.

También hay que tener en cuenta que en Colombia la ciencia, la tecnología y la innovación no pueden ser una prioridad en un país con la situación de orden público que tiene Colombia y con la situación financiera del país. La responsabilidad social de la ciencia es de los científicos y los investigadores colombianos, por más que la ciencia y la tecnología sean temas políticos. La otra cosa que hay que hacer es llevar la ciencia a la sociedad; en Chile lo están logrando con varios programas, entre ellos el programa Explora. En Suiza empezó hace tres años un programa similar que se llama el Día de la Ciencia.

### **Interviene Patricia Noguera, profesora titular de la Universidad Nacional**

Yo coordino un grupo de investigación acreditado en Colciencias en pensamiento ambiental. Fui becaria de uno de los programas de la CNPq y soy testigo del respeto que hay en Brasil por los investigadores y profesores. Yo vine muy entusiasmada a esta reunión pensando en que íbamos a discutir cuál podría ser el aporte de nosotros como investigadores a los temas más acuciantes del país, lo que el doctor Sánchez llamó nuestra responsabilidad social; pero ese tema estuvo ausente de todas las exposiciones y discusiones. No encontré en estos dos días la convergencia fundamental que podría tener la investigación en nuestro país con el compromiso ético y político de nuestros trabajos de investigación, incluso de la investigación pura.

Las diásporas se dan, también, al interior del país y se dan porque se considera al científico como algo marginal. Nuestro país está destinando su presupuesto a la guerra y muy poco al desarrollo y, por supuesto, a la investigación y la educación. Habría sido maravilloso haber tenido un espacio en este encuentro de investigadores para esa discusión. Yo siento que hay una presión para que haya un encuentro con la industria y la empresa, pero se deja de lado el encuentro con la sociedad. Tenemos que mirar, nosotros como investigadores, en qué nos podemos comprometer con el país y cuál es el modelo de desarrollo que queremos tener, para quién es ese desarrollo y cómo se debe dar ese desarrollo. Por otro lado, se deben mirar los valores sobre los cuales se está construyendo ese desarrollo porque se habla mucho de competitividad y muy poco de solidaridad y, sobre todo, de solidaridad del conocimiento, porque el conocimiento se tiene que democratizar, como lo demuestra el auge de la internet.

### **Interviene Miryam XXX, Corporación Biotec**

Aunque nosotros somos una asociación pequeña, tenemos convenios de cooperación nacional e internacional. Hemos venido trabajando en lo que llamamos retorno a la inversión científica

y tecnológica porque consideramos que la cooperación no es simplemente buena voluntad o una donación, sino que debe ser vista como una inversión de parte y parte. Se invierten recursos, tiempo, conocimiento. No hay donación en eso, es una inversión. Como es una cooperación, lo primero que hay que identificar es el interés común entre las partes y sobre el cual las dos partes esperan un retorno, y no hablo de retorno financiero, sino retorno social y retorno financiero.

A mí me gustaría preguntarles a los panelistas, o por lo menos proponerles como tema de discusión para sus próximas reuniones con Colciencias, cómo podríamos establecer algunos intereses compartidos de esa cooperación internacional específica con los colombianos en el exterior, aparte de los intereses puntuales. Me refiero a temas prioritarios para el país en los que podamos comprometernos a trabajar conjuntamente los grupos de la diáspora y los grupos nacionales. También sería necesario establecer qué tipos de retornos sociales y económicos a la inversión habría que prever en esa cooperación. Este tema, por lo menos para la Corporación Biotec, ha sido muy complejo porque no tenemos cultura de la cooperación y como los recursos son muy escasos a la primera competencia por los recursos esto se vuelve una rapiña y adiós solidaridad y adiós cooperación. El tema de la diáspora debe mirarse como una cultura de la cooperación.

### **Interviene Jairo Oviedo**

¿Qué opinión tiene la diáspora en relación con los parques científicos? Es muy importante que desde ahora Colombia empiece a reflexionar sobre qué va hacer frente al problema de la infraestructura de investigación que existe en el país. La diáspora ya debería ayudarnos a reflexionar sobre los parques científicos.

### **Interviene Carlos Moreno**

Este es un tema que he trabajado desde hace mucho tiempo en mi actividad de investigador e incubador. La pregunta es muy interesante, pero yo no puedo hablar de la situación de Colombia o de si una política de parques puede servir. Puedo hablar de lo que se ha desarrollado en Francia en polos de excelencia sectoriales en los cuales se han hecho inversiones inmensas y no hay prácticamente ninguna barrera entre la universidad, los laboratorios, las empresas, los fondos de inversión, las aseguradoras, etc. Están lo que llaman las jóvenes empresas innovadoras, que reciben capital de riesgo del Estado, con una acreditación de laboratorio privado de investigación en común con la universidad.

Hay un caso de un polo sectorial que nació de la idea de crear un centro tecnológico universitario, con los grupos de investigación en medicina, los grupos orientados hacia la agricultura, estudiantes de pregrado, estudiantes de postgrado, etc. Se han creado 100 empresas. Sin embargo, es una política que no se improvisa; se requiere el compromiso nacional, regional y local de los sectores administrativos y de las direcciones de la investigación, de las universidades, etc. Estos polos sectoriales han logrado muchos éxitos, sobre todo en el campo de la genética agrícola para recuperación de suelos, como lo muestran los trabajos de France Biotec.

Estos éxitos se han logrado porque hay una política coherente y con continuidad. En Francia se ha cambiado tres veces de primer ministro, cinco veces de ministro de economía y finanzas,

cuatro veces de gobierno (de derecha a izquierda) y este programa no se ha alterado en ningún momento, incluso se le ha dado más plata de la que tenía inicialmente por los resultados que ha mostrado. Si Colombia lograra tener una política estable de largo plazo, con una participación pluridisciplinaria, transversal, con una buena integración de equipos y con una programática estaríamos en la vía del círculo virtuoso.

### **Interviene Arcesio Lizcano, de la Universidad de los Andes**

Yo soy ingeniero de profesión y mi trabajo consiste en resolver problemas lo más rápido posible y lo más barato posible. Siempre tengo el temor de que lo que más nos falta en Colombia es dinero para investigar, fuentes de financiación. Si nosotros no intervenimos para que ese dinero que hay se invierta de la mejor manera, nos estaremos haciendo un daño nosotros mismos. Yo utilizo la diáspora colombiana y cualquier otra diáspora que quiera trabajar conmigo para traer profesores a la Universidad de los Andes a dictar cursos y de esa manera resultan conexiones. Yo pago a esos profesores con las matrículas de la Universidad de los Andes: planeo un curso para diez estudiantes y con eso pago el tiquete y la estadía en Colombia. Así uso yo la diáspora y logro contactos importantes.

Por otra parte, en mi trabajo de investigación no he necesitado redes, he contribuido a formar redes, pero no las he necesitado. Si tengo un problema, acudo a la internet, a los journals, a congresos nacionales e internacionales, y a partir de ahí empiezo a buscar con quién me puedo unir para resolver un problema concreto. No uso la red, pero puede ocurrir que, a partir de los contactos, se forme una red. El problema con las redes es que muchas veces es necesario hacer una inversión y es posible que no se necesite la inversión ahí sino en otras áreas o proyectos.

### **Interviene Omar Fernando Cortés, de la Fundación Universitaria Conrad Lorenz**

Lo más valioso que tenemos es nuestro recurso humano, el capital humano que está reflejado en cada uno de nuestros esfuerzos como investigadores y precisamente éste es un elemento que debemos empoderar en el concepto de la diáspora. La participación política no se da solamente por los contactos que se puedan hacer con representantes o senadores; la representación política se da cuando nosotros le damos la verdadera dimensión a los proyectos y el impacto social que ellos tengan. Hay una responsabilidad social desde la diáspora.

Además, quisiera hacerle una recomendación a Colciencias. Dada la dificultad que tenemos para acceder a las becas de doctorado y postdoctorado, por qué no piensan en un programa de becas en asocio con el Ministerio de Educación en ciencia, investigación e innovación que nos dé la oportunidad de que, durante el programa de doctorado, fortalezcamos las redes con proyectos de integración regional y local para unir esfuerzos y generar un proceso en función del desarrollo del conocimiento, pero con un impacto para la comunidad.

### **Interviene Ivanna Haag de la División de Internacionalización de Colciencias**

Quiero hacer una pregunta institucional. Hemos planteado la idea que tiene Colciencias de reestructurar la Red Caldas y me he estado preguntando sobre la herramienta. ¿Necesitamos una herramienta informática para interactuar con la diáspora? El profesor Lizcano dio a entender que prácticamente no se necesita una herramienta especial pues usando un buscador común como Google logra hacer contactos.

### **Interviene Virginia Hernández de la Universidad de los Llanos**

Soy coordinadora del nodo Orinoquía de la Red Colombiana para la Internacionalización de la Educación Superior. Yo quisiera que en las reuniones con Colciencias tuvieran en cuenta que hay problemas que tratamos de identificar en el 2002 cuando alcanzamos a hacer una caracterización de la cooperación internacional en ciencia y tecnología y vimos que hacía falta un trabajo mancomunado de las instituciones centrales que tienen que ver con cooperación internacional. No quisiera que el renacimiento de la diáspora científica no tuviera ese trabajo mancomunado de Colciencias, la Cancillería, el Ministerio de Educación, el Icetex, ASCÚN, la Asociación Colombiana de Cooperación Internacional, etc. Hay que mantener a todas estas entidades vinculadas al programa de Diplomacia Científica y de diáspora científica.

Tengo una propuesta para Colciencias, como actor principal de la cooperación internacional en ciencia y tecnología, que se creara una red de oportunidades de internacionalización científico-tecnológica que fuera coordinada por la División de Internacionalización de Colciencias. A Colciencias llega permanentemente información sobre doctorados, becas, pasantías, congresos internacionales, y oferta de todo tipo de recursos, materiales y humanos, que representan oportunidades para los investigadores, y Colciencias podría enviar esa información a todos los investigadores del país.

### **Interviene Ricardo Corredor, jefe de Cooperación Internacional del Ministerio de Educación**

Hemos empezado a trabajar, a partir de este año, de manera muy estrecha con Colciencias. Uno de los ejercicios que estamos haciendo es tratar de desarrollar, con muchos otros países, convenios de investigación de alto nivel. Ya hemos avanzado en convenios con Holanda y España; estamos empezando a trabajar convenios con Argentina y Brasil. En la medida en que concretemos la participación de otras entidades nacionales y de otros países podremos alcanzar mucho de lo que se ha hablado en este Simposio.

### **Interviene Alejandro Blanco del programa Colombia nos une de la Cancillería colombiana**

El programa Colombia nos une tiene nueve áreas temáticas, una de las cuales es la mesa de redes internacionales, donde estamos trabajando con la Red de Estudiantes y Profesionales Colom-

bianos en el Exterior, que tiene ya 1.500 miembros concentrados en diez países. Tenemos algunos nodos de práctica y nodos temáticos. Esperamos que esta red sirva para apalancar la Red Caldas en su reestructuración. Por otra parte, se está trabajando en el diseño de una herramienta informática que permita el desarrollo de redes sociales y de comunidades virtuales de colombianos en el exterior.

### **Interviene Jorge Charum, del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología**

Quiero hacer énfasis en un tema que se ha tocado apenas tangencialmente. Para la diáspora era necesario tener un actor nacional que no existía cuando la Red Caldas operó activamente. Han pasado diez años y en ese tiempo la situación ha cambiado radicalmente. Se han creado grupos estructurados de investigación. En un estudio que acabamos de hacer logramos precisar cuál ha sido la producción colombiana en los últimos veinte años recogidos en bases internacionales, como el ICI.

Hemos logrado establecer todos los niveles, separando colaboración y cooperación para expresar las formas de asociación local o nacional y cooperación de los nacionales con el exterior. Estamos empezando a establecer en qué campos se está trabajando y en qué campos hay más desarrollo. Estamos intentando construir el perfil temático investigativo nacional. Es una forma de constituir el sujeto nacional que permitiría entrar en relaciones con la diáspora, no solamente en un reconocimiento individual, pues eso se ha hecho siempre, sino del reconocimiento de una comunidad de investigadores que ya está más estructurada. Otro estudio que se hizo fue el de la producción nacional y se logran reconocer las instituciones y los investigadores y en qué están trabajando en el país.

### **Interviene Adriana Muñoz**

Soy zootecnista y estuve haciendo un doctorado en Brasil. Actualmente soy docente del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos. Durante los seis años que estuve en Brasil nunca tuve contacto con el consulado o con la embajada, con excepción de los trámites que tenían que ver con documentos. ¿Qué papel desempeñan las embajadas y consulados en los diferentes países para tener en cuenta a la gente que está afuera? ¿Qué contactos tienen con los estudiantes?

### **Interviene Juan Pablo Isaza**

Respondo parcialmente su pregunta. Parte de esa vinculación entre el Ministerio de Relaciones Exteriores con los estudiantes que están en el exterior se va a lograr con el programa de Diplomacia Científica que está creando Colciencias con la Cancillería. El programa se inaugura con seis cónsules ad honorem para temas de ciencia y tecnología.

### **Interviene Eduardo Sánchez**

Me siento obligado a responderle a Ivanna porque yo dije esta mañana que los trabajos del nodo de Suiza se hubieran podido hacer incluso si la Red Caldas no hubiera existido. El nervio de la

guerra es el dinero. Colciencias podría destinar anualmente un presupuesto a los nodos que salgan de la Red Caldas a partir de unos temas prioritarios. Esa sería la única forma de darle una vida real a la red Caldas y diferente a la de los simples contactos, porque los contactos se pueden hacer de muchas otras maneras. Para hacer proyectos se necesita dinero.



### **Interviene Jean-Baptiste Meyer**

Quiero comentar lo que dijo el profesor de la Universidad de los Andes sobre la utilidad o no de las redes. El término redes está equivocado en ese sentido. Si se trata de buscar una información, Google es una herramienta suficiente. Pero si se trata de buscar un sostenimiento de proyectos a través de actores que se involucran, ni Google ni los otros buscadores son de utilidad. A mí me han dicho que la Universidad de los Andes es algo como una montaña de capital humano y, entonces, un profesor de la Universidad de los Andes no necesita tantas redes como requeriría un investigador de una universidad de provincia.

### **Interviene Fernando Chaparro**

Para terminar, voy a complementar lo que dijo Jean-Baptiste. El valor de las redes es más importante para los grupos aislados que para los grupos de punta, aunque estos grupos también usan las redes para hacer aquellas investigaciones que ellos solos no pueden hacer. Por ejemplo, el mapeo genético del café, que en Colombia lidera Cenicafe, no puede sacarse adelante si no es a través de redes. El esfuerzo de complementariedad que tienen con centros de investigación alrededor del mundo es lo que están ganando para la investigación. Eso depende, en parte, de las líneas de investigación en las que se esté trabajando y hay líneas que requieren esfuerzos colectivos. El otro punto es el de la creatividad. La creatividad la tienen los investigadores, no las redes; las redes son un instrumento, pero no pueden reemplazar la calidad de los investigadores ni su creatividad.

---



# ENCUENTRO DE INVESTIGADORES COLOMBIANOS RESIDENTES EN EL PAÍS Y EN EL EXTERIOR: COLOMBIA EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

Bogotá, Colombia, julio del 2005  
Colciencias

Sesión plenaria

## **Interviene Felipe García**

A continuación se van a presentar las relatorías de los tres simposios satélite que realizamos en este evento. Esta relatoría no es exhaustiva, sino que recoge las ideas más importantes que se plantearon en estos simposios y que van a servirle a Colciencias para ampliar temas y tomar decisiones en estos temas para futuras acciones. Los relatores son: Miguel Tovar, jefe del Programa de Biotecnología, quien coordinó el Simposio sobre Centros de Investigación de Excelencia; Juan Plata, jefe del Programa de Educación y Ciencia Sociales, quien coordinó el Simposio sobre Ciencia y conocimiento tradicional; Juan Pablo Isaza, jefe de la División de Internacionalización de la Ciencia, quien coordinó el Simposio sobre Diáspora científica.

## RELATORÍA DEL SIMPOSIO DE CENTROS DE INVESTIGACIÓN DE EXCELENCIA

Miguel Tovar

El Simposio Centros de Investigación de Excelencia se desarrolló de la siguiente manera: primero hubo una presentación sobre la filosofía que subyace en la creación de los centros de excelencia, cómo se seleccionaron las áreas de la convocatoria, cuál fue el trabajo de selección de estos centros; se mostraron las propuestas que se presentaron a las ocho áreas temáticas de la convocatoria. Posteriormente, hubo una presentación de cada uno de los consorcios o uniones temporales que fueron seleccionados: el Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos, cuyo director es John Mario Rodríguez; el Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales, Aromáticas y Medicinales Tropicales, cuya coordinadora es

Elena Stashenko; el Centro Tuberculosis: la Investigación Integrada a la Salud, coordinado por Jaime Robledo, y el Centro de Excelencia en Nuevos Materiales, cuya presentación la hizo Hernando Ariza.

Antes de que intervinieran los representantes de los Centros, se hizo la presentación del caso mexicano de consorcios, que estuvo a cargo de Leonel González. Posteriormente, Colciencias formuló una serie de preguntas a los Centros de Excelencia y después se cedió la palabra al público para formular preguntas a los diferentes consorcios. Una impresión de los participantes es el adelanto que han logrado los consorcios en el poco tiempo de funcionamiento que llevan. Llevan seis meses operando, pero el grado de desarrollo y avance en cada uno de ellos es muy significativo. Llama la atención, en particular, la integración que han logrado no sólo entre los grupos participantes en el consorcio, sino por las actividades de cooperación nacional e internacional que ya están adelantando, agendas a futuro y la participación de otros sectores de la región.

Una pregunta puntual que se hizo a los consorcios fue sobre los mecanismos que han previsto para la inserción de nuevos grupos o de interacción con otros grupos de investigación que no hacen parte del consorcio. Hubo consenso en que los consorcios deben aprovechar el capital humano y los recursos y la infraestructura que tienen otros grupos de investigación, muchos de los cuales se presentaron a la convocatoria, pero no fueron seleccionados.

Otra pregunta era si se debía crear más de un centro en cada una de las áreas temáticas. En este caso también hubo consenso en que hay temas en los que se pueden crear líneas de investigación adicionales en el centro de investigación ya establecido, pero hay otros temas que requerirían otros centros diferentes para cubrir otras áreas.

También se vio que la asociación no se da simplemente porque un grupo quiera participar en un consorcio, sino que hay trabajos de colaboración entre los grupos y una afinidad científica y humana que facilita la realización de la unión temporal, pero eso no se puede improvisar. También se trató el tema de la propiedad intelectual para patentar los resultados de la investigación. Los grupos cuentan con apoyo jurídico dentro de las instituciones universitarias para este tema.

En cuanto a recomendaciones, se hizo una muy puntual que atañe a las futuras convocatorias en relación con ampliar el tiempo que se concede para la formulación del proyecto, de tal manera que no se incurra en errores que luego deban corregirse en la marcha del proyecto.

Otro tema relevante es cómo integrar en las convocatorias a los grupos de investigación y los centros. Se piensa que en las áreas que ya están establecidas como centros podría haber un acercamiento de los grupos que quieran presentar propuestas a las convocatorias de Colciencias. Los grupos que estén en proceso de reconocimiento podrían acercarse a los centros con el fin de hacer una alianza y lograr una consolidación de los grupos más débiles.

En cuanto a los mecanismos de autogestión y sostenibilidad que han previsto los centros hacia el futuro, se considera que es muy pronto para formular esta pregunta, pero sí está previsto resolver el tema dentro de sus agendas hacia el futuro. También se les preguntó si dentro de las instituciones que conforman el consorcio se produjeron cambios institucionales o administrativos. Se destacó que hubo un cambio completamente operativo en la agenda científica de los grupos que conforman el consorcio, para tener interrelación con otros grupos y trabajar en agendas conjuntas, sino en las entidades que los soportan, sobre todo en lo que tiene que ver con áreas administrativas.

Sorprendió el avance y la consolidación de los centros, en particular en el caso del Centro que coordina la doctora Stashenko, pues ya han identificado 50 especies vegetales para estudiar. Por otra parte, en este Centro y en el de biodiversidad se está vinculando a la comunidad científica, al sector académico, a las comunidades y al gobierno local. Finalmente, se recomienda a Colciencias asegurar los desembolsos en cada una de las vigencias porque eso les permitiría tener cierta seguridad y poder adquirir compromisos de cooperación con centros internacionales y para no retrasar la agenda de investigación.

## RELATORÍA DEL SIMPOSIO CIENCIA Y SABER TRADICIONAL

Juan Plata

En el Simposio Ciencia y Saber Tradicional se logró un diálogo muy fecundo que partió de cuatro presentaciones: la de Carlos Vladimir Zambrano, la de Daniel Aguirre, la de Zayda Sierra y la de Darío Mejía. Después hubo una participación muy activa del público. La primera recomendación que se recogió es que es mejor hablar de ciencias y conocimientos tradicionales, porque no hay homogeneidad en el mundo de la ciencia, sino que hay que reconocer su diversidad. En particular, se resaltó la importancia de las ciencias sociales. Se señaló que no basta con pegar estos temas a las preocupaciones del mundo duro de la ciencia, sino que hay que hacerla en relación con el lugar y las necesidades de las comunidades y los saberes en los que la ciencia puede tener aplicación.

También se señaló que no se puede hablar de homogeneidad en los saberes propios; se llamó la atención sobre el concepto de saberes propios para tratar de evitar la falsa tensión de que lo tradicional tiene que ver con lo premoderno y no con lo contemporáneo. Que las comunidades son comunidades vivas y por eso resaltan el lugar de la cultura, el lugar de la lengua y el lugar de los saberes propios. Se señaló que no se trata de escoger entre ciencia y conocimiento propio, sino de las cantidades de posibilidades de interacción que hay entre uno y otro.

Esa posibilidad de interacción parte de abrir espacios para el diálogo fecundo entre esas distintas comunidades: la de los académicos y científicos y las de las comunidades ancestrales. En este punto se recomendó evitar las invisibilidades, pues no son sólo las comunidades indígenas, sino también las comunidades raizales, campesinas, etc., de distintas partes del país. Rescatar, entonces, el lugar de la cultura en el diálogo de saberes sin desconocer que hay diferenciales de poder y que en el tipo de aplicaciones y uso es necesario hablar del contexto.

Reconocer todo esto nos permite hablar de desarrollo endógeno, de desarrollo a escala humana, de desarrollo apropiado, de una ciencia con conciencia y de que es posible apropiarse socialmente la técnica y los productos de la ciencia en esos contextos. Localización fue una de las palabras que más predominó en el Simposio para recuperar la importancia del lugar desde el cual estamos aplicando el conocimiento. No podemos hablar de problemas si no los situamos en el contexto de las comunidades, de las regiones y del país. De ahí la importancia de construir agendas consensuadas en ese diálogo que lleva más de 500 años de intento.

La autonomía de las comunidades también se planteó como un problema central. Autonomía del conocimiento, de las formas de regulación, de las normas indígenas mediadas por la cultura son importantes porque entran en diálogo con lo que regula el devenir de la nación. La autonomía, incluso, tiene que ver con ofrecer programas académicos propios de las comunidades y conocimos que ya la Universidad de Antioquia está ofreciendo una maestría en Educación Indígena y un doctorado en Estudios Interculturales. Además, la Universidad de Antioquia logró que se reconociera como segunda lengua de las comunidades indígenas el español. Esto nos plantea retos mayores a quienes hacemos parte del mundo académico sobre cómo empezamos a reconocer la diversidad de enfoques y perspectivas en función de las necesidades de nuestras regiones y nuestras comunidades. Un auténtico diálogo intercultural, un auténtico diálogo de ciencia, tecnología e innovación en relación con las regiones, y un diálogo entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

## RELATORÍA SIMPOSIO DIÁSPORAS CIENTÍFICAS, REDES DE CONOCIMIENTO Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL

Juan Pablo Isaza

Los invitados a este simposio fueron Jean-Baptiste Meyer, Carlos Moreno, Eduardo Sánchez, Hans Hermann y como moderador nos acompañó Fernando Chaparro. Se planteó la necesidad de tener un diálogo interactivo con la diáspora científica. Fue muy enriquecedor para el Simposio haber tenido la participación de estos panelistas, pues todos han tenido, de alguna manera, una relación con la conformación y el desempeño de la Red Caldas.

Al principio del simposio se expuso una temática en la que se hizo énfasis en el diálogo para el cambio de política de los países en desarrollo, sobre todo en los países del G8, en cuanto a los mecanismos de cooperación hacia los países del Sur, para ver cómo deben generarse nuevas formas de cooperación con los países del Norte a través de las redes y grupos de investigación que están interesados en trabajar con Colombia. La premisa de la que se partió fue que debe haber una inserción de las redes colombianas en el contexto internacional.

Se hizo énfasis en la falta de sincronía en los mecanismos para aprobar proyectos con agendas conjuntas de investigación entre estos países del Norte y los del Sur. Se planteó la necesidad de que la modalidad o el mecanismo de cooperación internacional bilateral entre estos grupos tenga en cuenta las necesidades de la periferia, porque a veces lo que se tiene en cuenta son las necesidades del Norte y de ahí la falta de sincronía de la oferta y la demanda de cooperación internacional. En ese sentido, la diáspora científica colombiana puede ser un mecanismo para impulsar y concretar la cooperación internacional.

También se destacó que en el desarrollo de la Red Caldas no siempre hubo un contacto con pares colombianos, sino con pares extranjeros, lo que creó un vacío en lo que era la investigación por parte de los extranjeros que estaban interesados en Colombia y los colombianos que estaban en el exterior interesados en Colombia. Por otra parte, se señalaron las diferencias de los recursos de que disponen los investigadores cuando están en el exterior y los que tienen cuando están en

Colombia, para hacer notar que su productividad baja al llegar al país. Se destacó la necesidad de que las universidades tengan una política para que los investigadores que regresen no sólo tengan un buen sueldo, sino que tengan las herramientas que les permitan continuar sus investigaciones.

Hans Hermann hizo una reflexión sobre la diáspora para desmitificarla aclarando que la diáspora es intrínseca a los investigadores de cualquier país y que por eso las propuestas de cooperación internacional deben ser de doble vía y que esto fortalezca las actividades conjuntas de las redes de conocimiento.

El auditorio estuvo muy interesado en conocer cómo funcionan las nuevas redes del conocimiento, sobre todo las que operan a nivel electrónico. En ese sentido, se manifestó la preocupación sobre si Colombia está actualizada para atender esas nuevas modalidades de asociación. Se recomendó que Colciencias sea el mecanismo de intermediación para contactar estas redes y poder integrar a ellas a los grupos colombianos. Se habló de los mecanismos para facilitar la movilidad de los investigadores y también se recomendó que Colciencias analice la forma de facilitar este proceso.

Se mencionaron las dificultades que genera el exceso de burocracia, sobre todo en instituciones públicas, y que impiden la conformación efectiva de redes formales. En este punto se recomendó crear más conciencia entre las directivas de las universidades sobre la necesidad de que faciliten estos procesos y contribuyan a consolidarlo y no a obstaculizarlo. Se planteó la necesidad de usar en Colombia la herramienta de los parques tecnológicos para facilitar procesos de ciencia, tecnología e innovación vinculados con empresas o con sectores productivos.

Uno de los temas más importantes que se discutieron en el simposio fue el del impacto de las redes para hacer proyectos conjuntos, como mecanismo para fortalecerlas. Se advirtió que las redes no sólo sirven para hacer contactos, sino para hacer proyectos sobre la base de intereses conjuntos. Finalmente, se destacó la importancia del trabajo mancomunado de diferentes entidades estatales para lograr el fortalecimiento de las relaciones entre la diáspora colombiana y los investigadores residentes en el país, especialmente con miras al desarrollo del programa de Diplomacia Científica.



---



# Clausura

## DISCURSO DE CLAUSURA

María del Rosario Guerra de Mesa

Muy buenas tardes. Señor Canciller encargado, doctor Jaime Girón, señores invitados especiales, investigadores colombianos residentes en el exterior y candidatos a Cónsules Honorarios para Asuntos Científicos, señores investigadores, señores funcionarios de Colciencias, señores profesores, señoras y señores:

Después de estos dos días de una jornada muy fructífera sobre temas fundamentales de reflexión para el avance del desarrollo científico y tecnológico del país, hemos propuesto los temas sobre los que debemos reflexionar para fortalecer la inserción de Colombia en la sociedad del conocimiento y, más específicamente, en la economía del conocimiento. Durante la primera jornada tuvimos la oportunidad de conocer la experiencia de las estrategias chilenas, especialmente en lo que tiene que ver con el fortalecimiento del recurso humano y de los grupos para la ciencia relevantes a nivel nacional y regional en Chile; luego el alcance de la II Encuesta Nacional de Innovación que recoge casi un censo acerca de 6.600 empresas manufactureras y 2.000 del sector servicios.

En la segunda sesión, tuvimos la oportunidad de escuchar la experiencia de estudios sobre diáspora científica que se ha venido liderando en Francia; a continuación escuchamos la conferencia sobre mallas computacionales y como esta herramienta puede ayudar a trabajar muchos temas de la ciencia y después oímos las reflexiones sobre las tecnologías convergentes que, aunque todavía nos generan angustias porque la brecha es muy grande, lo importante es reconocer que no nos está vedada la posibilidad de encontrar unos nichos en los que Colombia pueda potenciar la investigación para posicionarse en el contexto internacional.

En la tercera sesión de conferencia oímos la presentación sobre física computacional y vimos cómo se están abordando en muchos países problemas físicos y naturales usando la modelación y la simulación de procesos complejos básicamente usando las herramientas computacionales. Después conocimos la experiencia del CNPq de Brasil y las estrategias que el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil y el CNPq están impulsando para fortalecer los recursos humanos para la ciencia y la tecnología con la alianza entre el Estado, las regiones y las empresas.

En la última jornada se desarrollaron los tres simposios satélite que nos permitieron conocer, de un lado, las percepciones sobre la diáspora científica, los aspectos positivos y los retos que plantea para pensar cómo la aprovechamos. En la siguiente mesa se conocieron los avances de los cuatro primeros centros de investigación de excelencia, que están demostrando que sí es posible el trabajo colaborativo para alcanzar resultados tangibles. En la última mesa se discutieron las posibilidades para abrir los espacios para el diálogo de saberes, en el que se reconocen las precarias condiciones para este tipo de temas, lo que le exige a Colciencias el compromiso de continuar abriendo esos es-

pacios para que podamos tener políticas que orienten el acercamiento y que generen la suficiente confianza entre todas las comunidades para lograr un verdadero diálogo intercultural.

Desde un principio, este proyecto de reunir a los colombianos que están haciendo investigación en el exterior para poder acercarnos, conocernos y debatir temas de interés común, lo hicimos con el apoyo de la Cancillería colombiana. A través del programa Colombia nos une, con el apoyo de la señora Canciller, pero más estrechamente con el apoyo del vicedirector Girón, hemos estado trabajando en el programa de Diplomacia Científica y, concretamente, en el proyecto de Cónsules Honorarios para Asuntos Científicos.

Gracias a su despacho y a su equipo, la Cancillería colombiana ha aceptado oficialmente tener esa figura y por eso ya estamos aquí con tres personas que han sido preseleccionadas de unas hojas de vida que se hicieron llegar al Comité Técnico del programa, personas que representarán los intereses y las gestiones en asuntos científicos a nombre del Gobierno colombiano en los países en los que residen. Este es un paso estratégico y, por esa razón, invitamos a la Cancillería a clausurar este Encuentro de colombianos residentes en el país y en el exterior. También estamos trabajando para que el cuerpo diplomático en el exterior se sensibilice con estos temas y puedan ser unos abanderados de las gestiones institucionales que haya que hacer para la defensa de los intereses colombianos y la apertura de nuevas oportunidades de cooperación.

Nuevamente, reitero mis agradecimientos a la Cancillería y, en especial, al doctor Girón, por toda su colaboración y su apoyo. Agradezco también a los presidentes del CNPq y del Conicyt por haber aceptado la invitación, a los investigadores que vinieron a acompañarnos en este proceso, los doctores Sánchez, Moreno y Hermann, y a los cerca de veinte investigadores que vinieron a hacer presencia hoy en este Encuentro, a los conferencistas de Gran Bretaña, México y Francia y a todos ustedes por haber respondido. Al equipo de Colciencias, como siempre, mil gracias, porque su dedicación y compromiso hicieron posible estas jornadas. Cerramos felices, pero con un gran trabajo hacia el futuro para poder alcanzar nuestro propósito: construir país con base en la generación y el uso de conocimiento en beneficio de todos los colombianos.

Muchas gracias.

## DISCURSO DE CLAUSURA

Jaime Girón Duarte\*

Doctora María del Rosario Guerra, señores invitados de la mesa, señores investigadores, señoras y señores:

Quiero presentar mis agradecimientos más sinceros a la doctora María del Rosario por las amables palabras que ha dirigido a la Cancillería y quisiera, también, hacer un público reconocimiento a ella porque fue quien supo motivarnos e inducirnos a convertir en acciones concretas el discurso que se ha venido trabajando a través de los años en relación con ciencia y tecnología, no sólo en materia de transferencias, sino para resaltar los valores de los investigadores colombianos que residen en el país y en el exterior. La riqueza que tiene Colombia en ellos y la importante tarea que puede resultar de saber establecer unos vínculos con esta comunidad, que es altamente apreciada, pero que de pronto ha estado un poco sin visualizarse debido a la ausencia en la que han tenido que estar. Le agradezco el reconocimiento que le ha hecho a la Cancillería, pero, en justicia, es a usted, doctora María del Rosario, a quien le debemos todo esto que estamos viviendo hoy y lo que hemos hecho en el último año.

Es un honor para mí ser portador del saludo especial que la señora Canciller de la República, la doctora Carolina Barco, envía a los participantes en esta sesión de clausura del Encuentro de investigadores residentes en el país y en el exterior: Colombia en la sociedad del conocimiento, evento durante el cual se proyectaron ideas e iniciativas para articular las nuevas tecnologías desarrolladas por nuestros connacionales. A esta cita acudieron algunos de los muchos científicos colombianos que desde diferentes países realizan investigaciones reconocidas por su calidad, creatividad e ingenio. A todos ellos, nuestro fraternal saludo de bienvenida y nuestros mejores deseos por la continuidad de sus éxitos.

La diáspora colombiana ha sido objeto de una particular atención y de un interés especial por parte de Colciencias. Con la Red Caldas se entretrejieron redes de intercambio científico que demostraron que la llamada fuga de cerebros no debía entenderse como una descapitalización del país en términos de recurso humano, sino que constituía una oportunidad para integrar a los científicos colombianos en el exterior en una comunidad proactiva y comprometida con Colombia. La experiencia de la Red Caldas nos invita reflexionar sobre la forma como las nuevas tecnologías, la virtualidad y la globalización pueden y deben ser aprovechadas para la constitución de redes transnacionales, de nuevas comunidades que, animadas por un espíritu de colaboración, buscan difundir y compartir el conocimiento generado por los colombianos a través de internet.

El concepto de virtualidad ha permitido el replanteamiento de la noción clásica de comunidad que, bajo el nuevo paradigma de comunicación y sociedad, no se encuentra ligado a la localidad ni al territorio. En su libro *¿Qué es lo virtual?* Pierre Levy señala que la virtualidad se caracteriza por la separación del aquí y el ahora, lo que permite a una comunidad tener unidad de tiempo sin unidad de lugar, gracias a las interacciones en tiempo real a través de redes electrónicas. Para Levy, la

---

\* Viceministro de Asuntos Multilaterales. Ministerio de Relaciones Exteriores.

virtualidad permite crear interacciones sociales de alta densidad, en las que la distancia geográfica no es un obstáculo. La aparición de la internet ha potenciado el concepto de virtualidad, gracias a que la red conecta a millones de personas en diversos espacios a través de la comunicación en línea y fuera de línea. La constitución de comunidades virtuales enlazadas por medio de un computador hace posible conformar grupos similares de interés, así como desarrollar proyectos en la red. Todo esto facilita el que individuos y organizaciones compartan con otros a través de una comunicación interactiva.

Howard Rheingold, en su libro *Comunidad virtual: una sociedad sin fronteras*, señala que un nuevo tipo de comunidad emerge de la relación virtual en Internet; así, la gente reunida en línea en torno a una serie de valores e intereses compartidos crea lazos de apoyo y colaboración que pueden extenderse a la interacción cara a cara. En esencia, las comunidades virtuales replican pautas, comportamientos y relaciones sociales que se mantienen gracias a la existencia del ciberespacio. Para otros, como Manuel Cassels, la transformación de los modelos clásicos de sociabilidad parte de la redefinición del concepto de comunidad construida bajo el paradigma de lugar y cultura compartidas.

El análisis de esta transformación debe hacer énfasis en la función de apoyo que la comunidad cumple para individuos y familias con el fin de no limitar su existencia social a una sola modalidad de acción material. De esta manera, las comunidades en la era de la internet son redes de lazos interpersonales que proporcionan sociabilidad, apoyo, información, sentido de pertenencia e identidad social en torno a intereses o propósitos compartidos. Para este autor, las redes se constituyen de acuerdo con elecciones y estrategias sociales independientes de la proximidad espacial, que se mantienen gracias a algún medio de comunicación virtual, como la internet.

Según autores como Susan Keller, Barry Walband y Claude Fisher, las redes sustituyen los escenarios de sociabilidad, lo que implica un desplazamiento de la comunidad hacia la red como principal medio de interacción social. Es así, desde enfoques multidisciplinarios, como se pueden analizar las implicaciones psicológicas, sociológicas, antropológicas, tecnológicas, de comunicación y comerciales de las nuevas comunidades virtuales y de las redes transnacionales que allí se entretienen.

De otro lado, el capital social, entendido como el valor colectivo de las redes sociales, es fruto de su interacción y se consolida gracias a la confianza, la solidaridad, la reciprocidad, el apoyo emocional y el soporte mutuo creado entre y por los miembros de la red. Estos son elementos esenciales en la construcción de una comunidad con alto nivel de cohesión. Las características del capital social también se hacen presentes en la internet y son clave en el contexto de la migración para ayudar a construir estrategias de movilidad, adaptación y supervivencia de los emigrantes.

Es en este contexto en el que el gobierno del presidente Uribe Vélez ha dedicado especial atención a los colombianos residentes en el exterior, a quienes reconoce como una parte muy importante de la nación. A través del programa *Colombia nos une*, que ejecuta la Cancillería, ha promovido el fortalecimiento de los vínculos con las comunidades en el exterior, reconociéndolas y haciéndolas objeto de políticas públicas. Una de las nueve áreas de trabajo en este programa es la de las denominadas redes transnacionales, cuyo objetivo es establecer canales de comunicación con los colombianos en el exterior en torno a temáticas de interés para el país. El programa *Colombia nos une* ha venido trabajando desde octubre del año pasado en la construcción de una primera red

virtual, la Red de Estudiantes y Profesionales Colombianos en el Exterior, que constituye un proyecto piloto para otras de comerciantes, científicos, artistas, etc.

La Red de Estudiantes y Profesionales Colombianos en el Exterior busca construir una comunidad virtual con los colombianos que adelantan sus estudios en el exterior, los que aspiran a realizarlos y los que ya los han realizado, a fin de establecer un escenario de comunicación que permita a sus miembros integrarse entre sí y con el país. Hasta el momento, el programa Colombia nos une ha trabajado con especial atención en la ampliación, el fortalecimiento y el desarrollo de la Red virtual de Estudiantes y Profesionales Colombianos en el Exterior. Esto incluye diferentes tareas que están enfocadas a incrementar el número de miembros de la red y a fortalecer los vínculos que existen entre ellos. La cantidad de inscritos y la participación a través de los mensajes enviados, el número de encuestas realizadas, los foros, boletines y subgrupos creados son indicadores de gestión que muestran el progreso de la red.

Los estudiantes y profesionales colombianos en el exterior representan un gran potencial para el país en materia de transferencia de tecnología, conocimientos, experiencia y capital humano altamente especializado. Ellos constituyen una generación comprometida con su desarrollo personal y con el de Colombia. Entre las características más sobresalientes de este grupo de colombianos están: su edad, porque es un grupo conformado por personas entre los veinte y los treinta y ocho años; su educación, porque la mayoría de ellos ha terminado su pregrado en alguna universidad colombiana; finalmente, su visión, porque en la mayoría de los casos se registra un fuerte compromiso nacional.

Los beneficiarios de este proyecto en Colombia serán los egresados de pregrado y postgrado, aproximadamente uno 130.000 por semestre y los estudiantes de los últimos semestres, cerca de 300.000. Todos ellos están interesados en adelantar estudios fuera del país y en recibir información basada en la experiencia acumulada por los miembros de la red. En el exterior, podrían beneficiarse, aproximadamente, 15.000 estudiantes. Los miembros de la red que se encuentren en Colombia recibirán información acerca de los procedimientos para ingresar a diferentes universidades y países y sobre experiencias de vida, mecanismos de financiación y patrones culturales en el exterior.

La comunicación con estudiantes en otros países les permitirá planear de manera adecuada los trámites de su viaje y los detalles logísticos de la vida que están a punto de emprender. Toda esta información, al llegar al otro país, se traduce en seguridad para el estudiante, y en un ahorro económico que puede canalizar hacia otras prioridades, con los beneficios que ellos representa. El usuario de este proyecto recibirá información basada en casos reales y, a través de una página web a la que podrá acceder por distintos caminos (nodos, universidades, carreras, idioma, etc.) y establecer contactos con las redes geográficas, temáticas o de práctica que existirán al interior de la comunidad virtual.

Los colombianos que se encuentren adelantando sus estudios en el exterior requieren de una red social que les brinde apoyo y espacios culturales compartidos para afirmar su identidad y fortalecer los vínculos con Colombia. Los nodos geográficos de la red les permitirán promover acciones orientadas a mejorar las condiciones de estadía de sus miembros en una zona específica, a pensar en estrategias que amplíen y mejoren las oportunidades de retorno al país y a crear espacios de reflexión y de acción acerca de Colombia y de su desarrollo.

Hoy en día, la red de estudiantes y profesionales colombianos en el exterior cuenta con una matriz que congrega a 1.300 miembros alrededor del mundo, sin importar su ubicación geográfica, el programa adelantado o la profesión. Los integrantes de este grupo han publicado más de 1.500 correos electrónicos acerca de diversos temas que van desde el sistema de educación en Colombia hasta la erradicación de los cultivos ilícitos. Adicionalmente, existen 35 subgrupos al interior de la red, dentro de los que se encuentran tres categorías: los geográficos, los temáticos y los de práctica o profesión. En los próximos meses se espera contar con un portal diseñado para las redes de colombianos en el exterior que permita el desarrollo de redes sociales a través de internet. De la misma manera, se seguirá trabajando en la realización de alianzas estratégicas que faciliten el logro de los objetivos de la red, mejorar su desempeño y ampliar su difusión.

La importancia de la Red de Estudiantes y Profesionales en el Exterior y de otras redes, como la de científicos, radica en el gran valor que representa para el futuro de Colombia estas personas que día a día adquieren y se familiarizan con los conocimientos y estrategias más novedosas. Esta es una idea que debe generar conciencia no solamente al interior del gobierno y del sector empresarial, sino en toda la sociedad. La reunión que hoy se clausura contribuirá de manera significativa al fortalecimiento de las redes de conocimiento con base en unas relaciones incluyentes y fluidas resultantes de la interacción entre los científicos colombianos que residen en el exterior y, sobre todo, de la que se establezca entre ellos y la sociedad, la empresa y los responsables de adoptar decisiones públicas y privadas, pues todos estamos llamados a ser actores de la sociedad del conocimiento.

La vinculación a las redes temáticas de la Red Caldas aparece, entonces, como algo fundamental; la apropiación pública del conocimiento, como uno de sus objetivos principales, y la recepción activa del conocimiento por los centros de enseñanza y los centros de desarrollo tecnológico, como una de las acciones más productivas. Colciencias ha instalado la red sCienti Colombia y los instrumentos básicos de CvLAC y GrupLAC a través de los cuales los productos de los investigadores y de los grupos de investigación —publicaciones, patentes, procedimientos, etc.— podrán ser conocidos y consultados. El registro de todos los científicos colombianos en el exterior en estas dos herramientas contribuirá notablemente a hacer visibles sus producciones y a posibilitar su consumo. Esto, a su vez, nos conducirá a una mayor integración como actores del conocimiento, que, como ya hemos visto, pretende proyectar el conocimiento como valor agregado a decisiones, productos y servicios en el país en cada una de sus regiones y localidades, con un propósito único que es el de poner la ciencia al servicio del desarrollo y de la democracia.

Quiero felicitar a Colciencias y a todas las personas que participaron en la organización y el desarrollo de este evento, ya que sus decisiones marcarán el derrotero que debemos transitar para insertar a Colombia, de manera exitosa, en la sociedad del conocimiento.

Muchas gracias.