

EDICIÓN
ESPECIAL

Innovación y Ciencia

VOLUMEN XII, No. 1 y 2



Ciencia, tecnología y sociedad

TARIFA POSTAL REDUCIDA 769. COLOMBIA \$12.500



ASOCIACIÓN COLOMBIANA
PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA



[*áce-áce*]

Es una entidad sin ánimo de lucro,
fundada el 9 de octubre de 1970,
que trabaja por el fomento de la
Ciencia y la Tecnología como base
del desarrollo social.

ACAC desarrolla diversos programas
cuyos fines son

integrar a la comunidad científica

y reforzar su compromiso con el

estudio de los problemas del país,

difundir el conocimiento científico

promover y apoyar la

investigación Científica & Tecnológica

e impulsar programas de apropiación social

de Ciencia y tecnología.

Correo electrónico acac@acac.org.co

www.acac.org.co

• *Un paso adelante
en ciencia y
tecnología*

• *Lea Innovación
y Ciencia...*



• *Suscríbase ya por sólo \$ 36.000 al año* •

*Al afiliarse a la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia
recibirá la revista TOTALMENTE GRATIS*

Sumario

EDICIÓN ESPECIAL CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD, VOL. XII, No. 1 y 2 (Marzo-Abril)



**ASOCIACIÓN COLOMBIANA
PARA EL AVANCE
DE LA CIENCIA - A.C.A.C.**

Junta Directiva ACAC

Eduardo Posada Flórez
Guillermo Hoyos V.
Carlos Corredor P.
Marcelo Riveros R.
Edgar Alberto Paéz
Rubén Ardila
Horacio Torres S.
Raúl Joya O.
Helena Groot
Andrés M. Pérez
Jairo Giraldo
CIDEIM - Francisco Miranda
MALOKA - Nohora Elizabeth Hoyos
ACCEFYN - Moisés Wasserman

Presidente

Eduardo Posada Flórez

Directora Ejecutiva

Carmen H. Carvajal López

Editor

Mauricio Pérez Gil

Coordinación Editorial

Lorena Ruiz Serna

Asesores Académicos

Guillermo Hoyos V.
Elsa Beatriz Acevedo

Comité Editorial

Carlos Corredor
Guillermo Hoyos
Moisés Wasserman
Horacio Torres

Consejo Editorial Internacional

León Lederman
Isabel Llano
Rodolfo Llindas

Producción Editorial y Diseño

Vesalius, Arte y Ciencia Ltda

Diseño Carátula

Olga Lucía Daza M.

Asistente Coordinación Editorial

Yuliett Arias

Corrección de estilo

Marina García

Fotografía

PhotoDisc, Sergio Trujillo Dávila y
Cía, Corporación Innovar,
Universidad de los Andes.

Impresión

Panamericana Formas e Impresos
S.A.

Innovación y ciencia es la revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC. DERECHOS RESERVADOS. Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización expresa del Comité Editorial. La publicación no es responsable legal del contenido de la publicidad de cada edición. Los conceptos expresados en los artículos no reflejan necesariamente la opinión de los editores.

Resolución Ministerio de Gobierno No. 5447 del 9 de octubre de 1992. ISSN 0121-5140

Tarifa postal reducida No. 769 de Adpostal. Vence Diciembre de 2005

ACAC
Cra. 50 No. 27-70
Unidad Camilo Torres
Bloque C, Módulo 3
Teléfonos: 3150734 -
3155898 - 3155900. Fax:
2216950.
Email: innovacionciencia@
acac.org.co
Bogotá, D.C. - Colombia

Precio Venta Edición
Especial al público:
\$ 12.500.
Suscripción

EDITORIAL

Diez años después

7

INTRODUCCIÓN

Ciencia, tecnología, sociedad e innovación.
Un reto investigativo para Colombia

9

Elsa Beatriz Acevedo

Parte 1

Contexto general

Aprender participando en la sociedad del conocimiento

José Antonio López Cerezo

12

Se realiza una reflexión acerca de nuevos espacios de oportunidad que se plantean hoy para la democratización de la ciencia, sobre la base de la reciente evolución política de nuestras sociedades y el nuevo papel que en ellas desempeñan la ciencia y la tecnología. Se aborda, en particular, una modalidad de participación ciudadana conocida como "participación formativa", asociada a la consolidación de la sociedad del conocimiento y los nuevos frentes abiertos por el activismo social en asuntos públicos relacionados con la ciencia y la tecnología.

Ciencia, tecnología, sociedad e innovación en la OEI

Juan Carlos Toscano

23

El camino emprendido sobre la creación de un programa de CTS ha concentrado el esfuerzo de muchas personas y grupos de trabajo en Iberoamérica y ha generado resultados como: eventos y reuniones temáticas en la región, iniciativas editoriales, programas de teleformación, cátedras CTS+I en Colombia y otros países, cursos de especialización nacionales o subregionales, etc. La gran apuesta del programa y lo que le ha dado un carácter propio e innovador ha sido combinar esas líneas de trabajo en un marco único de reflexión y actividades: la proyección de la ciencia hacia la sociedad, generando cultura científica y sensibilidad pública y hacia la empresa y la actividad productiva, generando riqueza y desarrollo social.



Parte 2

Enfoque latinoamericano

La significación de lo local en un enfoque CTS actual

Hebe Vessuri

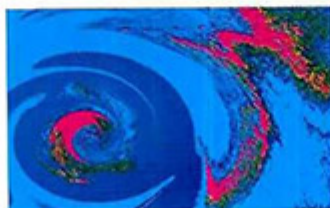
33

La ciencia moderna, con su pretensión de conocimiento universal y de aplicabilidad generalizada implica un desinterés por lo que sucede localmente que suele ser descartado como anecdótico o irrelevante. No obstante, no es raro que la calidad del conocimiento general llegue a depender críticamente de lo que sucede en lugares específicos. Podríamos meditar acerca de la globalidad de los universos locales. La diversidad de lo local es importante y tiene ventajas evolutivas. La manera como el conocimiento local está embebido en la realidad es lo que lo hace tan valioso aunque la robustez de ese conocimiento sea precaria.

Complejidad, nuevo paradigma en la salud

Eloy Ortiz Hernández

41



Se exponen las ideas fundamentales a nuestro juicio, seguidas en la investigación en diversos campos de la ciencia y, particularmente en el área biomédica, así como sus logros y algunas de sus deficiencias desde la perspectiva del pensamiento de la complejidad. Se plantean algunas necesidades esenciales y se proponen ideas básicas para concientizar sobre la necesaria transformación de un modo de pensamiento lineal, mecánico, determinista, hacia el pensamiento de la complejidad como uno de los retos más importantes de la ciencia en el presente siglo, particularmente en el campo de la salud.



Portada

Innovación y Ciencia

Parte 3



Colombia

Ciencia y tecnología en Colombia

Jose Luis Villaveces

51

En 1994, la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, que fue llamada por los medios la "misión de los diez sabios", entregaba su obra en diez volúmenes encabezados por el que se tituló: "Colombia: al filo de la oportunidad", en los cuales se diseñó "una nueva carta de navegación, con los rumbos de la ciencia, la educación y el desarrollo trazados claramente sobre ella, que nos permitiera a los colombianos embarcarnos con confianza por los mares del siglo XXI. Es tiempo, una década más tarde de comenzar a hacer balances.

Para una ética de la ciencia y la tecnología: el silogismo CTS

Guillermo Hoyos V.

Los programas de ciencia, tecnología, sociedad e innovación hacen una referencia cada vez más explícita, tanto desde el punto de vista de la filosofía de la ciencia como desde el de la filosofía práctica a las relaciones entre ciencia y ética. Se trata de reflexionar sobre la ciencia, la técnica y la tecnología en un mundo globalizado desde un punto de vista moral y desde una perspectiva ética y política. Se analizan los planteamientos del premio nórdico de economía, Amartya Sen, acerca del desarrollo como libertad y fomento de la democracia y desde un punto de vista más englobante y fundamental, los de Peter Singer en torno a la ética de la globalización.

63



71

Apertura del Sistema Nacional de Innovación

Ivan Montenegro Trujillo

Una apertura del Sistema Nacional de Innovación, SNI, se justifica por la necesidad de impulsar la innovación tecnológica a partir de la transferencia de tecnología desde el exterior, a fin de lograr un ritmo adecuado en el desarrollo dada la imposibilidad de reeditar, así sea parcialmente, un proceso de revolución industrial. Se analiza la importancia de la actuación del Estado en el tema de la importación de tecnologías y se aportan elementos de clarificación en la supuesta disyuntiva entre tecnología de punta o tecnología atrasada. Se describen dos modelos que abordan la selección de tecnologías, teniendo en cuenta criterios específicos.

Gobernanza de la ciencia o la necesidad de una política para el conocimiento

Manuel Cancelado Jiménez

79

Política para la ciencia y política científica, avatares de una relación trágica: Se escuchan parecido y tienen estrecho vínculo, pero no son lo mismo. Su afinidad viene dada por la relación conocimiento-poder. La política para la ciencia sólo podría surgir en un Estado cuyos gobernantes y gobernados opten por la producción de conocimiento como el mecanismo de transformación de su sociedad y acepten que la manera como van a encaminar sus esfuerzos por el desarrollo y progreso de su nación, tiene nexos directos con la ciencia y la tecnología. Por lo anterior, la política para la ciencia debe ser una política de Estado y no se puede circunscribir a un gobierno de turno.

85



Los estudios en ciencia, tecnología y sociedad y la gestión de la innovación

Carlos Osorio Marulanda

Se intenta un acercamiento de los llamados estudios en ciencia, tecnología y sociedad (CTS) a la comprensión de la gestión de la innovación. Muchos son los aspectos que comprenden dicho acercamiento: la evaluación de tecnologías, la gestión de riesgos tecnocientíficos y los problemas éticos relacionados con la innovación, todos estos temas del campo de los estudios CTS. Sin embargo, se escogen otros relacionados con la comprensión del proceso innovador, la importancia de la participación pública en la gestión de las políticas científicas y tecnológicas y, con mayor prioridad, lo

concerniente a la participación de las universidades como instancias que fomentan la interrelación en los sistemas de innovación.

Ver para crear... y divulgar para crear

Victor Solano Franco

93

Apropiación social de la ciencia en la construcción de competitividad para Colombia. No es una opción sino una obligación para las naciones que, como Colombia, deben fortalecer su sentido crítico para hallar en la innovación uno de sus caminos irrenunciables. La divulgación de la ciencia ha tenido en Colombia importantes esfuerzos particulares que contrarrestan la exigua presencia estatal en esta dimensión de las ciencias sociales.



99

Los científicos y su mundo psicológico

Ruben Ardila

El estudio de la psicología de los científicos ha sido parte integrante de la psicología de la ciencia incluyendo aspectos de desarrollo a lo largo del ciclo vital, factores cognitivos y de personalidad. El interés de los investigadores se ha centrado en temas como: la inteligencia de los científicos, los problemas de adaptación social, la ambición, la familia y la escuela, la estabilidad emocional, la dependencia o independencia, la edad en la cual se producen los principales trabajos científicos, las diferencias de género, el orden de nacimiento, el papel de



Mujeres de ciencia. Algunos momentos en la historia

Patricia Tovar

106

Las huellas que han dejado las mujeres en la historia de la ciencia han sido por largo tiempo ignoradas. A sus contribuciones se les ha restado importancia y se les ha relegado al olvido como si no hubieran existido. A pesar de las muchas evidencias que hoy nos muestran lo contrario, la idea de que sólo los hombres han sido capaces de pintar en las cavernas, de inventar la rueda, de filosofar, de calcular, de curar, de dividir átomos, de entender la mecánica de un vehículo o de llegar al espacio continúa asentada en muchos medios. El camino a la paridad científica



IX EXPOCIENCIA
EXPOTECNOLOGIA2005

OCTUBRE 11 AL 22

CORFERIAS
BOGOTÁ D.C.



INFORMES:
ASOCIACIÓN COLOMBIANA PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA, A
CR 50 No. 27 - 70 UNIDAD CAMILO TORRES BLOQUE C MODULO

Diez años después

En días pasados el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Colciencias hicieron un reconocimiento a los miembros de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo con motivo de los 10 años de la entrega de su informe al Presidente Gaviria.

Es oportuno, al presentar este número especial de Innovación y Ciencia, dedicado al tema de CTS, hacer unas breves reflexiones sobre lo que ha ocurrido en ese lapso y sobre lo que falta por lograr.

La Misión fue convocada por el gobierno en 1993 con el fin de efectuar un análisis de la situación de la ciencia, la tecnología y la educación en nuestro país, a la luz de los grandes cambios que se estaban produciendo en el mundo, tanto en el campo político y social como en el de la ciencia y la tecnología.

El resultado de su trabajo se sintetizó en 10 volúmenes relacionados con los diversos temas tratados y en un documento central: "Colombia al filo de la oportunidad", en el cual se resumían los principales planteamientos formulados en los campos de la educación, las organizaciones y la ciencia y la tecnología.

La última década ha traído consigo logros extraordinarios. En ciencias fundamentales, debemos destacar hechos como la determinación precisa de la edad del universo o la observación de la aceleración de su expansión, la culminación de la primera etapa del proyecto Genoma Humano o los avances en el conocimiento sobre la constitución de la materia. En lo que tiene que ver con las aplicaciones prácticas, la más importante ha sido sin duda, la introducción masiva de Internet y el auge de otros usos de la telemática, seguido de cerca por los resultados de la biotecnología tales como los cultivos genéticamente mejorados, el aprovechamiento de las células madre o la cura de enfermedades genéticas. En un plazo muy corto, es de esperarse que empiecen a aparecer las primeras aplicaciones de la nanotecnología y la bioingeniería en sectores como la ciencia de materiales, la computación cuántica o la medicina. Lo más destacable de todo ello es la

cada vez más estrecha relación entre conocimiento y producción, que ya la Misión había destacado en sus planteamientos.

En ese lapso de tiempo, Colombia ha progresado en muchos de los aspectos mencionados entonces, como lo muestra el artículo del doctor José Luis Villaveces que aparece en esta revista. El número de investigadores activos ha aumentado apreciablemente, al igual, como era de esperarse, que el de publicaciones científicas en revistas de reconocimiento internacional. Al mismo tiempo, se han logrado resultados importantes en lo relacionado con la enseñanza de las ciencias y el interés del público en general por esos temas. A pesar de ello, nuestro país todavía se mantiene a la zaga en América Latina en la mayoría de los indicadores del sector, por detrás de países de menor población como Chile o Venezuela. Propuestas concretas como la de incrementar la inversión en ciencia y tecnología hasta el 2% del PIB en una década, o el número de investigadores activos hasta el uno por mil de la población están todavía muy lejos de lograrse, aún a mediano plazo.

El punto más preocupante, sin embargo, es la muy baja inversión del sector productivo en I&D, inferior al 20% del total nacional, cuando la meta propuesta era de por lo menos un 40%. Este hecho es particularmente grave cuando, en vísperas de firmarse el TLC, el país requiere un esfuerzo enorme de modernización de su sector productivo que le permita competir con éxito en mercados mucho más competidos.

Esperamos que este número especial de Innovación y Ciencia al cual han contribuido con sus planteamientos connotados especialistas en este campo contribuya a enriquecer el debate sobre un tema de tan trascendental importancia para nuestra región.

EDUARDO POSADA FLÓREZ
Presidente.

CARMEN HELENA CARVAJAL
Directora Ejecutiva.



La Fundación Alejandro Ángel Escobar anuncia la apertura de inscripciones para sus concursos de Ciencias y Solidaridad, a partir del 15 de enero de 2005. Se cerrarán el 31 de marzo de este mismo año.

Tres premios en Ciencias

- Ciencias exactas, físicas y naturales.
 - Ciencias sociales y humanas.
- Medio ambiente y desarrollo sostenible

Dos premios en Solidaridad

FUNDACIÓN ALEJANDRO ÁNGEL ESCOBAR

Carrera 7 No. 71-52 Torre A Of. 406 • Teléfonos: 3120150 - 3120151
Fax: 3120152 • e-mail: faae@cable.net.co

- Consulte los resúmenes de los trabajos ganadores en www.faae.org.co
 - Bogotá, D.C., Colombia



SERGIO TRUJILLO DAVILA Y CIA.
La firma de la imagen 25 Años de experiencia

• **Video**

Realización de videos en múltiples formatos, video en 3 pantallas, CD - DVD con calidad profesional.

• **Fotografía**

Más de 20.000 diapositivas originales, de diversos temas, estudio de fotografía, fotografía digital de alta resolución.

• **Multimedia**

Presentaciones corporativas, lanzamiento de productos, conferencias.

• **Otros productos**

Multimagen, diseño gráfico, impresos.

Ciencia, tecnología, sociedad e innovación

Un reto investigativo para Colombia

Durante las últimas décadas se ha incrementado la necesidad de institucionalizar en América Latina los estudios de ciencia, tecnología, sociedad e innovación. La visión interdisciplinaria, de relaciones recíprocas y reflexión crítica, característica de los mismos, compromete la investigación académica, las políticas públicas, la comunicación y la educación.

El desarrollo de la ciencia y las innovaciones tecnológicas impactan nuestra cotidianidad. En la actualidad es imposible permanecer indiferentes al impacto de la tecnociencia; por esta razón se impone la necesidad de hacer ciencia con conciencia y responsabilidad ética y social, como respuesta a las urgentes necesidades de países como el nuestro.

La globalidad implícita en el desarrollo del conocimiento impone retos a las comunidades científicas de cada país; deben ser cada vez más conscientes de los contextos en los que hacen ciencia, interactuar con la sociedad civil y comprometerse radicalmente con el mejoramiento sostenido de la calidad de vida de su entorno. Lo que podríamos llamar el mundo de la ciencia, la tecnología, la sociedad y la innovación, el mundo CTSI, brinda la posibilidad de tejer redes de conocimiento que acerquen a nuestras comunidades, desempeñando un papel de valor incalculable en la consolidación de una sociedad basada en el conocimiento, de una formación humana integral de nuestros jóvenes investigadores, así como de escuelas de pensamiento, investigación y desarrollo.

Por su parte, las tendencias mundiales exigen a nuestros países conformar sólidas estructuras científico técnicas, para enfrentar el desafío de los núcleos dominantes a nivel mundial. En tal sentido, la visión implícita en los estudios de CTSI, ofrece la oportunidad de

partiendo de enfoques diferenciados y profundamente enriquecedores, que se apoyan en marcos teóricos y conceptuales interdisciplinarios.

Por su parte, incorporar la visión científica de países hermanos, abre interesantes espacios de interacción y de aprendizaje colectivo y de acercamiento cultural a través de visiones alternativas e innovadoras propias de su realidad y de la construcción social de conocimiento. Visiones que deben ser apropiadas en nuestras sociedades, en el diseño de estrategias tendientes al desarrollo con equidad.

En la actualidad, la relación entre tecnociencia y desarrollo adquiere especial relevancia, comprometiendo en cada uno de nuestros países a diferentes actores sociales y entre ellos a las comunidades científicas como forma superior de organización colectiva de la ciencia.

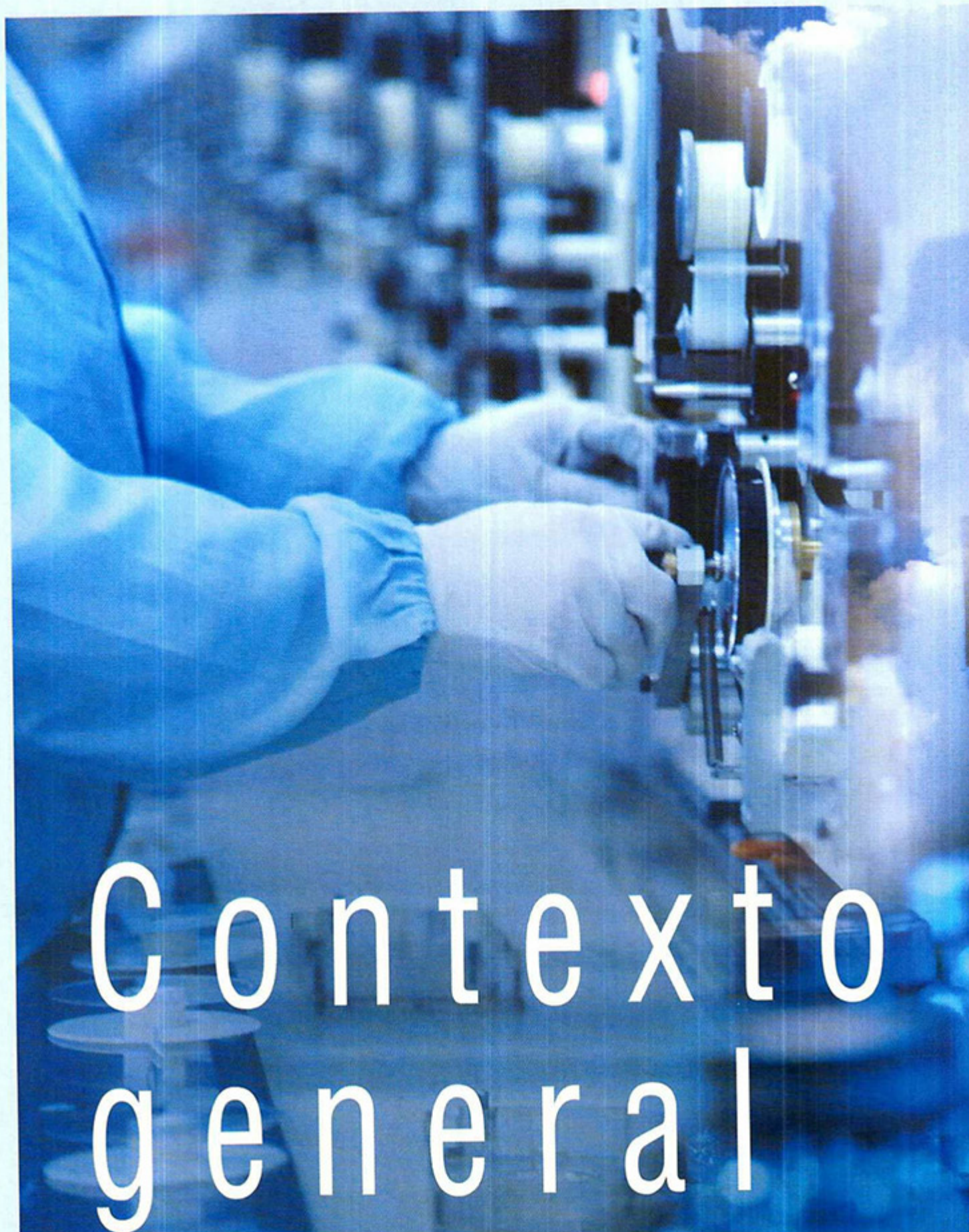
El movimiento CTSI portador de una dinámica especial ofrece la posibilidad de una visión integral en la generación, divulgación y apropiación del conocimiento, a través de la construcción de consensos ampliamente valorativos.

En consecuencia, los cambios que acontecen hoy en América Latina, representan una magnífica oportunidad de interacción a través de la comprensión del papel de nuestras investigaciones científicas e innovaciones tecnológicas y su relación con la sociedad, la cultura, la economía y el medio ambiente.

En estas condiciones, la dinámica tecnocientífica implícita en los estudios de ciencia, tecnología, sociedad e innovación, debe beneficiar a la sociedad en su conjunto, como uno de los recursos de especial valor del presente siglo.

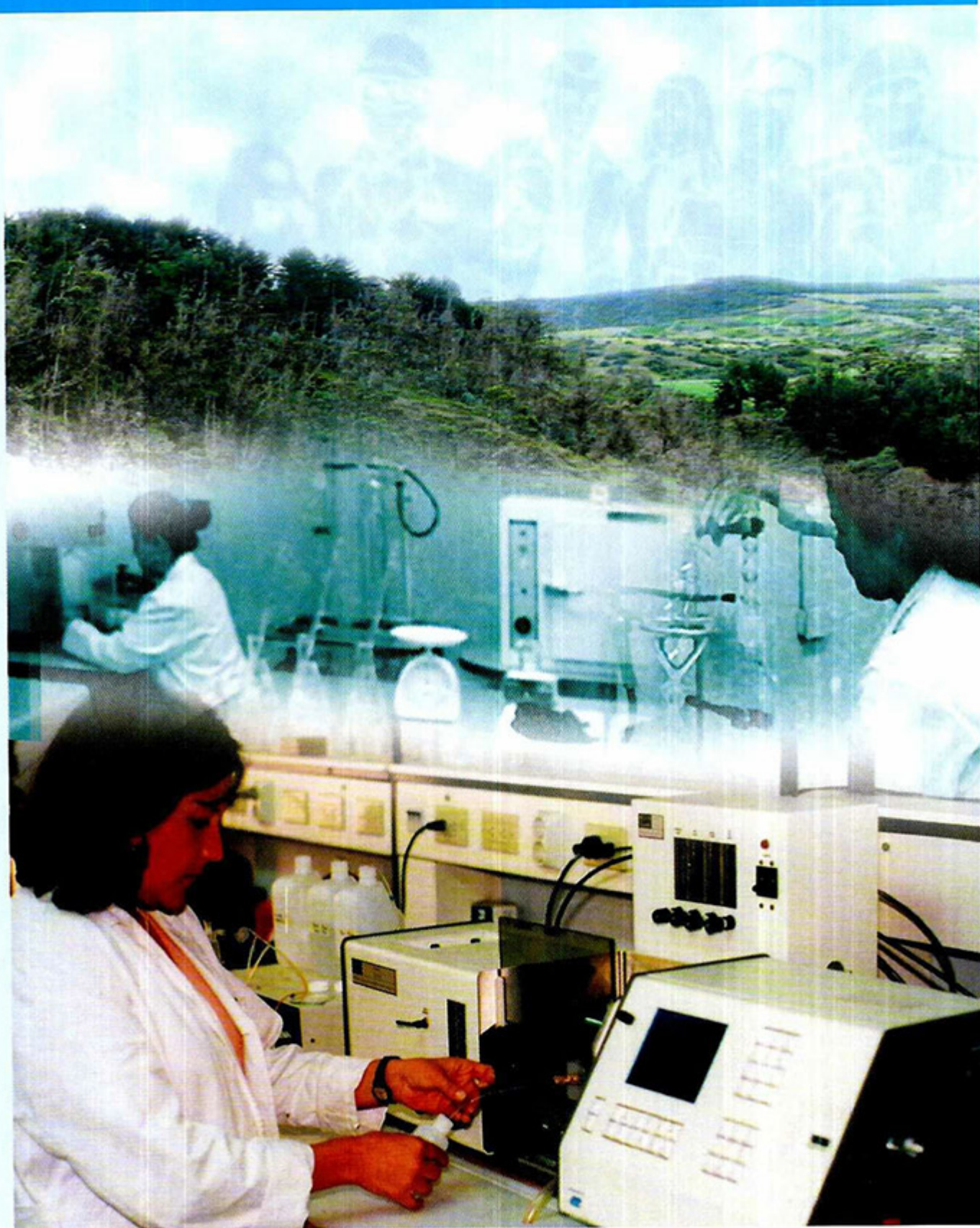
Elsa Beatriz Acevedo Pineda

Asesora Externa de la ACAC en CTS+I.



Contexto general





Aprender participando en la sociedad del conocimiento

José Antonio López Cerezo

Profesor Titular Habilitado

Cátedra de Lógica y Filosofía de la Ciencia,

Universidad de Oviedo (España),

Coordinador Académico de la Red "Ciencia, Tecnología y

Sociedad" de la Organización de Estados Iberoamericanos - OEI.

E-mail: cerezo@campus-oei.org

En este artículo se realiza una reflexión acerca de nuevos espacios de oportunidad que se plantean hoy para la democratización de la ciencia, sobre la base de la reciente evolución política de nuestras sociedades y el nuevo papel que en ellas desempeñan la ciencia y la tecnología. Se aborda en particular una modalidad de participación ciudadana conocida como "participación formativa", una modalidad asociada a la consolidación de la sociedad del conocimiento y los nuevos frentes abiertos por el activismo social en asuntos públicos relacionados con la ciencia y la tecnología.

Dos casos de participación formativa

Permítanme comenzar con dos breves historias relacionadas entre sí. Son historias que proceden de la región española de Asturias y que he tenido oportunidad de conocer en el marco del desarrollo de un proyecto interdisciplinar de investigación.¹ La primera de ellas es la historia de Tazones, un pequeño pueblo costero del centro-oriente de Asturias. El 16 de octubre de 1988, los habitantes de la

*Tazones
(Centro-oriente
de Asturias).*



localidad arrancaron 50 mil eucaliptos recién plantados en un monte colindante con el núcleo urbano, un monte de propiedad privada aunque de tradicional uso comunal. Hubo denuncias, escándalo y notoriedad pública en los medios de comunicación. El asunto fue muy importante porque, en su acción, llegaron a enfrentarse con la propia Guardia Civil (un cuerpo militarizado de policía en España). El eucalipto, a finales de los 80, era ya un árbol polémico en Asturias y otras partes de España, aunque la controversia todavía no había alcanzado las cotas a las que llegó en los años 90, y a lo que contribuyó en buena medida el episodio de Tazones, que la prensa en su momento presentó como un nuevo Fuenteovejuna. Desde entonces, los

ron de artículos sobre las virtudes económicas y los peligros biológicos del eucalipto, apareciendo nuevos estudios y monografías que, desde entonces, han alimentado la llamada "polémica del eucalipto".

Lo que para nosotros resultó más sorprendente de este episodio, en el desarrollo del trabajo de investigación, fue descubrir los motivos originales que provocaron el alzamiento popular, los que conocimos en una entrevista con el alcalde pedáneo de entonces: la repoblación de eucaliptos sobre el monte colindante, al crecer, dejaba al pueblo en la sombra y, por tanto, lo hacía menos atractivo de cara al turismo. Es decir, se trataba del enfrentamiento de dos intereses económicos particulares: los del propietario del monte y los de los hosteleros del puerto (además de los ganaderos que habían hecho uso de ese monte con anterioridad, a pesar de su propiedad privada). Esta es la parte que nunca salió a la luz pública. De hecho, después de que el incidente se hizo público, la población de Tazones comenzó a recibir el respaldo de organizaciones ecologistas y otros agentes sociales, expresado en términos de asesoramiento especializado y respaldo en los medios de comunicación. El resultado fue resituar con prontitud ese enfrentamiento en el marco más general de la lucha social contra un árbol exótico que era considerado perjudicial para el entorno tradicional asturiano. Es decir, el involucramiento activo de la población, cualesquiera que fuesen sus motivos originales, les hizo receptores y buscadores activos de información para justificar mejor su posición en los medios de comunicación y en las acciones legales que siguieron al incidente.

La otra historia, unos diez años después, es la de otro pueblo costero asturiano: Lastres, una población del occidente de Asturias. En este caso se produjo el fenómeno inverso al de Tazones. La visibilidad pública de la polémica sobre el eucalipto, disparada en parte por el episodio de Tazones, hizo que se generase un gran volumen de información

medios de comunicación de Asturias: sobre sus efectos en cultivos adyacentes, sobre su carácter pirófilo y sobre sus riesgos para los recursos hídricos, etc. Esto dio lugar a que se produjeran nuevos enfrentamientos (fuegos intencionados, levantamiento de plantones, etc.), enfrentamientos sobre plantaciones o repoblaciones previstas allí donde en el pasado no habían tenido lugar, como por ejemplo en Lastres. En uno de los incidentes más destacados, en 1999, se prendió fuego intencionado a toda una plantación de árboles autóctonos que había sido promovida por Greenpeace.

Estas dos historias, con sus lógicas diferencias, tienen algo en común muy importante (además de los árboles): se trata de episodios del fenómeno que he llamado "participación formativa". En un caso, el de Tazones, la implicación en un asunto social relacionado con la innovación tecnológica o la intervención ambiental, genera conocimiento entre los involucrados; y en el otro, el de Lastres, el conocimiento disponible y su apropiación social genera implicación cívica y participación.

Cultura científica y participación en la sociedad del conocimiento

Es difícil exagerar la importancia que en nuestros días tienen esos dos aspectos que se combinan en el fenómeno de la participación formativa: la cultura científica y la participación ciudadana. Detengámonos brevemente en ellos. Con respecto a la cultura científica y su importancia en la sociedad contemporánea, pocas expresiones describen mejor el

conocimiento es hoy generalmente reconocido como un mecanismo central de estructuración social, un factor que está transformando incluso los mecanismos clásicos de la propiedad y el trabajo. Autores como Daniel Bell, Nico Stehr, Manuel Castells y muchos otros, han destacado este papel central del conocimiento científico en el mundo actual, como factor crucial de la productividad, la administración pública e incluso la experiencia personal. La literatura al respecto es bien conocida.

Ahora bien, la ciencia y la tecnología no sólo se han convertido en las últimas décadas en un asunto público de primera magnitud sino que también han sufrido un proceso de politización explícita (debido, entre otras cosas, a la visibilidad de los impactos negativos para la salud y el medio ambiente). Este es un fenómeno relativamente reciente, pues tradicionalmente la ciencia y la tecnología eran consideradas actividades al margen de la esfera política, aunque motor de modernización social. Esta situación ha llevado a la ciencia y la tecnología a ser objeto del debate político y el conflicto social.

Paralelamente, el notable incremento de activismo social que arranca en los años 60 y se intensifica (con altibajos) en las décadas subsiguientes, ha dado un gran impulso a las demandas de participación pública en temas de interés general relacionados con la innovación tecnológica o la intervención ambiental. Los gobiernos de los países occidentales no han sido ajenos a estas demandas, y más tímidamente o con más energía, han puesto en marcha una diversidad de mecanismos y ensayado otros nuevos para facilitar la demo-

El conocimiento es hoy generalmente reconocido como un mecanismo central de estructuración social.

estado del mundo actual que la conocida "sociedad del conocimiento". Ciertamente, vivimos hoy en una sociedad del conocimiento, en un mundo profundamente trans-

cratización de las políticas y actuaciones en materia de ciencia y tecnología.

No obstante, las condiciones bajo las que hoy se expresan cultura y participación son

La creciente importancia del conocimiento en la gestión pública, el extraordinario impulso de protagonismo social y la revolución de la información por el desarrollo de Internet y las telecomunicaciones, están produciendo una más estrecha asociación del conocimiento y el poder, no como elementos encadenados del buen gobierno sino como dos aspectos de una misma dinámica de modernización política. En la actualidad, y a pesar de la conceptualización tradicional de estos fenómenos, la generación de cultura científica en la vida ciudadana no sólo no es independiente de la participación social, sino que son procesos que se hallan estrechamente vinculados en paralelo y que mutuamente son realimentados. Para entender mejor la naturaleza y alcance de la "participación formativa" es preciso revisar críticamente nuestra comprensión habitual de la cultura científica y también de la participación ciudadana.²

Revisitando la cultura científica

Una de las consecuencias tradicionales que ha tenido en los países occidentales la creciente importancia pública de la ciencia y la tecnología, así como la politización de éstas como recurso de poder y legitimación, ha sido la preocupación institucional por la alfabetización científica de la ciudadanía (tanto

ciencia y la tecnología es necesario que los ciudadanos posean ciertos conocimientos mínimos sobre dichas actividades. El concepto de cultura científica presupuesto es el de una comprensión mínima de los principales resultados de la ciencia y la tecnología y también del llamado "método científico" (son las conocidas dimensiones de la "ciencia como constructo" y la "ciencia como proceso"). Y la principal actividad de alfabetización es la educación formal y la divulgación mediante diferentes procedimientos.ⁱⁱ Se supone que si la ciencia y la tecnología se han convertido en objeto de controversia social es debido principalmente al desconocimiento, de una parte de la ciudadanía, de algunos aspectos técnicos implicados en el tema objeto de debate, por ejemplo: la energía nuclear o los alimentos transgénicos.

Sin embargo, el concepto de cultura científica asumido en las tradicionales iniciativas institucionales de alfabetización, y los intentos de medición a través de cuestionarios en uso en la mayoría de las encuestas, es un concepto insostenible por varios motivos:

- El modelo de déficit cognitivo asociado a ese concepto tradicional es un modelo erróneo. Los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología han mostrado que las actitudes hacia la ciencia y la tecnología no dependen exclusivamente del nivel de conocimiento científico,³ y que, en cual-

El concepto de cultura científica presupuesto es el de una comprensión mínima de los principales resultados de la ciencia y la tecnología y también del llamado "método científico".

en la educación formal como en otros formatos de comunicación).

Desde los años 50 se han sucedido las iniciativas políticas en este sentido, así como el desarrollo de instrumentos de medida del nivel de alfabetización o cultura científica de los ciudadanos.ⁱ La idea básica que subyace a la mayoría de las propuestas de alfabetización científica es que puesto que numerosas

quier caso, es equivocado asociar las actitudes negativas a la falta de conocimientos sobre ciencia y tecnología.

- Se subestima, en caso de ser tenido en cuenta, el conocimiento de los impactos negativos, riesgos e incertidumbre en ciencia y tecnología, a pesar de que estos temas tienen una creciente visibilidad pública en los medios de comunicación y son motivo fre-

- No suelen incluirse contenidos de las ciencias sociales y no se analiza el conocimiento sobre los usos políticos del saber científico, sobre el valor económico de la innovación tecnológica, sobre los dilemas éticos de algunas tecnologías, etc.ⁱⁱⁱ

A modo de ejemplo, las siguientes cuestiones constituyen el tipo de preguntas de alfabetización que podemos encontrar en un cuestionario familiar como el del Eurobarómetro 55.2 de la UE de diciembre de 2001 (además de alfabetización, se mide la comprensión del método, las fuentes de información, el grado de interés y las actitudes respecto a la ciencia). Se trata de ofrecer una respuesta simple (sí o no) para:

- Los antibióticos matan los virus además de las bacterias.
- Los electrones son más pequeños que los átomos.
- Los genes del padre determinan si un bebé es niño o niña.
- Toda la radiactividad es de origen humano.
- Los primeros seres humanos vivieron a la vez que los dinosaurios.
- El Sol gira alrededor de la Tierra.
- El oxígeno que respiramos proviene de las plantas.
- El núcleo de la Tierra es muy caliente.

¿Acaso es esto, más algunas nociones básicas de metodología (inspiradas a lo sumo en la filosofía de Karl Popper), todo lo que un ciudadano necesita saber acerca de la ciencia para considerársele bien informado? Parafraseando a Jean-Marc Lévy-Leblond (2004), el hecho de que los ciudadanos británicos conozcan mejor los nombres de los

enanitos de Blancanieves que los de los miembros de su propio Gobierno (no hablemos ya de los satélites de Júpiter), más que señalar el fracaso de varias décadas de programas de alfabetización lo que nos muestra es que quizá no estemos midiendo lo que deberíamos estar midiendo, sobre todo teniendo en cuenta que, para lo que realmente les importa, como hacer funcionar un DVD o manejar un programa de software, los ciudadanos británicos sí disponen de los conocimientos que necesitan.⁵ Es decir, se maneja una visión pasiva y muy pobre del proceso de enculturación que desatiende consideraciones de calidad e ideosincrásicas en el proceso de apropiación, una visión basada en el modelo lineal de difusión (*figura 1*).

¿Cómo evitar una visión pasiva del proceso de enculturación? ¿Cómo enriquecer nuestra conceptualización de la cultura científica? Algunos autores de los estudios sociales de la ciencia, que se han centrado en la temática de *Public Understanding of Science*, como Bruce Lewenstein o Brian Wynne, apuntan a un cambio de modelo (en una elaboración personal de esta línea de reflexión) (*figura 2*).

A diferencia del modelo tradicional, el modelo interactivo es capaz de dar cuenta adecuadamente de la presencia de incertidumbre y valores en el asesoramiento especializado en políticas públicas, así como de la necesidad y ventajas de una apertura pública de la deliberación y toma de decisiones en las políticas y actuaciones públicas relacionadas con la ciencia y la tecnología. Expertos, gestores y ciudadanos generan un flujo de

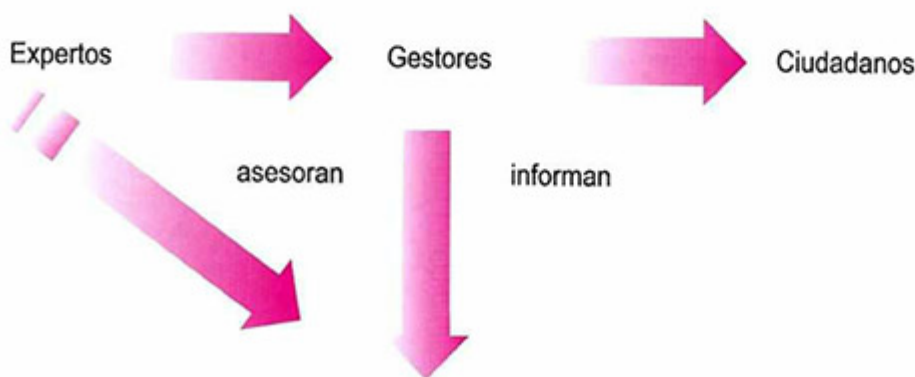
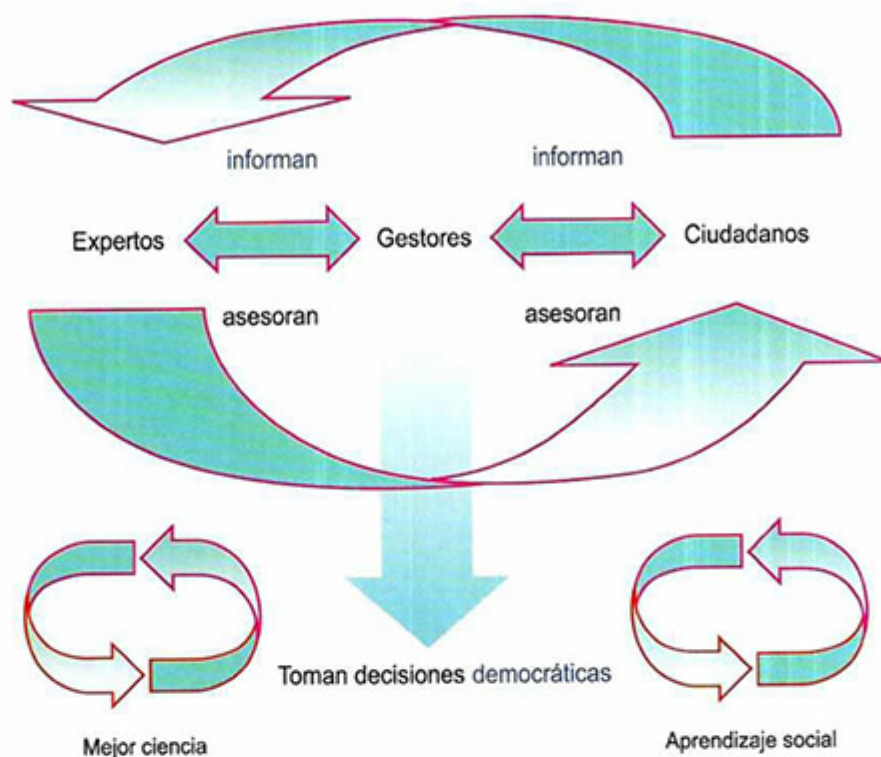


Figura 1.
Modelo lineal de difusión.

Figura 2.
Modelo interactivo
de difusión.



información donde los problemas son considerados bajo diversas perspectivas, la evidencia e incertidumbres son puestas en común, y los valores y condicionantes políticos son adecuadamente resaltados. Las consecuencias son una ciencia enriquecida por la experiencia de afectados e interesados, una mayor legitimidad en el proceso de gestión política y, por último, y no menos importante, el aprendizaje social.⁶ Existe ya una muy interesante aplicación de este modelo en el ámbito de la gestión del riesgo por el *National Research Council* (1996) norteamericano.

Participación formativa

Se trata de un modelo alternativo que refleja bastante bien la ya comentada estrecha vinculación actual entre los fenómenos de la cultura científica y de la participación ciudadana. De hecho, si tomamos en serio esa vinculación, entonces la cultura no puede seguir siendo considerada como una condición independiente de la participación puesto que aquella induce ésta y ésta genera aprendizaje social. Cualificando los polos de la cultura y de la participación será posible

ambos fenómenos: primero, cualificando lo que signifiquemos por "cultura científica", entendiéndola de un modo más rico y activo; y segundo, cualificando lo que entendamos por "participación ciudadana" y no restringiéndola a los cauces y mecanismos institucionales establecidos.

Para empezar, la cultura científica no puede entenderse ni medirse sin atender al valor y riqueza de la misma, es decir, a su calidad. No podemos considerar científicamente culto a un individuo cuya cabeza sólo albergue información especializada, que sea una especie de libro *Guinness* de la ciencia y la tecnología. Es necesaria la reflexión, ser capaces de enriquecer la propia experiencia mediante el uso de esa información, formar juicios independientes sobre asuntos controvertidos relacionados con la ciencia, ser conscientes de los interrogantes éticos y desafíos ambientales que plantean las nuevas fronteras de la ciencia y la tecnología, hacer frente con éxito a la superstición, etc.⁷

Una cultura científica de calidad es una cultura crítica y responsable, es el conocimiento no sólo de las potencialidades de la ciencia sino también de sus incertidumbres,

que plantea. Es la conciencia acerca del uso político de la ciencia en la arena pública, de su carácter de ciencia reguladora en la gestión, aunque también de la necesidad de la información científica para disponer de los mejores elementos de juicio. Es ser capaz de hacer uso de esa información al tomar decisiones de compra en el supermercado o en la exposición a una tecnología médica, como consumidor, como padre, como empresario o como trabajador. Estos rasgos deberían ser considerados a la hora de conceptualizar y medir la cultura científica, atendiendo al valor personal y riqueza de ésta y no sólo a la cantidad de información asimilada.⁸

Pero además, la cultura en general, y también la cultura científica, no puede ser considerada de un modo pasivo: como algo que los gestores del conocimiento proveen y los ciudadanos reciben. Ese tipo de cultura de calidad, personalmente valiosa, no lo proporcionan sin más los medios de comunicación. Requiere con frecuencia de una base sólida en la educación reglada, y sobre todo asimilar significativamente esa información en el enriquecimiento de la propia vida, lo cual suele presuponer experiencia individual a través del involucramiento personal. Es en particular el tipo de conciencia adquirida por los ciudadanos cuando se ven envueltos en decisiones personales o problemas sociales relacionados con la aplicación de la ciencia o el desarrollo tecnológico. Por ejemplo, cuando los vecinos de una pequeña localidad buscan, obtienen y utilizan información sobre los efectos económicos y medioambientales de una obra pública que va a afectar a su municipio.

En este sentido, la adquisición de una cultura científica rica y valiosa es con frecuencia la experiencia del aprendizaje social inducido por la implicación individual en procesos de participación. Incorporar estos rasgos al considerar y medir la cultura científica es dar cuenta indirectamente de una variedad de modalidades de participación en el mundo actual, algunas ordenadas institucionalmente y otras no.

A este respecto, la participación pública

como un fenómeno limitado a los cauces y mecanismos institucionales establecidos, como las audiencias públicas, las encuestas de opinión o la litigación, pese a su importancia. Es más, muchos de estos mecanismos tienen un carácter no activo ni igualitario del que difícilmente se deriva aprendizaje social alguno, como en el caso de la encuesta de opinión o la audiencia pública. La dinámica de la sociedad actual ha dado lugar a otras formas de participación, no siempre consideradas como tal en la literatura especializada, que generan una importante experiencia personal y se hallan estrechamente vinculadas a la promoción de la cultura científica: por ejemplo, distintas formas de protesta social a nivel individual o comunitario, el consumo diferencial informado y consciente, el involucramiento personal a través del activismo en grupos de interés, etc.^{9,10,11,12,13 y14}

Salida de campo en Sumapaz, con participación del alcalde Mario Upegui, durante el Diplomado Control Social al Sistema Distrital de Parques CS-SDP desarrollado en convenio con IDRD a través de la OEI. (Imagen: cortesía Instituto Pensar).



Una consecuencia de la reflexión anterior es que no podemos, como con frecuencia ocurre, concebir la cultura científica como un prerequisite para la participación, como una tarea a desarrollar antes de dar el paso de la democratización. Hacer tal cosa no sólo es desplazar *sine die* este último desafío sino también cerrar las puertas precisamente a algunas de las formas de promoción de la cultura científica que pueden dar mejores resultados, no sólo en alfabetización sustantiva sino también en el desarrollo de una actitud de responsabilidad cívica que acompañe a esa

A modo de ejemplo de un nuevo instrumento que constituye un primer paso para incorporar las consideraciones anteriores en un cuestionario sobre aspectos de la cultura científica, se halla la encuesta FECYT 2004 de percepción social de la ciencia en España.^{iv} No es una encuesta de alfabetización; aunque incluye el resto de dimensiones normalmente recogidas por este tipo de instrumentos: fuentes de información, grado de interés, actitud respecto a la ciencia, etc. Y, lo más importante es que el instrumento responde al anterior modelo interactivo incorporando preguntas sensibles a la opinión crítica y el conocimiento de aspectos sociales de la ciencia, preguntas respecto a la formación escolar en ciencia y su influencia en la vida, preguntas respecto a apropiación significativa de la ciencia (en términos de cambios en los sistemas de creencias y el comportamiento de los individuos) y, por supuesto, preguntas de control para poner a prueba la 'coherencia/sinceridad' de las respuestas al respecto.

Conclusión

La llamada "Declaración de Santo Domingo" (1999), un documento preparatorio de la cumbre sobre la ciencia de Budapest organizada por UNESCO/ICSU en junio de 1999, recoge las sensibilidades latinoamericanas sobre lo que debería ser un nuevo contrato social para la ciencia. En ese documento se distinguen tres formas de entender el desafío de una democratización de la ciencia. "democratización", en un primer sentido, hace referencia a "llevar la ciencia a los ciudadanos", es decir, a la alfabetización científico-tecnológica. En un segundo sentido, "democratización" hace referencia a reorientar las políticas públicas de ciencia y tecnología hacia la demanda social y hacia las sensibilidades sociales. Y por último, en un tercer sentido, "democratización" hace referencia a la apertura de las políticas en materia de ciencia y tecnología y a las opiniones y participación de los ciudadanos. La principal conclusión que deberíamos extraer de la discusión

sentidos en el mundo contemporáneo, como pone de manifiesto el fenómeno de la participación formativa.

Democratizar, en el sentido de abrir a la participación, es el mejor y legítimo medio para hacer realidad esa reclamada reorientación de los esfuerzos en materia de ciencia y tecnología hacia lo que la sociedad está demandando: mejores servicios, atención al medio ambiente, educación pública de calidad, etc. y no sólo hacia la industria militar, la competitividad económica y los valores del mercado. Además, facilitar y estimular la implicación pública en los asuntos de interés general relacionados con la ciencia y la tecnología es también un excelente mecanismo para propiciar el interés por el conocimiento científico-tecnológico y la apropiación cognitiva del mismo. No hay mejor estímulo para el aprendizaje que sentirse personalmente involucrado.

Esa apertura de la ciencia hacia la ciudadanía sería no sólo buena para la democracia sino también buena para la propia ciencia pues permitiría reducir la percepción pública negativa respecto a la misma y la resistencia social que muchas iniciativas públicas relacionadas con la ciencia generan cada vez con mayor frecuencia. Además, permitiría crear oportunidades de aprendizaje, abrir ventanas para enriquecer puntos de vista y fuentes de información que competen a muchos complejos problemas abordados hoy por el conocimiento especializado. Aprender participando, en suma, puede enriquecer a la ciencia al igual que a la sociedad.

^{iv} Aquí entenderemos la cultura científica como un atributo individual equivalente en principio a alfabetización científico-técnica, aunque más adelante veremos algunas importantes matizaciones (Vaccarezza y otros, 2002).

^v Véanse Millery y otros (1998), y NSF (1998).

^{vi} La visión de la ciencia y de las interacciones ciencia-sociedad, que están en la base de esa conceptualización tradicional responden a un modelo anacrónico de ciencia académica (p. ej. el método científico garantiza el consenso, ciencia y política son dos esferas rígidamente separadas, los riesgos no forman parte de los impactos sociales de la ciencia, etc. Jasanoff y otros, 1995).

^{vii} Otro ejemplo es la encuesta RICYT-OEI de percepción social, cultura científica y participación ciudadana en ciencia y tecnología. La prueba piloto se realizó en Argentina, Uruguay, Brasil y Espa-

Referencias

- López Cerezo, J.A. y González García, M.I.: Políticas del bosque, Madrid: Cambridge University Press. 2002.
- López Cerezo, J.A. y Luján, J.L.: "Cultura científica y participación formativa", en: F.J. Rubia y otros (eds.), *Percepción social de la ciencia*, Madrid: Academia Europea de Ciencias y Artes/UNED. 2004.
- Alenza, J. y Luján, J.L.: *La imagen social de las nuevas tecnologías biológicas en España*, Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas. 1997.
- López Cerezo, J.A. y Luján, J.L.: *Ciencia y política del riesgo*, Madrid: Alianza Editorial. 2000.
- Tyler, R.; Duggan, S. y Gott, R.: "Public Participation in an Environmental Dispute: Implications for Science Education", *Public Understanding of Science* 10: 343-364. 2001.
- Fiorino, D.J.: "Citizen Participation and Environmental Risk: A Survey of Institutional Mechanisms", *Science, Technology, and Human Values* 15/2: 226-243. 1990.
- Godin, B. y Gingras, Y.: "What Is Scientific and Technological Culture and How Is it Measured? A multidimensional Model", *Public Understanding of Science* 9: 43-58. 2000.
- Wynne, B.: "Public Understanding of Science", en Jasanoff y otros. 1995.
- Obayak, J. y Levesque, P.N.: "Community-Based Research and Changes in the Research Landscape", *Bulletin of Science, Technology & Society* 22/3: 203-209. 2002.
- Fischer, F.: *Citizens, Experts, and the Environment. The Politics of Local Knowledge*, Durham-Londres: Duke University Press. 2000.
- Joss, S. y Durant, J. (eds.): *Public Participation in Science: The Role of Consensus Conferences in Europe*, European Commission Directorate General XII. 1995.
- López Cerezo, J.A. (ed.): *La democratización de la ciencia*, San Sebastián: Erein. 2003.
- Reun, O.; Weblar, T. y Wiedemann, P. (eds.): *Fairness and Competence in Citizen Participation*, Dordrecht: Kluwer. 1995.
- Weblar, T. y Tuler, S.: "Unlocking the Puzzle of Public Participation", *Bulletin of Science, Technology & Society* 22/3: 179-189. 2002.
- Miller, J.D., Pardo, R. y Nira, F.: *Percepciones del público ante la ciencia y la tecnología*, Bilbao: Fundación BBV. 1998.
- Jasanoff, S. y otros (eds.): *Handbook of Science and Technology Studies*, Londres: Sage. 1995.
- Lévy-Leblond, J.M.: "Ciencia, cultura y público: falsos problemas y cuestiones verdaderas", en: F.J. Rubia y otros (eds.), *Percepción social de la ciencia*, Madrid: Academia Europea de Ciencias y Artes/UNED. 2004.
- Levenstein, B.V.: "Science and the Media", en: Jasanoff y otros 1995.
- National Research Council, EE.UU.: *Understanding Risk: Informing Decisions in a Democratic Society*, Washington, D.C.: National Academy Press. 1996.
- National Science Foundation, EE.UU. 1998: "Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding", *Science & Engineering Indicators 1998*, en <http://www.nsf.gov/seors/seind98/pdf/c7.pdf>.
- UE Eurobarometer 55.2 *Europeans, Science and Technology*, Bruselas: Comisión de las Comunidades Europeas. 2001.
- Vacarezza, L. y otros: "Proyecto iberoamericano de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana", documento de trabajo, RICIT/

INSCRÍBASE


**CONGRESO LATINOAMERICANO
DE EDUCACIÓN PARA EL
DESARROLLO DEL PENSAMIENTO**

BOGOTÁ, ABRIL 21, 22 Y 23 DE 2005

CONFERENCIAS

¿TIENE SENTIDO LA VIDA PARA LOS JÓVENES?

Dr. Miguel de Zubiria Samper Presidente, Liga Col. Contra el Suicidio
PROGRAMA SAT DESARROLLO INTEGRAL Y ARMÓNICO DE LOS EDUCADORES
Dra. Juana Gallardo - Representante de A.E.D.E.A (Asociación Española para el Desarrollo de una Educación Armónica) España

EL PODER DE LA MODIFICABILIDAD EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO -
VIDEOCONFERENCIA. Dr. Reuven Feuerstein Presidente, Centro Internacional para el Perfeccionamiento del Potencial de Aprender. Israel

PEDAGOGÍA AFECTIVA: CONSTRUCTIVISMO Y SU APLICACIÓN PRÁCTICA EN LA SALA DE CLASE. Dr. Mario Morales Asesor, Escuela de Psicología. Universidad de las Américas. Chile

PEDAGOGÍA DE LA EXPRESIÓN Dr. Raimundo Dinello Presidente Fundador, Federación Latinoamericana de Ludotecas. Montevideo, Uruguay

DESAFÍO DE UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA EN NIÑOS Y JÓVENES: PEI EN BAHÍA

Dra. Aida Varela. Gerente de Investigación ATC - Bahía, Brasil

ESCUELA NUEVA. Dra. Vicky Colbert Directora, Fundación Escuela Nueva - Volvamos a la Gente

DESARROLLO DEL CEREBRO. Dr. Rodolfo Linares Jefe de Neurociencias, Escuela de Medicina, Fisiología y Neurociencia. Universidad de New York.

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN - Dr. Eduardo Posada Florez (ACAC)

EVALUACIÓN DESEMPEÑO DE DOCENTES. MINEDUCACION

COMO DESARROLLAR COMPETENCIAS. Dr. Jorge Eliecer Guevara. Presidente FECODE

CONFERENCIAS SIMULTANEAS

Conferencia 1: PEDAGOGÍAS CONTEMPORÁNEAS - ESPACIOS DINÁMICOS DE FORMACIÓN

Dr. Germán Roberto Pilonieta Director, Equipo CISNE de Investigación

Conferencia 2: ESTRATEGIAS PARA LA ADMINISTRACIÓN DE INVESTIGACIÓN

Dr. Mario Tamayo y Tamayo Director de Investigaciones. Universidad ICESI. Cali

Conferencia 3: MODELO ED. VIRTUAL "HUMANIZAMOS LA TECNOLOGÍA"

Dr. Guillermo Cardona Ossa- Rector, Colegio Virtual S. XXI

Conferencia 4: EDUCAR PARA PENSAR: UN NUEVO PARADIGMA EN LA EDUCACIÓN COLOMBIANA"

Dr. Julio Santiago Cubillos- Profesor, Instituto de Educación y Pedagogía Universidad del Valle. Cali

TALLERES

1. DESARROLLO HUMANO DE LOS EDUCADORES-SAT. Dra. Juana Gallardo. Representante A.E.D.E.A (España)

2. VIVENCIANDO UNA HOJA DEL PEI Dra. Aida Varela (Brasil)

3. METODOL. DE LA EXPRESIÓN LÚDICO CREATIVA Dr. Raimundo Dinello (Uruguay)

4. PEDAGOGÍA AFECTIVA: EVALUACIÓN DINÁMICA Y SUS APLICACIONES EN LA SALA DE CLASE. Dr. Mario Morales (Chile)

5. ESCUELA NUEVA Dra. Vicky Colbert (Colombia)

6. EDUCAR PARA PENSAR Dr. Julio Santiago Cubillos (Colombia)

7. ESCRITURA CREATIVA Dra. Gladis Zamudio T. (Colombia)

8. Sobre Tecnología Dr. José Luis Villaveces Director, Observat. Ciencia y Tecnología (Colombia)

9. LEER Y ESCRIBIR EN EL S. XXI- ESCUELA Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN Dr. Francisco Cajía (Colombia)

10. PEDAGOG. CONT.: NVOS NICHOS PARA UNA EDUC. DEL FUTURO Dr. Germán R. Pilonieta (Colombia)

11. PROGRAMACIÓN NEUROLINGÜÍSTICA Dr. Rómulo Jaramillo (Colombia)

12. Dr. Julian de Zubiria (Colombia)

13. DESARROLLO DEL MEDIO AMBIENTE RURAL Y URBANO EN LA EDUCACIÓN

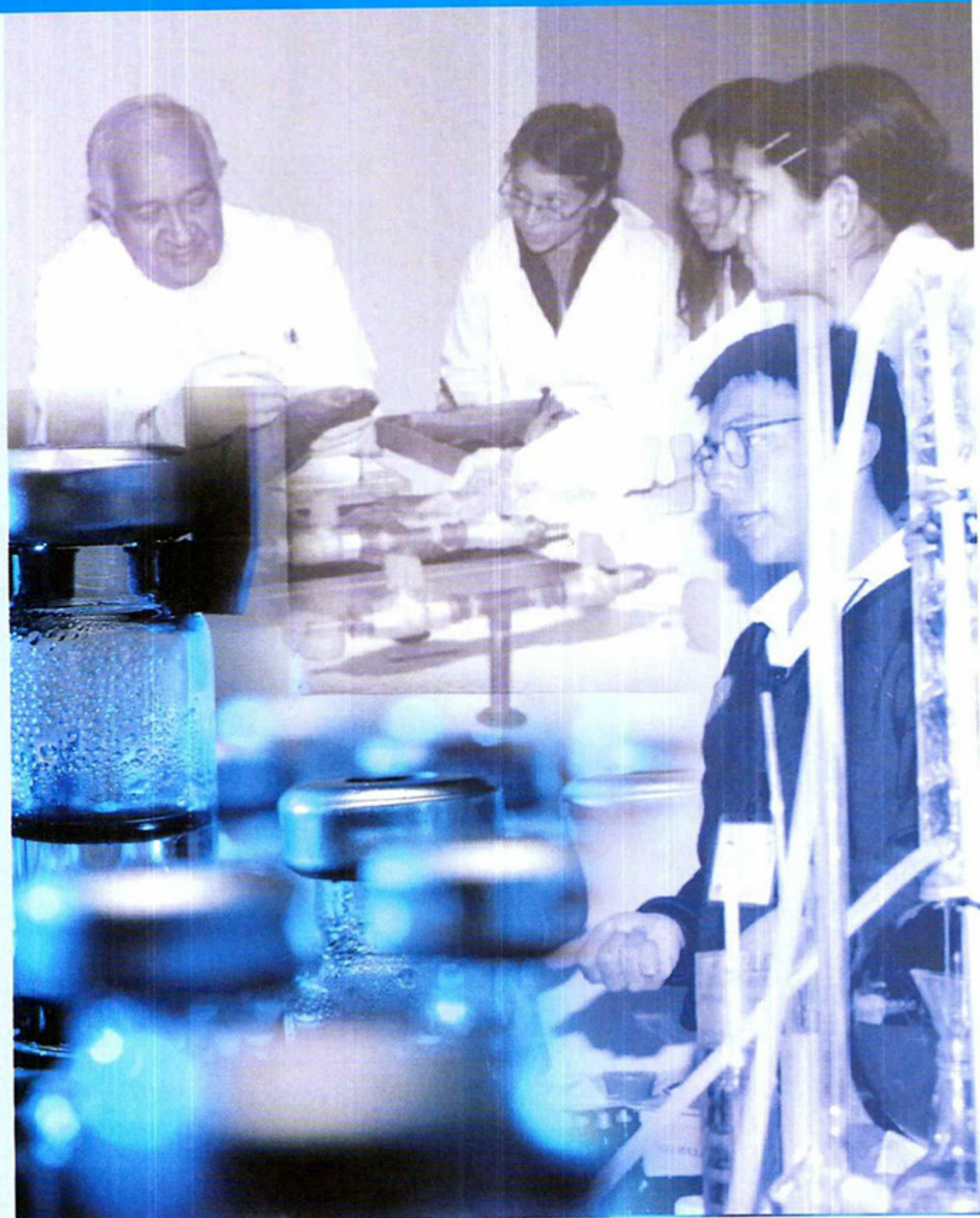
14. COMPETENCIAS MATEMÁTICAS Dra. Claudia M. Polania (Colombia)

15. COMPETENCIAS COMUNICATIVAS Dr. Jaime Sarmiento (Colombia)

16. COMPETENCIAS INTERPRETATIVAS Dr. Wilmer de Jesús Toro (Colombia)

17. COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS PARA LA PRESENT. Y ADMINIST. DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Dr. Mario Tamayo y T. (Colombia)

18. COMPETENCIAS CIUDADANAS: ENSEÑANZA PARA COMPRENDER NOS LOS UNOS CON LOS OTROS. Dra. Rosario Jaramillo (Colombia)



Ciencia, tecnología, sociedad e innovación en la

Juan Carlos Toscano G.

*Coordinador de Programas,
Organización de Estados Iberoamericanos
para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)
E-mail: toscano@oei.es*

En noviembre de 1997, en Lima, la Organización de Estados Iberoamericanos convocó la VI edición de la Semana Iberoamericana de la Educación, la Ciencia y la Cultura sobre un tema que nunca había sido tratado dentro del espacio de cooperación que representa la OEI: Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

El interés que despertó la reunión estableció los cimientos de un trabajo que tuvo su punto de partida oficial cuando el Consejo Directivo de la OEI celebrado en México, en junio de 1999, aprobó un nuevo

OEI

Sociedad e Innovación (CTS+I) como lugar en que la Ciencia ocupaba un espacio en las acciones de la OEI.

En diciembre de 1999, la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) convocaba a un grupo de profesores e investigadores españoles y latinoamericanos para hablar de ciencia y sociedad.

En la reunión, se trataron temas como las trayectorias de trabajo en la región, las oportunidades y las perspectivas para el desarrollo temático de las dos líneas que entonces, y aún hoy, integran el área de cooperación científica de la OEI: los estudios sociales de la ciencia, o estudios CTS,

éticas en Iberoamérica, iniciativas editoriales, programas de teleformación (por ejemplo las Cátedras CTS+I de Colombia y otros países), cursos de especialización nacionales o subregionales, etc. Pero la gran apuesta del programa, y lo que le ha dado un carácter propio e innovador, ha sido combinar esas líneas de trabajo en un marco único de reflexión y de actividades: la proyección de la ciencia hacia la sociedad, generando cultura científica y sensibilidad pública y la proyección de la ciencia hacia la empresa y la actividad productiva, generando riqueza y desarrollo social.

Es preciso por tanto, fomentar en los jóvenes, chicos y chicas, el interés por la ciencia, dar a cada alumno los conocimientos básicos para desarrollar una ciudadanía participativa en el terreno científico.

y los estudios sobre innovación. El objetivo era acordar los medios para poner en contacto y establecer vínculos estables entre grupos de investigación y desarrollo educativo dispersos en Iberoamérica. Esto crearía una masa crítica de académicos y profesores que impulsaran en la región los estudios CTS (en temas como los de cultura científica, ciencia y mujer, participación pública, etc.) y los estudios sobre innovación (relaciones universidad-empresa, sistemas de innovación, parques tecnológicos, etc.).

El sentido último de esos esfuerzos era apoyar en la región los sistemas de ciencia y tecnología, y consecuentemente el desarrollo social, promoviendo en investigadores y educadores y otros colectivos críticos como periodistas o gestores, el conocimiento y la sensibilización sobre las relaciones entre ciencia, tecnología, actividad económica y sociedad.

El camino entonces emprendido con ilusión ha concentrado el esfuerzo de muchas personas y grupos de trabajo en numerosos países de la región, y ha generado

Es esta complementariedad del componente social y del componente económico, recogido en el S+I del acrónimo del programa (en lugar del más clásico I+D), lo que ha hecho del área de ciencias de la OEI un proyecto original y pionero que está alcanzando una gran difusión en los países de la región. En Argentina, Colombia, Cuba, Brasil o España pueden encontrarse ya programas docentes o de investigación "CTS+I". Al fin y al cabo, esa idea de asociar innovación y participación, modernización tecnoeconómica y modernización sociopolítica, es congruente con los lineamientos internacionales que han conseguido un mayor eco en las últimas décadas: desarrollo con sustentabilidad ambiental, crecimiento económico con justicia social, etc.

La comprensión cabal del valor económico y práctico de la ciencia y la tecnología requiere una reflexión sobre sus efectos y condicionantes sociales desde un ineludible compromiso ético. Y, a la inversa, una valoración realista de la dimensión política y social del cambio en ciencia y tecnología

ria influencia del conocimiento en la actividad económica y el quehacer humano, y, en última instancia, en el nivel y tipo de desarrollo alcanzado por los pueblos. Se trata, en términos de Judith Sutz y Rodrigo Arocena en su libro "Innovación y subdesarrollo. Navegando contra el viento" de vincular la comprensión de las dinámicas de la innovación con la reflexión sobre las divisorias del aprendizaje, de relacionar la innovación con la equidad de forma que se potencien entre sí.

El cruce de ambos componentes, aspectos sociales y ambientales de la ciencia y la tecnología e innovación tecnológica como modelo de desarrollo participativo de los actores sociales, significó un enfoque propio que ha sido muy bien aceptado tanto desde los ámbitos académicos como desde los gubernamentales. Es así que la cultura CTS+I empieza a ser considerada como un campo de estudios propio de los países iberoamericanos en el que la innovación debe mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y se considera esencial para el crecimiento económico, promoviendo al mismo tiempo la sensibilidad e implicación

ciudadana en ese proceso junto con la comprensión pública de sus incertidumbres y desafíos, riesgos y beneficios.

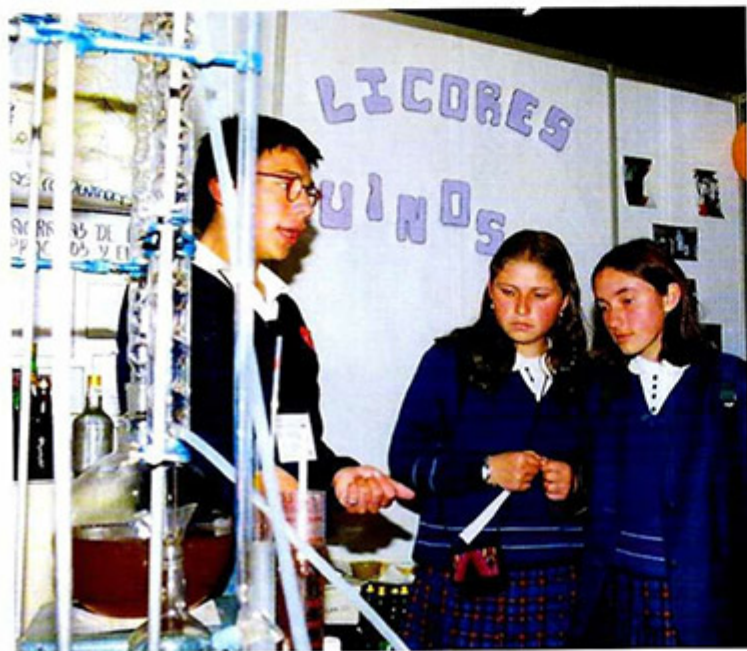
Se trata de dos miradas complementarias del mismo fenómeno: el desarrollo de la sociedad de la información y el conocimiento, con base en la innovación tecnológica, es también el advenimiento de la sociedad del riesgo y el protagonismo social, un tipo de sociedad donde la cultura científica y el respaldo ciudadano son condición de progreso y gobernabilidad. Es necesario, por lo tanto que la actuación de los científicos e ingenieros atienda estos asuntos y ayude a determinar y evaluar los retos y los riesgos planteados por estos factores; reducir la incertidumbre en torno a ellos y que estas situaciones lleguen a los ciudadanos por medio de la educación y los medios de comunicación para que puedan tomar decisiones sobre la base de una comprensión realista del impacto del conocimiento científico y la innovación tecnológica sobre sus formas de vida.

Por otra parte, una de las preocupaciones del trabajo de la OEI en estos años ha sido la de ir tejiendo articulaciones entre la

Laboratorio de Ciencias Biológicas. (Fotografía: Cortesía Facultad de Ciencias de la Universidad de los Andes, Bogotá).



ciencia y la educación con el objetivo de que las vocaciones hacia la ciencia y la tecnología vayan creciendo. Si en los países del primer mundo la insuficiencia de ingenieros y tecnólogos es un problema que está siendo destacado por muchos estudios, en la región iberoamericana los indicadores de recursos humanos disponibles para las actividades de ciencia y tecnología muestran la insuficiencia comparativa con los países de mayor desarrollo económico. Por ello, además de aumentar la cultura científica de los ciudadanos iberoamericanos, se deben promover las vocaciones científicas para que Iberoamérica pueda garantizarse las posibilidades de incrementar su desarrollo socioeconómico. Es preciso por tanto, fomentar en los jóvenes, chicos y chicas, el interés por la ciencia, dar a cada alumno los conocimientos básicos para desarrollar una ciudadanía participativa en el terreno científico e incitarles a tomar carreras científicas y a tener actitudes emprendedoras y creativas. Los aspectos educativos de la ciencia y la tecnología, de los cuales dependen el futuro desarrollo de los países debe, por tanto, tener dos líneas importantes y totalmente complementarias: educar para innovar y educar para participar.



En los países desarrollados la proporción entre estudiantes de educación superior en carreras científicas y tecnológicas y en humanidades es de 1 a 1, en cambio en los países en vías de desarrollo esta medición alcanza proporciones cercanas de 1 a 5. Estas cifras son, en ambos casos, muy diferentes si analizamos los valores en el caso de las mujeres donde la proporción de vocación hacia los estudios científico-tecnológicos es muy inferior. Equilibrar las proporciones exige, por tanto, analizar las causas y tratar de combatirlas en el propio campo educativo.

La OEI en estos seis años ha ido tejiendo una red de especialistas comprometidos de cuyo trabajo ya podemos mostrar varios frutos. El *cuadro 1* muestra algunas de las acciones en los tres ámbitos de actuación sobre los que el área de cooperación CTS+I de la OEI ha estado actuando.

Finalmente, una estrategia singular ha ido creciendo y tomando una dimensión especial en estos años: las 'Cátedras CTS+I' de la OEI. Estas cátedras se han ido tejiendo en forma de red de universidades en torno a la temática CTS+I aunque cada una de ellas tiene su propia definición de campo de actuación.

Así por ejemplo, la Cátedra de El Salvador, la primera en ser creada, tiene el objetivo de ir formando investigadores, mientras la Cátedra CTS+I de Costa Rica se crea con el objetivo de dinamizar la demanda de conocimiento universitario en la sociedad costarricense (empresas, gobierno, sociedad, etc.).

Las cátedras se han creado para apoyar la constitución, desarrollo y fortalecimiento de las iniciativas universitarias que, aunando esfuerzos entre universidades, fomenten la formación e investigación en el campo de la "ciencia, tecnología, sociedad e innovación". Hasta la fecha, han sido constituidas las siguientes cátedras: El Salvador, Argentina, Uruguay, Colombia, Cuba, Costa Rica, México, Panamá, Paraguay, Perú y Chile. Este espacio está actualmente conformado por cerca de 100 universidades y en las

Investigación

- Indicadores de cultura científica y participación ciudadana en ciencia y tecnología. (en colaboración con la RICYT).
- Ciencia, Tecnología y Género (en colaboración con UNESCO Montevideo).
- Estrategias didácticas que fomenten una mayor vocación de los jóvenes hacia la ciencia y permitan una participación ciudadana en las decisiones tecnocientíficas (en colaboración con la Universidad de Oviedo).

Formación

- Curso de Formación Docente sobre el enfoque CTS en la Enseñanza (hasta el momento se han abierto 35 aulas con la participación de cerca de 900 docentes de América Latina).
- Curso de Especialista Universitario en Ciencia, Tecnología y Sociedad (40 créditos) cuya segunda edición se ha iniciado en el mes de noviembre de 2004.
- Curso de Especialista Universitario en Innovación Tecnológica (40 créditos) cuya segunda edición se ha iniciado en el mes de noviembre de 2004.
- Cursos y Seminarios dirigidos a los administradores y gestores de los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología. (Gestionados y promovidos por la OEI y en colaboración con otras instituciones como CYTED o el CAB).
- Otras acciones formativas dirigidas a legisladores, periodistas y docentes.

Divulgación y extensión

- Boletín electrónico con 35.000 suscriptores que reciben un boletín trimestral.
- Revista electrónica CTS+I .
- Sala de lectura sobre los temas que le son propios de más de 800 documentos y artículos.
- Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad coeditada junto al Centro Redes y la Universidad de Salamanca.
- Edición de 15 títulos diferentes, tanto en edición propia como en coedición dentro de colecciones fijas con Cambridge University Press y Biblioteca Nueva.
- La OEI ha estado presente en numerosos congresos y espacios de reflexión destacando ALTEC (en temas de innovación), Congresos de Filosofía de la Ciencia (CTS) y numerosas ferias científicas de carácter nacional.

acciones de formación han participado más de 4.000 profesores e investigadores universitarios.

Conclusión

En un libro, editado recientemente en Colombia, el Secretario General de la OEI, Francisco Piñón, reflexiona sobre los nuevos retos que la sociedad iberoamericana debe enfrentar y que consideramos adecuado para cerrar este artículo ya que nos

fácil acceder a posiciones mejores, pero tenemos una oportunidad y los cambios generan nuevas posibilidades. En palabras de Carlota Pérez: "cada revolución tecnológica es un 'huracán de destrucción creativa' que transforma, destruye y renueva el aparato productivo mundial".

Por eso, según Alvin Toffler y otros autores, estamos ante una revolución que ha llevado al nacimiento de las industrias de alta tecnología, y con ellas, a novedosos procesos de producción basados en la microelectrónica. Así, se ha renovado la

fabricación de automóviles, textiles e incluso del acero, y se ha permitido la fusión entre computadoras y telecomunicaciones que produjeron

nuevas infraestructuras como el Internet, con un impacto comparable al que en su momento produjeron el telégrafo, los sistemas de autopistas o las líneas de navegación a vapor.

Las tecnologías de la información y las telecomunicaciones están provocando un profundo impacto en todos los sectores de la actividad humana, desde la producción, hasta la educación y los servicios para la salud. La convergencia de tres áreas tecnológicas anteriormente diferenciadas, como la informática (las computadoras), las telecomunicaciones, y la transferencia y procesamiento de datos e imágenes, ha llevado a grandes cambios en la producción de bienes y servicios en las sociedades contemporáneas. Emergen con base en todo ello las llamadas sociedades de la información y la terciarización de la economía.

"¿Cómo convertir información en conocimiento útil? y ¿cómo inducir procesos de aprendizaje social del conocimiento? son nuestros retos como habitantes de la aldea global, posicionados en Iberoamérica".

"¿Cómo convertir información en conocimiento útil? y ¿cómo inducir procesos de aprendizaje social del conocimiento? son nuestros retos como habitantes de la aldea global, posicionados en Iberoamérica".

presenta las nuevas metas que debemos enfrentar:

"La ciencia y la tecnología transforman de modo excepcional el aparato productivo, incentivado éste a su vez por la dinámica de los mercados globales. En estas condiciones, cada vez más la ciencia y la tecnología son objeto de políticas públicas y de estrategias concertadas entre estados y empresas.

También asistimos al crecimiento de la profundización del impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad y en la economía: me refiero a la adopción de innovaciones tecnológicas radicales que cambian la fisonomía del aparato productivo y los modos de interacción social.

Estas innovaciones son particularmente producto de la microelectrónica, y hoy conocidas como las TICS (tecnologías de la información y la comunicación).

Una nueva revolución industrial se ha abierto camino en nuestros días, comparable con la iniciada en Inglaterra 250 años atrás. El destino de nuestras sociedades está ineludiblemente ligado a las decisiones políticas que se tomen. No estamos ante un incremento del modelo industrial de pos-

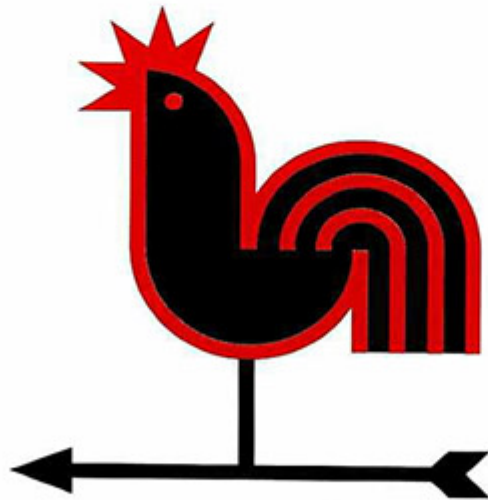


Energía

eficiente y limpia
para Colombia

www.isagen.com.co

ISAGEN
GENERACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA



EL MUNDO EN BOGOTÁ
89.9 F.M. ESTEREO



Enfoqu



atinoamericano



La significación de lo local en un enfoque CTS actual

Hebe Vessuri

Doctora (D.Phil.) Oxford.

*Jefe del Departamento de Estudio de la Ciencia,
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.*

Caracas, Venezuela.

E-mail: hvessuri@ivic.ve

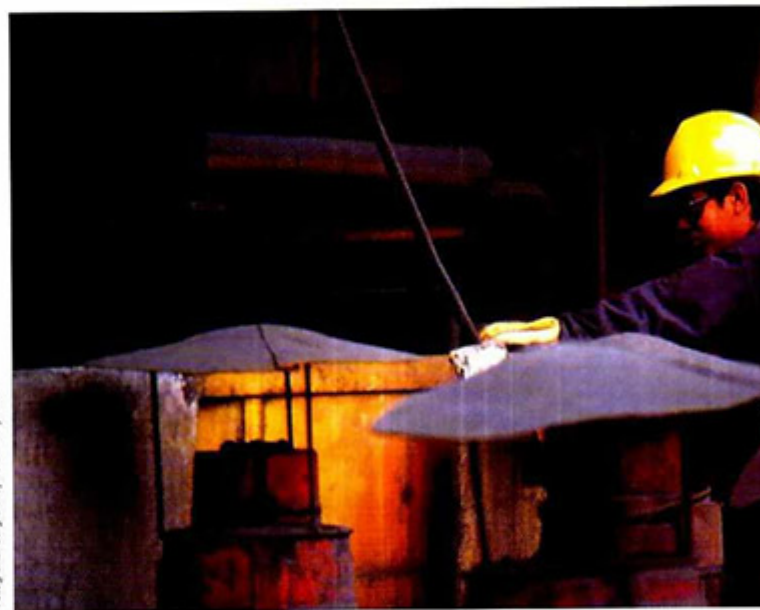
El modelo organizacional para la producción de conocimiento científico-técnico ha sido replicado repetidas veces en la extensa geografía del planeta, como señal de modernidad. La institucionalización de la ciencia occidental en el mundo en desarrollo ocurrió como resultado de un doble impulso: como instrumento de los intereses de los países más avanzados, y también como el resultado de los intentos de las naciones en desarrollo por dominar el conocimiento que constituía la promesa de modernidad. Pero su éxito fue muy desigual y, en general, enfrentó dificultades de consolidación, llevando a repensar la posibilidad de que los países pobres puedan

lograr el desarrollo simplemente erigiendo un decorado institucional modelado según el patrón occidental, ni siquiera participando formalmente como se les pide actualmente que lo hagan en el nuevo sistema distribuido de producción y consumo del conocimiento. Es obvio que no hay formulas claras para alcanzar el desarrollo.¹

El sistema normativo de la ciencia jugó un rol hegemónico dando forma y consolidando el modelo. Contribuyó en el proceso a producir la noción de un 'profesional internacional', con un patrón común de calificaciones mutuamente reconocidas a través de fronteras nacionales y culturales, en un 'universo epistemológicamente compartido'.² Sólo que el mundo no es ni perfectamente organizado ni homogéneo. La supremacía de los modos de pensamiento y trabajo occidentales llevó a la constitución de un sistema elaboradamente jerárquico en el cual todo el mundo encontró su lugar. Los rasgos de mercado, la desigual distribución de la riqueza, la determinación político-económica del conocimiento y el clima intelectual dominante se combinaron para perpetuar un estado de cosas engendrado hace bastante tiempo. De acuerdo con el desarrollo

que llegó a expresarse en múltiples dimensiones.³

Una revisión de la historia de la ciencia pone en evidencia que la importancia del modelo de producción de conocimiento basado en el control experimental de las circunstancias de investigación, creció y se volvió hegemónico a expensas de su relevancia con respecto a situaciones concretas y complejas. La particular combinación 'general-local' de la ciencia moderna, con su énfasis en las condiciones controladas, es vista a menudo como la principal o quizás la única respuesta a los desafíos de producir conocimiento 'cosmopolita', universal y transportable. En la ciencia lo que cuenta es el ascenso desde lo local a lo universal, esto



Fotografía: Sergio Trujillo Dávila y Cía.

La supremacía de los modos de pensamiento y trabajo occidentales llevó a la constitución de un sistema elaboradamente jerárquico en el cual todo el mundo encontró su lugar.

mismo de la ciencia como institución social internacional, ésta supuso desde el comienzo la existencia de un modelo que estructuró los intercambios científicos entre el corazón del imperio y sus puestos coloniales, la metrópolis y la provincia, los centros económicos y las periferias subdesarrolladas,

requiere de interacciones y de infraestructura (la práctica de hacer visitas a otros laboratorios, la estandarización parcial de las condiciones para mejorar la replicación y la codificación de medidas y protocolos). El uso del conocimiento 'cosmopolita' también depende de la existencia o construc-

pretensiones de conocimiento universal y de aplicabilidad generalizada de la ciencia moderna implican un desinterés por lo que sucede localmente, que es descartado por la ciencia como anecdótico o irrelevante.⁴

Pero en realidad, esta elección se convierte en un problema para una buena parte de la ciencia, cuando la calidad del conocimiento general llega a depender críticamente de lo que sucede en el sitio local específico. La ansiedad epistemológica de nuestros días toca el corazón mismo de la diversidad y el desarrollo sustentable. El reclamo creciente en las comunidades científicas internacionales para construir una ciencia para el desarrollo sustentable, cava profundamente en sus bases cognitivas, retomando asuntos y redefiniendo fronteras de inclusión y exclusión, interacción y apertura, que alguna vez fueron enterrados por el predominio de la ciencia experimental de los laboratorios desde el siglo XIX.⁵ Cuando la ciencia cambia, el aprendizaje se transforma; cuando se modifican los canales de enseñanza, cambia el conocimiento y también cambian las instituciones.

¿Qué es lo local? Su imagen última es la que corresponde a un modelo espacio-temporal de diversos mosaicos, de tiempos compuestos y de redes. La diversidad de lo local es importante. La diversidad tiene importancia crítica ya que ella y su interconectividad proveen a la humanidad con potencial colectivo. De manera similar, en la naturaleza la trama de interdependencia de ecosistemas y especies crea un ambiente que permite y sostiene la evolución de la biodiversidad; nadie se propone destruir la diversidad, pero las consecuencias acumulativas del comportamiento humano consciente e inconsciente, tan frecuentemente en el interés de corto plazo del 'yo' en lugar del 'nosotros', causa disparidades, inviabilización de sociedades, degradación de ecosistemas y pérdida de la biodiversidad.⁶ La diversidad está crecientemente amenazada a medida que el mundo se mueve hacia la uniformidad, en el nombre

dominante de unos pocos sobre muchos. En la dimensión de lo local se aprecia la relevancia de la diversidad y el peso de los riesgos que ésta corre.

Lo local se refiere a nuestro hogar y es una medida de nuestros desplazamientos: el modo de habitar, diría Serres (1994).⁷ Tiene algunos rasgos fuertes, como el soporte físico donde se desenvuelven las dimensiones básicas de la vida cotidiana y donde se expresan con mayor evidencia muchas de las contradicciones de la ciencia y la tecnología contemporáneas. Nacidos como lo somos ligados inevitablemente a un suelo local, percibimos cómo a los desplazamientos del pasado se han agregado entre las transformaciones modernas no sólo la experiencia de viajar largas distancias, sino también la emergencia del mundo virtual de las comunicaciones que con frecuencia las substituye.

No obstante, a pesar del hecho de que la novedad puede también surgir de lo local, a menudo se lo identifica con la persistencia de viejas costumbres. ¿De qué modo lo nuevo se mezcla con lo viejo en el contexto local? Las percepciones a menudo son ambiguas. Todo cambia mientras nada cambia, cuando se considera la localidad concreta. Vivimos enterrados en arcaísmos para la mayoría de nuestras acciones, adheridos a los poderes de la jerarquía, impulsados por la pasión de pertenecer, amándonos entre nosotros a condición de excluir a otros. Pero en lo local, todavía existe una dosis saludable de diversidad, diferencia y, en una sola palabra, cultura. En efecto, lo local es un sitio crucial para analizar los problemas del desarrollo y establecer diálogos fructíferos pues pueden surgir prioridades significativas y los sistemas de soporte local pueden permitir su implementación. Este no es un nuevo descubrimiento, en efecto, luce como un 'redescubrimiento' de lo local, como un repositorio infinito de diversidad.

El conocimiento local muestra, una y otra vez, que puede contribuir significativamente a la solución de problemas locales.

ambientes inmediatos, lo conduce a construir sobre la experiencia acumulada y refinada. Sin embargo, cuando cambia el ambiente, el conocimiento existente se vuelve usualmente irrelevante. El ensayo y el error comienzan de nuevo en lo que se ha convertido en un nuevo ámbito local. Este es, en efecto, un rasgo del conocimiento local, el cual tiene dificultades de hacer el 'viaje' en la ruta a la generalización y el cosmopolitismo. La robustez del conocimiento local es precaria, porque no puede crear y sostener las condiciones de su vitalidad. No obstante, es precisamente la manera como el conocimiento local está embebido en la realidad lo que lo hace tan valioso.⁸

¿Hay entonces un conflicto irreconciliable entre el conocimiento científico y el conocimiento local? ¿No pueden ser reconciliados fructíferamente? Se ha propuesto que mientras hasta cierto punto es razonable y sensato avanzar argumentos acerca de la 'unicidad' de lo local para minar el poder intencional y *de facto* que la ciencia tiene sobre el conocimiento generalizable, esto no es suficiente si se pretende realmente producir conocimiento en el nivel local. Lo que se necesita es una caracterización que tenga que ver con la calidad y robustez del conocimiento, más que con su fuente. Y debe ser un criterio que no recree el universalismo, de modo que saque ventaja de los fuertes rasgos positivos de lo local como tal.

La variedad institucional y la diversidad local constituyen ventajas evolutivas. De esta manera las políticas públicas deben tener enfoques duales o múltiples para atender a un conjunto complejo de problemas. Cuando se considera la construcción de capacidades, no es cuestión de pensar sólo en las capacidades científicas y tecnológicas, como se ha hecho a menudo, sino que se deben incluir todas aquellas que permiten que las poblaciones locales mejoren sus condiciones en conexión con asuntos de conocimiento práctico-tradicional o de otro tipo- y que promuevan en general una mejor apreciación de las necesidades y oportunidades locales. Así, para la ciencia

CTS, el desafío está en reconocer la heterogeneidad como un hecho básico de la realidad, incluyendo dentro de su alcance formas 'adicionales' (más que 'otras') de producción de conocimiento. Para el conocimiento local, a su vez, el desafío no está en buscar refugio dentro de reservas culturales o sociales (por más importante que la preservación cultural pueda ser en los actuales momentos) sino en encarar de frente la cuestión de la calidad.

La universidad, la industria y el gobierno operan en contextos nacionales e internacionales, pero todavía tienen un fuerte



Laboratorio de química (fotografía: cortesía Facultad de Ciencias de la Universidad de los Andes, Bogotá).

basamento en ámbitos locales. Mientras que la globalización es un proceso en marcha, la desnacionalización no oblitera al componente nacional en la organización y financiación de la investigación y la educación superior, y lo local no desaparece. No parece haber disyunción entre lo global y lo local, sino un proceso continuo con incontables mediaciones, incluyendo su anclaje

vación. Claramente, algunos sectores económicos y campos cognitivos están más fuertemente ligados a espacios locales, otros a sistemas nacionales y algunos van más allá de los límites nacionales. ¿Qué sucede con tradiciones, empleos y carreras que se desenvuelven dentro de instituciones y culturas locales? ¿Qué sucede con las demandas y oportunidades que emergen y crecen en los contextos locales? ¿Cómo manejar la diferenciación estimulada por la inagotable variedad de lo local, reconciliándolo con la homogeneización universalizante del presente? Campos alguna vez identifica-

dos con la definición clásica de lo universal, con culturas históricas como entidades territoriales, se han convertido en expresiones de lo particular y lo local, y tienen que ver con el estudio de grupos, sus creencias, tradiciones de conocimiento, e instituciones sociales y políticas específicas.

A través de la historia, las instituciones de conocimiento se han basado sólidamente en sitios particulares pero han

económica importante en la vida industrial de una nación, en el crecimiento poblacional y en el carácter de las comunidades; han sido descritas tanto como recursos naturales de la misma forma que las materias primas, el transporte, clima, etc., y como materias construidas. En todo caso, los intentos por reemplazar lo que se consideraba una universidad obsolescente por un modelo diferente, a menudo corporativo, ofrecen algunas lecciones instructivas respecto de las promesas y fallas de la reconfiguración de la educación superior para obtener ventajas (locales).

Se ha propuesto una imagen de postal para manejar la cuestión de cómo localidades emergentes pueden competir con los grandes del mundo de las tecnologías avanzadas. Dada la diversidad de situaciones locales en el mundo, sólo es sensato preguntarse si este es el tipo adecuado de pregunta a hacerse o expectativa a tener. No podemos evitar pensar aquí que el mundo de los 'pesos pesados' de la tecnología avanzada no es ni remotamente la única manera posible de desarrollar y crecer para tener una localidad dinámica. Más aún, eso va a ser la excepción más que la regla; mejor debiéramos estar pensando en explorar alternativas que tomen en cuenta la diversidad de las situaciones. De tal forma, en lugar de preguntar qué es lo que un contexto local puede aprender en su esfuerzo por copiar las experiencias de los grandes complejos industriales que han crecido y caído no sólo en los países industrializados, sino también en recién llegados como Corea y Singapur,



La universidad, la industria y el gobierno operan en contextos nacionales e internacionales, pero todavía tienen un fuerte basamento en ámbitos locales.

tenido una manera peculiar de 'asociación-disociación' con respecto a sus fundamentos locales. Hoy, por ejemplo, las universidades se transforman rápidamente en algo más que meros sitios de aprendizaje. En muchos

parece más prometedor explorar la peculiar combinación de las condiciones y dotaciones locales con las oportunidades regionales, nacionales e inclusive globales, sobre la base de la construcción de capacidades y pensa-

Las instituciones de investigación y formación avanzada pueden desempeñar roles clave en este repensar la dimensión local. Las universidades constituyen 'sitios' clásicos de la tecnociencia hegemónica. Dadas las condiciones actuales, es interesante analizar las nuevas formas de trabajo y el tipo de dinamismo observable en estos 'sitios' para la 'carga y descarga' del conocimiento y la información. La tecnociencia viaja a través de rutas e intermediarios pautados. Claramente, estos no parecen ser los medios más adecuados para lograr un mundo menos desigual y para satisfacer necesidades sociales variadas. De hecho, la tecnociencia ha conducido a menudo, en los países en desarrollo, a la consolidación de sectores sociales que retrasaron, si no detuvieron, la ampliación de la participación social, con la consiguiente frustración de la modernidad democrática. Como consecuencia, aunque la ciencia y la tecnología han acompañado diferentes proyectos de modernización desde tiempos coloniales, todavía la mayoría de la población mundial vive al margen de la tecnociencia y sus redes. Los esfuerzos continuarán teniendo éxito limitado a menos que estén acompañados por múltiples cambios institucionales dirigidos verdaderamente a fortalecer la capacidad autónoma política, social y tecnológica de toda la sociedad. La educación superior, entre otras instituciones, necesitaría ser revisada drásticamente para que sirva a las necesidades y aspiraciones del 80% de los excluidos del mundo.⁹

Es una cuestión abierta si las instituciones de conocimiento, típicamente relacionadas a la construcción de valores urbanos y transnacionales, son suficientemente flexibles para ayudar a construir puentes en el nivel local entre la ciencia y la tecnología 'formal-institucional', por un lado, y el conocimiento e innovación 'local-indígena-empírico', por el otro. Aunque se supone que muchos de esos puentes son para ayudar a los pobres locales, la relevancia puede ser un concepto restrictivo si sólo se relaciona con las necesidades del *status*

llo las universidades no son necesariamente instrumentos de cambio sino que pueden ser de defensa del *status quo*. Un desafío que enfrentan las instituciones de conocimiento en contextos locales es convertirse en zonas de trueque y de síntesis para diferentes tipos de conocimiento que compiten por validez epistémica o que están comprometidos a procesos activos de hibridación. El problema pudiera ser visto eventualmente no tanto como uno de cuestionamiento de la institución universitaria como sitio proverbial de la razón instrumental, sino más bien como la exploración de la universidad como el sitio para la coproducción del conocimiento y del orden sociocultural.

Referencias

1. Vessuri, H.: *El proceso de institucionalización*. México: Fondo de Cultura Económica/UNU, J.J. Salomón, F.R. y C. Sachs-Jeanet (Compls.) *Una búsqueda incierta*. Ciencia, tecnología y Desarrollo. Pp. 199-234; 1995.
2. Merton, R. K.: *La estructura normativa de la ciencia*. 1942. Reimpreso en R.K. Merton. Madrid: Alianza. *La sociología de la ciencia*, 1985.
3. MacLeod, R.: *De visita a la "moving metropolis": reflexiones sobre la arquitectura de la ciencia imperial*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, A. Lafuente y J.J. Saldaña (coords.) *Historia de las ciencias*; 1987.
4. Gooding, D., T. Pinch, & S. Schaffer: Cambridge: Cambridge University Press. *The Uses of Experiment. Studies in the Natural Sciences*. 1989.
5. Gallopín, G. et. Al.: *Science for the twenty-first century: from social contract to the scientific core*. *International Social Science Journal*, June, Nº
6. Shab, M. M.: *The dimensions of diversity. Humanity, nature, and sustainable development*. Conference Opening Plenary Presentation. *International Association of Universities Conference*, Sao Paulo, 24-26 julio; 2004.
7. Serres, M.: *Atlas*. Paris: Flammarion; 1994.
8. Vessuri, H.: *¿Hibridación del conocimiento? La ciencia en la transición al desarrollo sustentable*. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, UAEM, Toluca, 11: 35, mayo-agosto. 2004.
9. Kuramoto, J. & Sagasti, F.: *Integrating local and global knowledge, technology and production systems: challenges for technical cooperation*. *Science, Technology & Society*, vol. 7, Nº 2, julio-diciembre; 2002.
10. Cash, D.W. et al.: *Knowledge Systems for Sustainable Development*. *Proceedings of the National Academy of Science*, July 8, vol. 100, Nº 14, pp. 8086-8091; 2003.

PROGRAMACIÓN ACADÉMICA 2005

ENCUENTRO CON EL FUTURO

Conferencias sabatinas, Entrada Gratuita

Auditorio León de Greiff

Universidad Nacional

8:30 a.m.

Desde el 19 de febrero hasta el 5 de mayo
Bogotá, D.C.

II ENCUENTRO CIENCIAS Y ARTES: LA CIENCIA ES CULTURA

Espérela

Bogotá, D.C.

IX EXPOCIENCIA EXPOTECNOLOGÍA 2005

En el año mundial de la física

11 al 22 de octubre de 2005

CORFERIAS

Bogotá, D.C.

PREMIO NACIONAL A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA INNOVA 2005

Este año premiamos la mejor Innovación Tecnológica
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Corporación Calidad.

PREMIO NACIONAL AL MÉRITO CIENTÍFICO

Se realiza cada año para destacar investigadores,
personas dedicadas a la ciencia y su divulgación
Occidental de Colombia.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
DIRECCIÓN ACADÉMICA
DIVISIÓN DE DIVULGACIÓN
ACADÉMICA Y CULTURAL

CONFERENCIAS SABATINAS I SEMESTRE DE 2005 "AÑO MUNDIAL DE LA FÍSICA"

Dirigidas a: estudiantes, profesores y público en general.

Lugar: Auditorio León de Greiff – Universidad Nacional de Colombia Hora: 8:30 AM.
ENTRADA LIBRE.

Febrero 19: HUMANOS, ROBOTS, CYBORGS Y POSTHUMANOS

Dr. José Luis Cordeiro. Licenciatura y maestría en ingeniería mecánica. Actualmente se desempeña como consultor independiente, escritor e investigador viajero.

Febrero 26: DEL TELESCOPIO AL MICROSCOPIO: EXTENDIENDO NUESTROS SENTIDOS PARA LA EXPLORACIÓN DEL COSMOS

Dr. Bernardo Gómez. Físico, Director Departamento de Física de la Universidad de los Andes.

Marzo 05: EXPLORANDO Y EXPLICANDO LA CIENCIA ÉTICA Y POLÍTICA DE LA INVESTIGACIÓN EN CÉLULAS MADRES.

Dr. Elkin Lucena. Médico genetista, Director Científico de Cecolfe.

Marzo 12: PORMENORES TERRESTRES - EL VELEIDOSO CLIMA

Dr. René Garduño. Licenciado en física y postgrado en geofísica de la Facultad de Ciencias de la UNAM de México, invitado por el Fondo de Cultura Económica.

Abril 03: DEL ÁTOMO A LA BIOLOGÍA

Dr. Mauricio Urquiza. Químico, investigador de la Fundación Instituto de Inmunología de Colombia.

Abril 09: ÉTICA EDUCACIÓN Y CIUDADANÍA

Dr. Guillermo Hoyos Vásquez. Filósofo, Director del Instituto Pensar de la Pontificia Universidad Javeriana y de la Universidad de los Andes.

Abril 16: NANOTECNOLOGÍA

Dra. Alba Avila. Docente de la Universidad de los Andes.

Abril 23: LA CREATIVIDAD DEL UNIVERSO ESTRUCTURAS ENTRE ORDEN Y CAOS

Dr. L. Gunter Trapp. Físico de la Universidad de Heidelberg. Doctor en Geofísica de la Universidad de Munich en Alemania.

Abril 30: LA INVESTIGACIÓN SOCIAL Y EL FUTURO NACIONAL

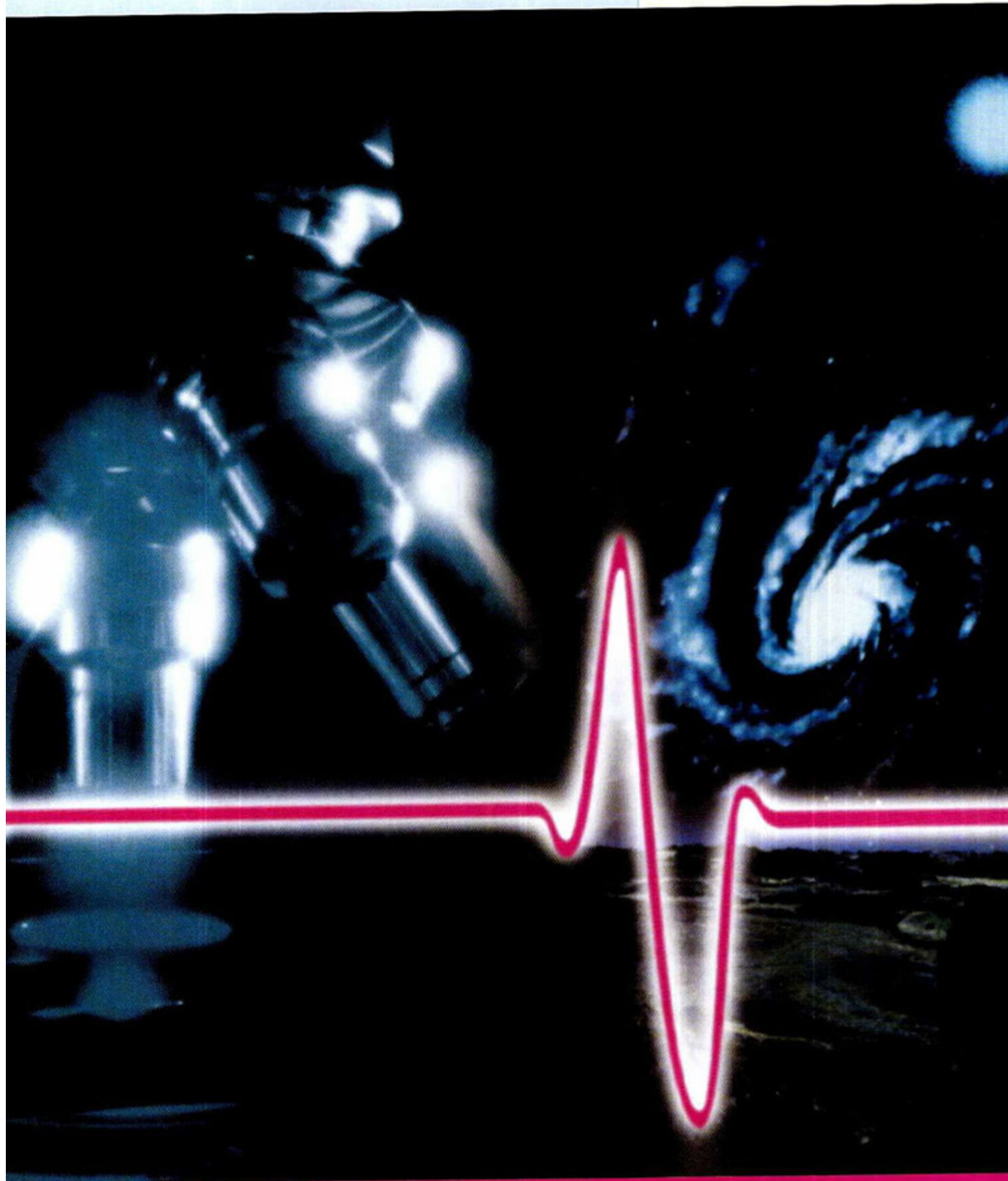
Dra. Miriam Jimeno. Antropóloga, Directora del Centro de Estudios Sociales, Universidad Nacional de Colombia.

Mayo 14: INFECCIONES DE TRANSMISIÓN SEXUAL

Dr. Otto Sussman. Médico infectólogo y microbiólogo.

Mayo 21: PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LA FÍSICA MÉDICA EN COLOMBIA

Dra. María Cristina Plazas. Ph.D en Física Médica Université Paul Sabatier, Toulouse, Francia. Asesora del Instituto Nacional de Cancerología.



Complejidad, nuevo paradigma en la salud

Eloy Ortiz Hernández

*Facultad de Medicina,
Universidad Médica "Carlos J. Finlay",
Camagüey, Cuba.
E-mail: eob@sbine.cmw.sld.cu*

Un pensamiento lineal

El método de obtención de conocimientos que hoy conocemos y aplicamos, en su esencia consiste en fragmentar el objeto de estudio en diferentes partes, investigarlas y posteriormente extraer conclusiones del objeto como un todo.

A partir de esta forma de pensamiento lineal y con la división social del trabajo, como una de las premisas, surgen las diversas disciplinas que hoy conocemos y que han aportado incontables e incuestionables conocimientos científicos y tecnológicos en beneficio del hombre y su interacción con la naturaleza y la sociedad.

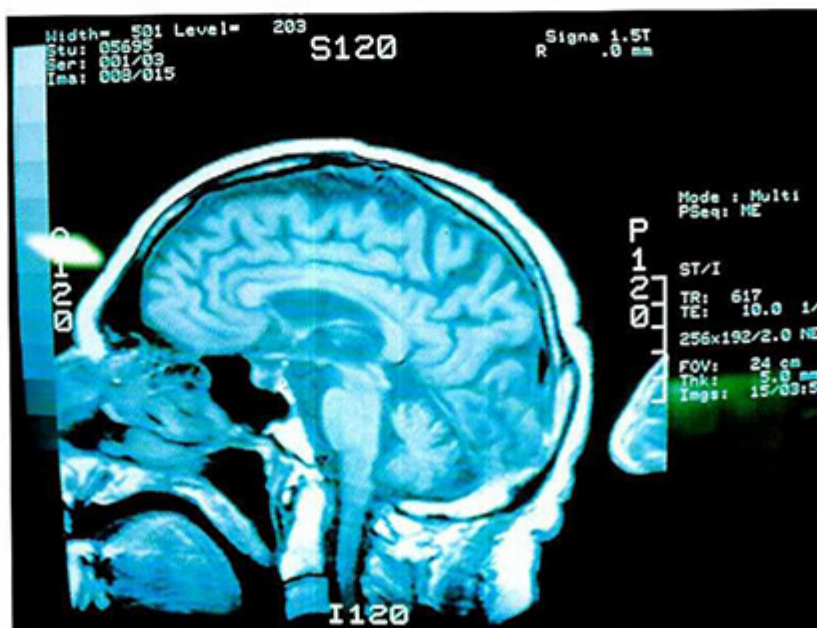
Algunos de los más significativos descubrimientos son: la mecánica de Newton, la teoría de las especies, la electricidad, el microscopio, el telescopio, la teoría de la relatividad, la física cuántica, la tabla periódica de los elementos, los rayos X, las partículas elementales, la electrónica, la ingeniería genética y la biotecnología, el laser, la computadora, etc. A partir de los cuales se han desarrollado los más insospechados instrumentos, equipos y tecnologías, prueba irrefutable del éxito del método científico seguido por el hombre, que rebasa las fronteras del pensamiento individual y pasa a través del tiempo hasta nuestros días, independientemente de sexo, raza, cultura o sistema social con implicaciones notables en diversas ramas de la ciencia y particularmente en el campo de la salud.

Tal es el caso del desarrollo del proyecto genoma humano, la tomografía axial computarizada, la resonancia magnética

nuclear, la endoscopia, la obtención de vacunas por vía biotecnológica, la ultrasonografía, electroencefalografía, electrocardiografía, etc.

Sin embargo, es innegable señalar que a la luz de los problemas actuales y desde hace aproximadamente cuatro décadas, con la aparición de computadoras cada vez más potentes, nuevos algoritmos y métodos matemáticos novedosos, se está produciendo hoy una gran revolución en el pensamiento científico, se pueden abordar nuevos problemas que jamás pudieron haberse investigado sin la ayuda de las nuevas tecnologías (particularmente la computadora), así como retomar viejos problemas con un nivel de solución muy limitado dado el carácter y naturaleza del fenómeno que se estudia. En muchos casos, esta nueva forma del pensamiento científico es diametralmente opuesta al pensamiento lineal, determinista y mecánico que ha dominado el pensamiento científico durante siglos y ha tratado de predecir la evolución de su sistema objeto de estudio, con el fin de determinar su evolución en el tiempo en cualquier instante posterior y a partir de ciertas condiciones iniciales.

De esta forma, se determinan con exactitud el movimiento de los planetas, se





Surgen nuevos paradigmas

Luego del inesperado descubrimiento realizado por Edward Lorenz, meteorólogo en el Instituto de Tecnología de Massachussets (1961-1964) y con gran inclinación hacia las matemáticas, quien mientras trabajaba en el pronóstico del estado del tiempo mediante un modelo matemático en la computadora, observó que la evolución del sistema para dos condiciones iniciales muy cercanas llegaba a estados completamente diferentes en un tiempo posterior, es decir, la evolución del sistema

predicen los eclipses, las mareas, la llegada de una nave a la luna, a Marte o a cualquier planeta de nuestro sistema solar, regido por leyes deterministas y por interacciones lineales (interacción en la cual a cada acción, le corresponde una respuesta estrictamente proporcional a dicha acción).

Sin embargo, a pesar del desarrollo de tecnologías y el empleo de recursos materiales y humanos, hay una gran variedad de fenómenos que no pueden ser predecibles

depende fuertemente de las condiciones iniciales. Lo anterior fue acuñado metafóricamente y se conoce desde entonces como 'efecto mariposa', publicado en 1963 en el artículo titulado: "Flujo determinista no periódico" en una revista de meteorología no muy popular en esa época. Surgió así, en su nueva concepción, el concepto de caos determinista para referirse a sistemas con un comportamiento impredecible, donde no se repiten las trayectorias; resultado éste,

Esta nueva forma de pensamiento científico es diametralmente opuesta al pensamiento lineal, determinista y mecánico que ha dominado el pensamiento científico durante siglos...

a largo plazo: el tiempo atmosférico por ejemplo (ciclones, cambios climáticos, etc.), las crisis de epilepsia, los infartos, los conflictos sociales, epidemias, etc. Por tal motivo y como respuesta a esta dificultad han sido empleados con mayor o menor éxito, los modelos estadísticos para explicar comportamientos y dar pronósticos en dichos sistemas.

que fuera predicho anteriormente por el conocido matemático francés Henry Poincaré a principios del siglo XX.

Por otra parte, el matemático Stephen Smale de la Universidad de California, quien se dedica al estudio de Sistemas Dinámicos, crea la llamada 'herradura de Smale': método geométrico para visualizar la dependencia sensitiva de las condiciones iniciales.

A pesar de la relevancia de tal descubrimiento y, en primera instancia, por estar en franca contradicción con las ideas deterministas de la física clásica, en las que una imprecisión en el conocimiento de las condiciones iniciales no tiene mayores consecuencias, pues las predicciones van a tener la misma imprecisión y las diferencias entre dos estados iniciales cercanos llevan a predicciones de estados finales igualmente cercanos (concepción fuertemente arraigada en el pensamiento científico de la época y que perdura en muchos casos hasta nuestros días) y, además, por la poca divulgación de tal publicación, este resultado quedó reducido a un pequeño círculo de físicos y matemáticos de entonces como una curiosidad científica y una rareza matemática.

Solamente hasta 1972, James Yorke, matemático de la Universidad de Maryland y quien ingresa al Instituto de Ciencias Físicas y Tecnología (institución interdisciplinaria) conoce los trabajos de Lorenz y de Smale. Se da cuenta de que los físicos necesitaban de ambos trabajos, pero había barreras de comunicación entre los físicos y los matemáticos. Escribe en una revista de amplia difusión (*American Mathematical Monthly*) el artículo titulado: "El período tres implica caos", el cual despertó el pensamiento hacia la complejidad.

sistemas a la teoría del caos, ya que no todos los sistemas no lineales necesariamente presentan caos. En la actualidad, dichos sistemas, lejos de ser raros, son mucho más frecuentes de lo que se pensaba. Tal desarrollo ha dado un vuelco histórico en la comprensión del mundo, se desarrolla una base conceptual nueva, capaz de dar explicación a fenómenos que nunca tuvieron una explicación convincente o sencillamente no tenían explicación. Tienen lugar hoy nuevas interpretaciones de viejos fenómenos contemplados bajo el nombre de sistemas complejos, formados por una red no lineal de interacciones (interacción en la cual a cada acción no le corresponde una respuesta estrictamente proporcional a dicha acción, en ocasiones pequeñas acciones provocan grandes efectos, mientras que grandes acciones casi no provocan efectos) y distribuidas a través de todo el sistema, que le permite desarrollar una gran capacidad de adaptación a los cambios y, en ocasiones, con una alta sensibilidad a las condiciones iniciales, lo cual es típico de los sistemas caóticos.

Abundantes ejemplos de comportamiento no lineal se encuentran en los sistemas biológicos: el ritmo cardíaco, las señales electroencefalográficas, las oscilaciones del potasio, el calcio y el sodio en el cuerpo, las estructuras venosas, las

...se emplean cada vez con más frecuencia los conceptos de caos, fractales, bifurcaciones, inestabilidad, atractor, estructuras emergentes, auto-organización, etc.

A partir de entonces se ha venido desarrollando de manera creciente la base conceptual y teórica de la conocida 'teoría del caos' y más recientemente se habla de la 'teoría de la complejidad', término aún no aceptado por la comunidad científica, pues en la actualidad entre otros aspectos, no se conocen sus leyes y no se tiene idea de si éstas aparecen. Sin embargo, no sería

redes del sistema nervioso, etc., en cuya descripción e interpretación se emplean cada vez con mas frecuencia los conceptos de caos, fractales, bifurcaciones, inestabilidad, atractor, estructuras emergentes, auto-organización, etc. para caracterizar dichos sistemas, así como las herramientas más avanzadas para la resolución de ecuaciones no lineales.

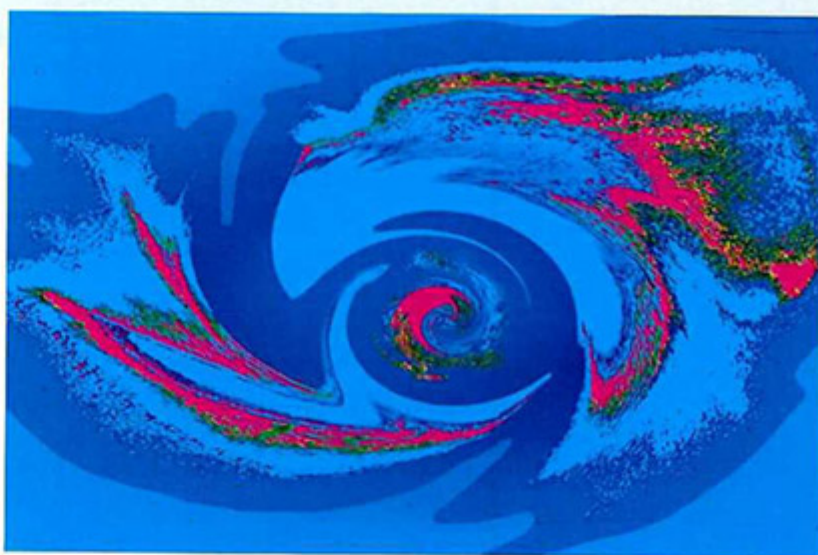
Como muestra del vertiginoso auge de la identificación en las diversas esferas del saber humano de comportamientos complejos, han surgido en el mundo múltiples grupos, centros e institutos de investigación, así como publicaciones donde se aborda el tema.

Revistas tradicionales de primera línea como *Physical Review Letters* y *Physics Letters A*, han creado secciones especiales de ciencia no lineal. Y han surgido otras como:

Physica D (Nonlinear Phenomena), *Physical Review E* (física estadística, fenómenos complejos, áreas interdisciplinarias), *Nonlinearity*, *Chaos*, *Journal of Nonlinear Science*, *Chaos Solitons & Fractals*, *Fractals*, *International Journal of Bifurcation and Chaos*, *Nonlinear Systems*, entre las más importantes.

Más recientemente y aunque en menor grado, han aparecido artículos de carácter tanto teórico como del área clínica, en revistas prestigiosas del área biomédica, como: *Journal of the American College of Cardiology (JACC)*, *Journal of the American Medical Association (JAMA)* y *New England Journal of Internal Medicine*, *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, *Journal of Theoretical Biology* y *Bulletin of Mathematical Biology*, entre otras.

Hoy, a pesar de las posibilidades que ofrece este nuevo paradigma de las ciencias, queda mucho por hacer sobre todo en el área biomédica, donde por naturaleza la inmensa mayoría de los problemas a resolver son de naturaleza no lineal, donde las ideas de la complejidad están removiendo los cimientos de la medicina y conceptos prácticamente inamovibles a lo largo del tiempo como el de salud han ido cambiando; se encuentran nuevas interpretaciones a viejos fenómenos y se borran las fronteras de las disciplinas para dar paso a investigaciones de carácter interdisciplinario y transdisciplinarios y aparecen resultados novedosos que se reflejan en el desarrollo de nuevas tecnologías con gran repercusión.



Se ha visto, a la luz de los nuevos conceptos e ideas, la necesidad de modificar los currículos de la carrera de medicina y otras áreas relacionadas con ésta, y así detener el fenómeno de la deshumanización de la medicina, donde cada vez más el diagnóstico del médico depende de resultados de laboratorio y de exámenes complementarios cada vez más sofisticados y costosos, y se deja a un lado la adecuada relación médico-paciente, convirtiéndose el médico en un objeto frío que, en muchas ocasiones, ni siquiera escucha lo que le dice el paciente y mucho menos pregunta acerca del medio en que éste se desarrolla, qué come, qué hábitos tiene, etc., olvida o desconoce que el estado de salud no sólo depende del equilibrio interno en el funcionamiento orgánico, sino de la relación del hombre con su entorno, de la relación 'cuerpo-mente' y que se desarrolla en un medio social determinado. De manera que cada ser vivo y en particular el hombre, constituye un sistema complejo por excelencia, constituido por una inmensa red de redes en interacción no lineal que vincula: órganos, tejidos, células, mente, medio ambiente y entorno social, como un todo único inseparable e irreducible y con una gran capacidad de adaptación a los cambios.

Esta concepción holista ya ha sido desarrollada antes en mayor o menor grado por la cultura oriental, a través de la medicina tradicional china: el ayurveda y el yoga, entre otras disciplinas, que sin embargo por varias razones y durante mucho

do plano, incluso rechazadas por la comunidad científica, pero que hoy y cada día más, están siendo asumidas y practicadas por la cultura occidental, que se ha ido educando (fundamentalmente en Europa) con un sentido ecológico y que está consciente cada vez más de los efectos secundarios a mediano y largo plazo de muchos de los fármacos obtenidos por vía sintética y de las bondades de los modelos médicos orientales.

Por otra parte, en el pensamiento de la complejidad se encuentra un fuerte candidato para lograr una fundamentación científica satisfactoria a dichas terapias, que hasta ahora no ha sido encontrada, siendo una de las razones por las que se tratan (a mi juicio erróneamente) por algunos autores, como terapias alternativas o medicina alternativa y no por su valor en sí. Son innegables los resultados de ambos modelos médicos y aunque muchas de las terapias de la medicina oriental carecen de

Por otro lado, los médicos y profesionales de la salud en general carecen de una formación básica, capaz de adentrarse en los conceptos y métodos matemáticos necesarios para una comprensión de los nuevos paradigmas, que cada día más aparecerán en revistas biomédicas. En muchos casos incluso reconocen el problema, están identificados con el, pero no se atreven o no saben cómo afrontarlo.

Una buena medida (que considero útil) es introducir en los currículos de las carreras biomédicas, ya sea a través de cursos básicos o electivos, las ideas y el pensamiento de la complejidad, y de esta manera, hacer menos traumático el cambio que se está produciendo en este sentido en el conocimiento científico contemporáneo y especialmente en el campo de la salud.

Comparto además las ideas plasmadas en el artículo "pasos hacia un pensamiento de la complejidad en salud" de las doctoras

Cada ser vivo y en particular el hombre, constituye un sistema complejo por excelencia, constituido por una inmensa red de redes en interacción no lineal.

fundamentación científica ante el modelo de la medicina occidental, las dos tienen un valor inestimable y debe lograrse una integración de ambos modelos en función de la salud.

Hoy aparecen escasos artículos que intentan dar una explicación científica a terapias como la homeopatía, la acupuntura, etc. Sin embargo, sucede algo similar a cuando Lorenz publicó el descubrimiento del 'efecto mariposa', pues no se han puesto de acuerdo médicos alópatas y holistas, físicos, matemáticos, bioquímicos y de otros campos, para abordar la temática de manera interdisciplinaria y transdisciplinaria, dejando de lado esquemas de pensamiento lineales, deterministas y mecánicos, en busca de la verdad científica, y que alcance alguna o algunas publicaciones en revistas de amplia divulgación, en un lenguaje co-

Denise Najmanovich y Vera Lennie,¹ cuando expresaban:

El universalismo del modelo médico hegemónico basado en la concepción mecánica de la ciencia de la simplicidad ha sido uno de los obstáculos más poderosos para que podamos producir nuevos sentidos. Afortunadamente, en las últimas décadas del siglo XX han comenzado a desarrollarse otros paradigmas, otras metáforas, y otros puntos de vista que están rompiendo ese cerco cognitivo y experiencial de la perspectiva clásica dándonos la posibilidad de ampliar, enriquecer y sofisticar el pensamiento y las prácticas de cuidado de la salud.

Desde las perspectivas de la complejidad no pueden existir barreras infranqueables entre lo propio y lo ajeno, el cuerpo y la mente, el individuo y la sociedad o los seres

por tanto, no puede regirse por parámetros abstractos, ligados a un arquetipo fijo y universal (el "hombre sano") ya sea este concebido como un "modelo ideal" o un "normal estadístico" (el Frankenstein de los "seguros de salud y de vida").

Finalmente, es importante expresar el convencimiento de que el pensamiento de la complejidad se vislumbra como fundamento científico para la investigación en los diversos campos del saber, y por su carácter universal y revolucionario se perfila como ciencia unificadora que sin duda dominará la discusión científica en el presente siglo y con particular incidencia en los sistemas biológicos y sociales. Más concretamente, como expresara a finales del siglo XX el celebre Stephen Hawking: "Yo pienso que el próximo siglo tiene que ser el siglo de la complejidad".

i. Artículo publicado en el sitio web: <http://www.fac.org.ar/tec/foros/cardtran/colab/Denise2.htm>

Bibliografía:

1. Morin E. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa, 1994
2. Schnitman DF. *Nuevos paradigmas. Cultura y subjetividad*. Buenos Aires.: Paidós, 1994.
3. Von Bertalanffy L: *Teoría general de los sistemas*. México. Buenos Aires: Editora F.C.E., 1991.
4. Prigogine, I.; Stengers, I.: *La nueva alianza*, Alianza Editorial, S.A., Madrid, 1983.
5. Nicolis, G.: *Prigogine, I.: Exploring Complexity*, W.H. Freeman and company, New York, 1989.
6. *Organization and Change in Complex Systems*. Edited by Marcelo Alonso. 1990. Paragon House, New York.
7. R. Solé y S. Manrubia: "Orden y Caos en Sistemas Complejos", Edicions UPC, España, 1993.
8. Michio Kaku: "Vision: How Science Will Revolutionize the 21st Century", Edited by Anchor Books Doubleday, USA, 1997.

pagosonline.net

**Venda las 24 horas
los 365 días del año**

**Reciba pagos con tarjetas
crédito y débito por internet**

 **DAVIVIENDA**

 **Banco de Occidente**

 **BANCOLOMBIA**
Porque todo puede ser mejor

 **COLPABANCO**

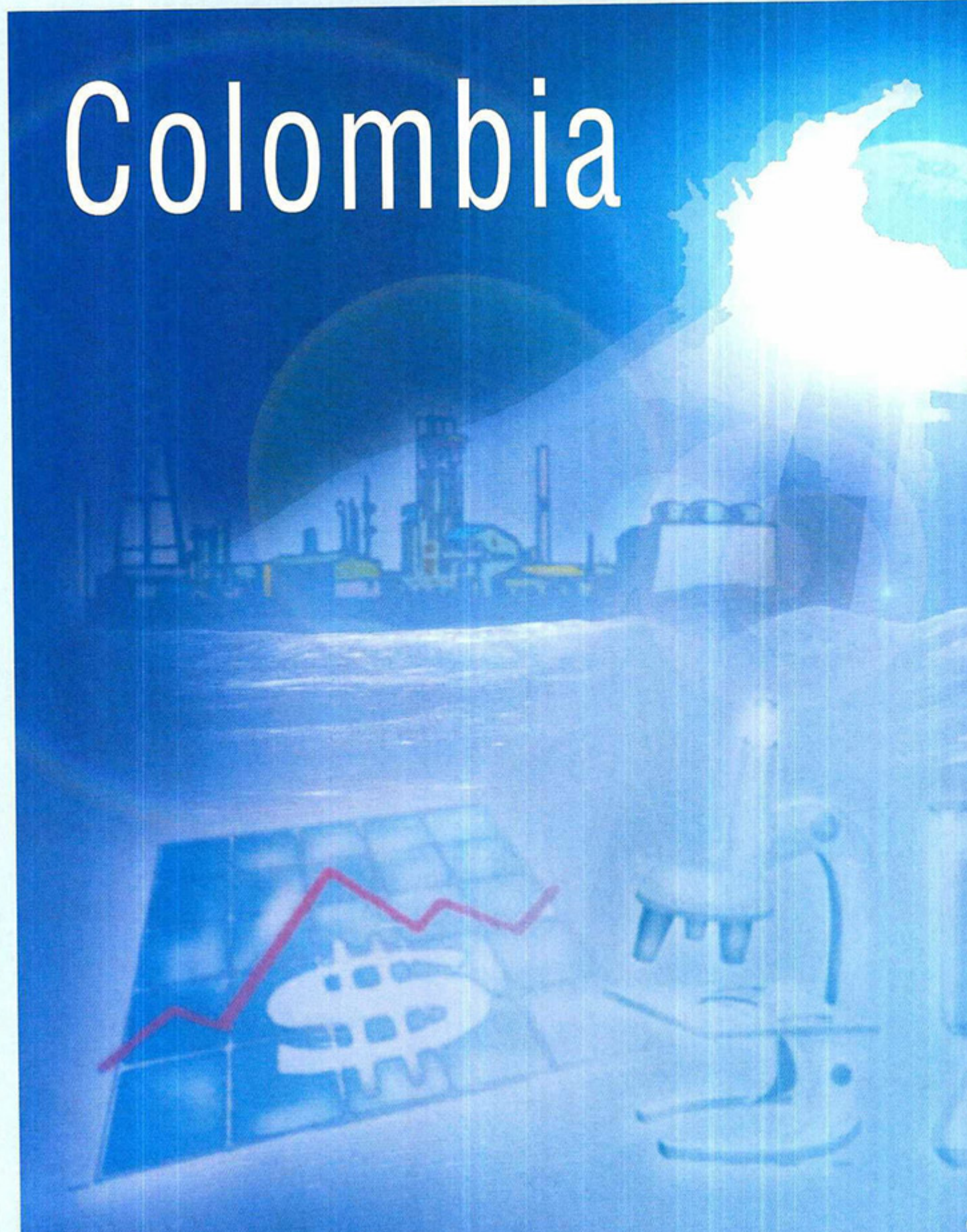
 **Conavi**
El Banco que quiere la gente

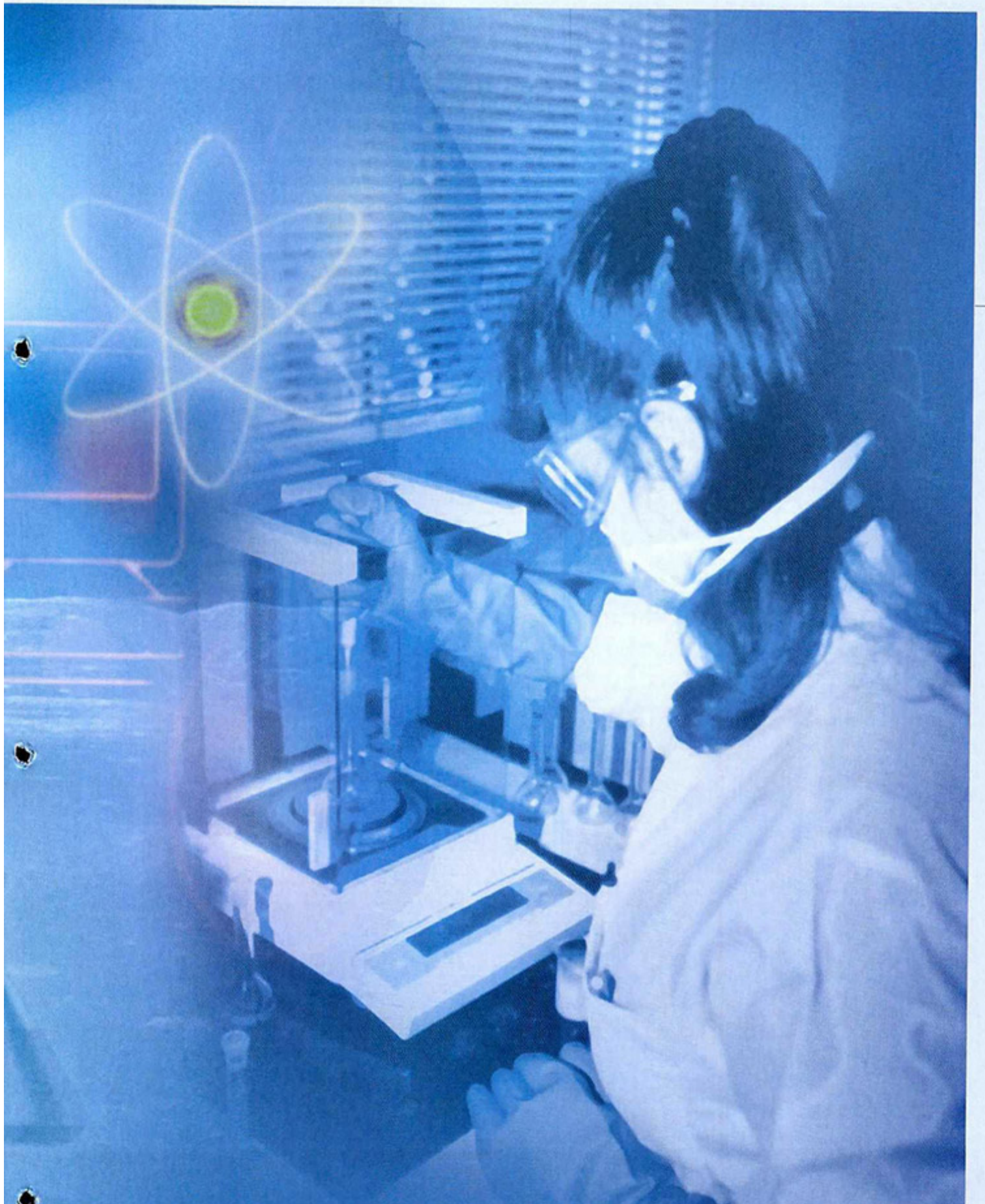
 **banco popular**
ESTE ES SU BANCO



 **Banco AVIA**

Colombia







Ciencia y tecnología en Colombia

José Luis Villaveces Cardoso

Director,

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

Bogotá, Colombia

E-mail: jvillaveces@ocyt.org.co

El momento actual en que acaba de finalizar el año 2004 es propicio para hacer balances sobre el estado de la ciencia y la tecnología en Colombia. Hace 10 años, en 1994, la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, que fue llamada por los medios la "Misión de los diez sabios", conformada por Eduardo Aldana Valdés, Fernando Chaparro Osorio, Gabriel García Márquez, Rodrigo Gutiérrez Duque, Rodolfo Llinás, Marco Palacios, Manuel Elkin Patarroyo, Eduardo Posada Flórez, Ángela Restrepo y Carlos Eduardo Vasco

entregaba su obra en diez volúmenes encabezados por el que se tituló "Colombia: al filo de la oportunidad" en los cuales diseñaron "una nueva carta de navegación" con los rumbos de la ciencia, la educación y el desarrollo trazados claramente sobre ella, que nos permitiera a los colombianos embarcarnos con confianza por los mares del siglo XXI.

Es tiempo, una década más tarde de comenzar a hacer balances. Lo primero es preguntarnos, ¿ciencia para qué en un país con tantos problemas?

Ciencia, ¿para qué?

El tema principal para construir la respuesta es que nuestra nación no puede continuar como menor de edad en el concierto de las naciones esperando que otras le dicten sus designios, le indiquen lo que debe hacer y le prohíban lo que no. Debemos pasar al estado de mayoría de edad que Kant definía ya hace algo más de doscientos años como la capacidad de servirnos de la propia razón para tomar las decisiones que nos competen, la posibilidad de hacer uso público de la razón y participar activamente en la toma racional de decisiones. En plena sociedad del conocimiento, eso quiere decir que debemos evolucionar hacia ser capaces de tomar nuestras decisiones con base en el uso de razonamientos fuertes basados en la observación y el ensayo cuidadosos, en la capacidad de argumentar y de escuchar los argumentos del otro, en la de ensayar, evaluar el resultado del ensayo y modificar en consecuencia nuestra acción, en medir, calcular y construir modelos mentales robustos, en estadísticas e indicadores, en la asimilación de la herencia cultural entera de la humanidad y la capacidad de aplicar esta herencia a la solución de nuestros problemas acá y ahora, de mejorar la productividad de nuestras empresas y de nuestro agro, de construir mejores instituciones, de manejar nuestra salud, de preservar el medio

de poder negociar con otras sin desventaja. En breve, debemos dejar atrás la actitud de tomar decisiones con base en lo hecho por otros hace décadas o siglos, con base en conjeturas sobre la posición de los astros o la buena disposición de imágenes, con base en consejas o en actitudes voluntaristas, decisiones que nos han llevado a la tragedia en que vivimos. Sustituir el pensamiento mágico, primitivo y caprichoso por uno fundado en el conocimiento de nuestra realidad humana, social y natural. Es decir, imbuirnos de cultura científica para dejar de ser juguete de quienes quieran servirse de nuestros recursos o de nuestras capacidades.

Los diez "sabios" de hace una década trazaron la tarea: mejorar la educación, transformar nuestras organizaciones públicas y privadas en organizaciones que aprendan, ampliar nuestras capacidades de producir conocimiento y "endogenizar" la ciencia y la tecnología. Para ello, había metas precisas que permitían seguir nuestro derrotero: llegar al uno por ciento del producto interno bruto en inversión en ciencia y tecnología y al uno por mil de los colombianos involucrados en tareas de ciencia y tecnología. Estas dos cifras se han convertido en mágicas para medir los "insumos" al proceso de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, después de las convocatorias hechas por Colciencias en 1998 y 2000 para escalafonar a los grupos y centros de investigación del país se abrió carrera la noción de que más importante que mirar los insumos es mirar los productos del proceso de investigación, que son los que en último término permiten saber si se está o no mejorando la situación en este sentido.

Producción de conocimiento

Comenzamos entonces el análisis de la producción de conocimiento y dentro de ésta la más exigente de todas: en la que aparecen las revistas científicas mejor establecidas del mundo, es decir, las que se

que publica el *Institute for Scientific Information (ISI)*¹. En la *figura 1*, se muestra el número de publicaciones de instituciones con domicilio en Colombia registradas en este índice. Evidentemente, esto no registra toda la producción científica colombiana, de manera que es sólo un indicador general, sin embargo, muestra fehacientemente el importante aumento en la generación de conocimiento en nuestro país. Se ven claramente dos épocas: la primera, corresponde a la década del ochenta y la segunda comienza hacia 1990 y continúa hoy. En esta última, la capacidad de publicación de los colombianos se incrementa sin cesar, mostrando que las políticas de los últimos quince años han tenido un efecto neto en la producción de conocimiento. Entre las causas que explican este crecimiento constante están los doctorados, que nacieron en Colombia en esta década y han tenido exigencias fuertes de publicación. En segundo lugar, los decretos que vinculan el salario de los profesores de la universidad pública con las publicaciones. Desde 1992 es así y aunque han existido abusos y excesos, en muchos casos se asumió la tarea de publicar y estamos viendo los resultados. En tercer lugar, los que se

formaron como doctores en el exterior, adquirieron buenos hábitos de publicación y han regresado y siguen haciéndolo. En cuarto lugar, las convocatorias de grupos y centros y los escalafones concomitantes, que han enviado el mensaje de que hay que publicar en buenas revistas. En quinto lugar, algunas entidades,

Colombia en el SCI
 Datos: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

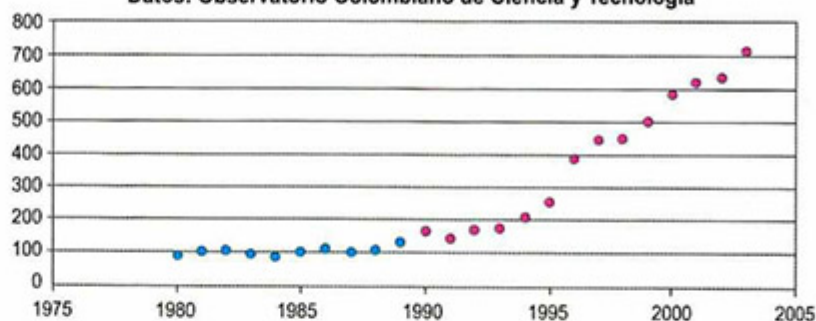


Figura 1.

Antioquia, la CIB, el CIDEIM, la Universidad del Norte y otras que han tenido mucha claridad en exigir publicaciones serias a sus investigadores. En sexto lugar, que todas las razones anteriores tienen un efecto de arrastre, es decir, afectan a cierto número de personas directamente, pero luego su ejemplo cunde indirectamente. Seguramente hay otras razones, pero éstas son probablemente las más importantes. En síntesis, son muchas señales enviadas desde la política que han producido un aumento importante en la producción de conocimiento en Colombia (*figura 2*).

Al mismo tiempo ha crecido mucho el número de instituciones en el país cuyos investigadores publican en estas revistas, aunque, como es natural, hay algunas en las cuales esta capacidad está muy concentrada (*figura 3*).

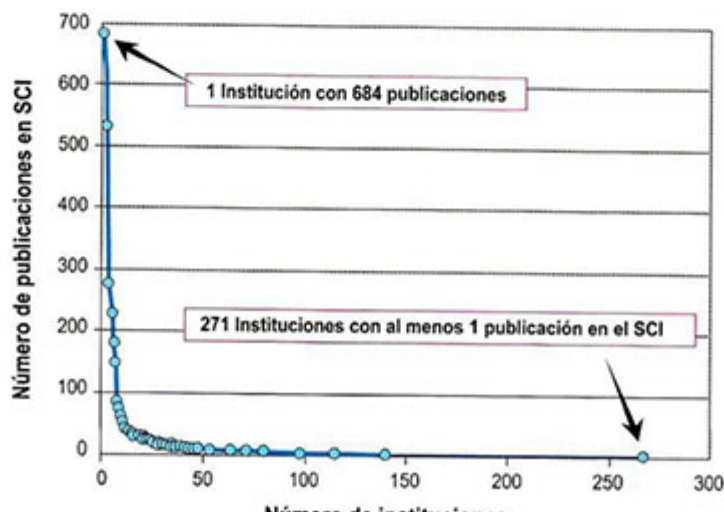
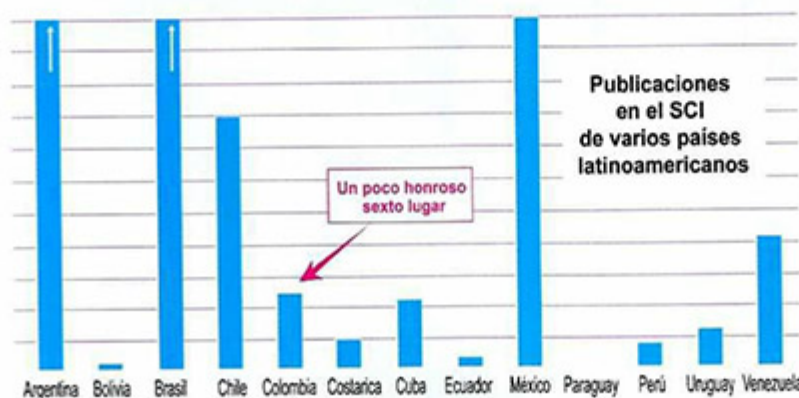




Figura 3.

En general, toda la capacidad de producción de los latinoamericanos ha crecido en la última década, como se puede ver en reciente boletín de la *National Science Foundation*² e incluso Colombia ha aumentado esa capacidad más que el promedio de nuestros países, sin embargo, aún tenemos una posición no muy honrosa en el sexto lugar, detrás de Brasil, México, Argentina, Chile y Venezuela. Sin duda, una meta razonable para los próximos años sería competir por el cuarto lugar con estos dos últimos países. Las razones

Figura 4.



para que ellos dos tengan mayor producción que nosotros son definitivamente de decisiones políticas. La más importante de ellas, la de formar gente a nivel doctoral. Colombia se demoró varias décadas más que ellos antes de iniciar la formación *in situ* de doctores y se ha descuidado mucho también en la formación en el exterior. Otras decisiones políticas fueron de enorme trascendencia: desde la década del cincuenta, aprovechando sus recursos petroleros Venezuela organizó importantes institutos de investigación como el IVIC o el INTEVEP

cerca de Caracas y más recientemente, toda la política chilena orientada a la exportación y a añadir valor a sus productos agrícolas y forestales ha aumentado apreciablemente su capacidad global de incorporar conocimiento en sus productos y en su vida cotidiana (figura 4).

Como ya dijimos, no toda la producción colombiana

Índice o base bibliográfica	Número de revistas	Número de artículos	Número de grupos
Science Citation Index	613	1.982	307
CAB	468	1.714	288
Index Medicus	353	1.297	209
Chemical Abstracts Plus	229	849	162
PsylNFO	71	140	50
Social Science Citation Index	69	115	52
Publindex	61	1.587	393
Econlit	31	145	34
Scielo	19	109	48
Arts and Humanities Citation Index	14	19	13

Tabla 1.
Circulación de las revistas donde han publicado grupos colombianos (1991-2003).

encuentra en revistas registradas en el *Science Citation Index*. La *tabla 1* nos muestra diversos índices donde se encuentran las publicaciones de los colombianos. Destaca en ella el *Publindex*, el índice colombiano de publicaciones científicas con 61 revistas registradas en él y 1587 artículos.

Hay muchas revistas que aparecen en más de uno de estos índices, y hay hasta nueve revistas que se encuentran en cinco de ellos. Estas son muy visibles y se puede esperar que lo que publican nuestros compatriotas en ellas tiene bastantes posibilidades de llegar a los interesados. Lo que es muy preocupante es que 1049 de las revistas en que publicaron los colombianos en el lapso 1991-2003 no se encuentran en ningún índice ni servicio de indexación y referenciación. Estas son invisibles y corresponden a las del aforismo de la "investigación que se queda en los anaqueles", es decir, con bastante probabilidad, lo que publicaron los colombianos en ellas—bueno o malo—no será conocido y no producirá ningún efecto (*figura 5*).

Productores de conocimiento

Además de las razones indicadas anteriormente para explicar el aumento colombiano en la producción de conocimiento, una evidente y muy notoria es el aumento en la cantidad de gente involucrada en estas actividades. La Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo estimaba en 1994 que debía haber unas cuatro mil personas dedicadas a estas labores y las estimaciones que se hacían en Colciencias en esa época, con información un poco más completa que la de la Misión eran que esta cifra debía ser algo menor. Hoy se han hecho varios ejercicios de medición y la información más completa es la que se encuentra en la base de datos Scienti de Colciencias³ que registró al terminar el año 2003 a más de

Figura 5.



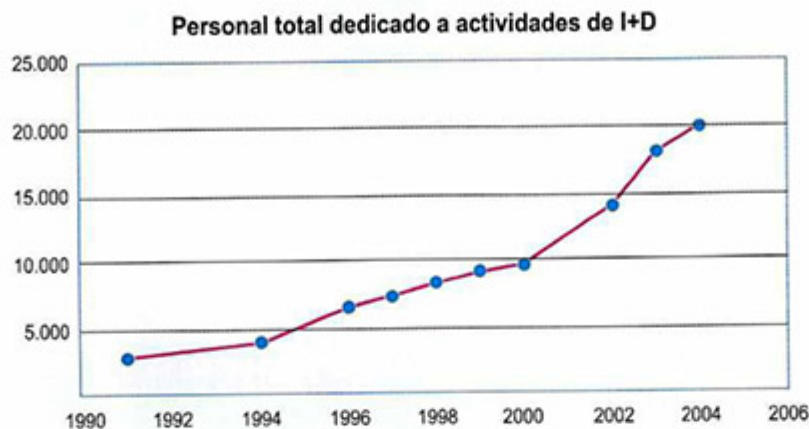


Figura 6

20.000 personas dedicadas en una u otra forma a la ciencia y la tecnología (figura 6).

Esta cifra incluye investigadores, estudiantes de posgrados, técnicos de laboratorio y colaboradores ocasionales y aunque no ha sido controlada recoge el universo de personas que declaran estar involucradas en la ciencia y la tecnología en una u otra forma y cualquier persona puede consultarla y verificar las hojas de vida, sus títulos, su producción científica y cualquier otro aspecto de esta información, de manera que si no ha sido controlada sí está sometida al escrutinio público y no puede quedar duda de que el número estuvo cerca de quintuplicarse en una década (figura 7).

Es interesante comparar este crecimiento con las recomendaciones de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. Hace diez años, ellos afirmaban que para el 2004 deberíamos estar en 36.000 personas dedicadas a actividades de ciencia y tecnología, basados en una población total de 36 millones de habitantes. Evidentemente estamos muy por debajo, pero vale la pena recalcar que en la década de mayores dificultades económicas en la vida nacional y con una complicada situación de orden público se cumplió más de la mitad de esta tarea. En la curva (figura 7) se ve que si se hace una prolongación aproximada de la tendencia, como la señalada con la línea en rojo y continuamos creciendo de la misma manera, hacia el año 2020 tendremos cincuenta mil personas en estas labores en un país que estará por los cincuenta millones de habitantes y se habrá alcanzado el umbral mágico del uno por mil. Algo de ánimo puede obtenerse del hecho de que en los últimos años parece haberse acelerado la tendencia al crecimiento. En cualquier caso, es necesaria una política clara para despertar vocaciones, para ayudar a la formación de jóvenes, para promover la formación doctoral tanto en Colombia como en el extranjero, para aprovechar el excelente ritmo de crecimiento que hemos logrado y mantenerlo hasta alcanzar las cotas necesarias para que



Figura 7

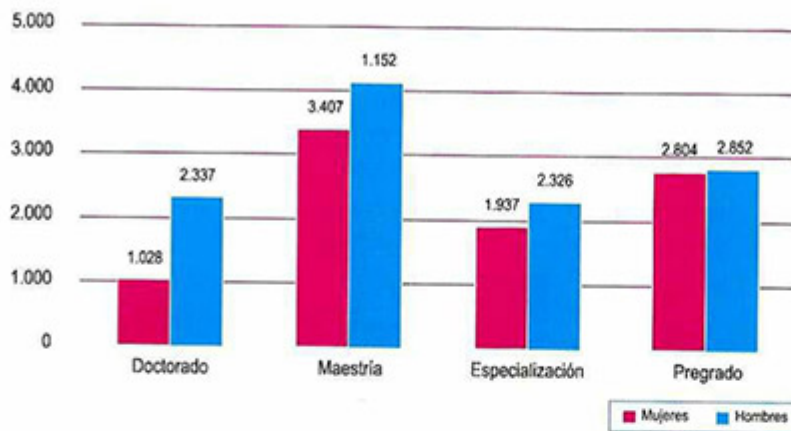


Figura 8

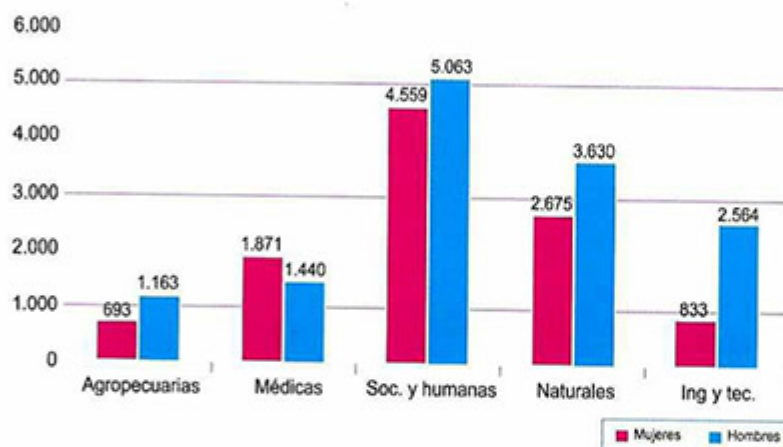


Figura 9

nuestro país arranque hacia el desarrollo autónomo y pueda jugar en la arena internacional (figura 8). Estas personas se reparten entre 10.631 mujeres y 13.861 hombres, de los cuales 3.365 tienen doctorado, 7.559 tienen maestría, 4.263 tienen título de especialización y 5.656 tan sólo tienen título de pregrado. La forma en que se reparten en las distintas áreas de la ciencia, según la clasificación de UNESCO se indica en la figura. Es notorio que los campos con más gente en nuestro país son el de las ciencias sociales y humanas y el de las ciencias naturales y que en el campo de las ciencias médicas es mayor el número de mujeres que de hombres (figura 9). Además, se encuentran organizadas en 2.062 grupos de investigación cuya distribución institucional se muestra en la tabla 2.

Cabe anotar que la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo estimaba con algo de optimismo la existencia de unos cuatrocientos grupos de investigación hace

Tipo de Institución	Total
Universidad pública	1.064
Universidad privada	782
Centro de investigación	46
Entidad gubernamental	66
ONG (fundación, asociación, consultores)	43
Instituto de investigación	23
Otros centros educativos	5
Empresa privada	13
Centro de desarrollo tecnológico	7
Asociación o gremio de la producción	3
Clinicas y hospitales	1
ND	9
Total	2.062

Tabla 2.
Grupos según
tipo de institución

diez años y recomendaba que esa cifra subiera a dos mil en la década que comenzaba. Esa al menos fue una meta cumplida al pie de la letra, con la ventaja de que el sistema Scienti de Colciencias nos permite hoy conocer a todos los dos mil grupos, sus objetivos, sus integrantes y su producción con todo detalle (figura 10).



Figura 10

Recursos para producir conocimiento

Tenemos así un panorama en el cual se ha aumentado de manera importante la producción de conocimiento en el país, debido a una serie de decisiones políticas acertadas. Una de las causas más importantes de este aumento es el crecimiento en el número de personas y de grupos de investigación involucrados. Llegamos así a la pregunta que inquieta a tantas personas. ¿Con qué recursos económicos y financieros se ha hecho esto y con cuáles contamos para el futuro? ¿Ha estado la política acompañada de la financiación correspondiente? Lo primero que se puede mirar es el presupuesto de Colciencias; para tener una vista de conjunto y apreciarlo bien es bueno mirarlo desde su fundación en 1968 (figura 11).

Al observar el conjunto cabe destacar varias cosas: la tendencia total de largo plazo, ha sido y sigue siendo creciente. Sobresalen tres picos grandes que corres-

contratados con el Banco Interamericano de Desarrollo, el tercero de los cuales es especialmente alto porque fue alto en sí mismo, pero además, porque llegó cuando aún se ejecutaba el segundo. Los periodistas de la escuela de Casandra suelen decir que el presupuesto de Colciencias ha disminuido mucho comparan-

do el que tuvo en 1996 con los subsiguientes y esto es estrictamente serio, pero es una mala comparación porque el de ese año fue especialmente alto por razones claras y no sirve como base de comparación. Sin duda todos deseáramos que fuera siempre como ese

y mucho mayor, pero esas son las cifras del deseo. Las de la realidad no son tan buenas, pero tampoco tan malas como esos deseos nos llevarían a concluir. De hecho, es bien interesante que en los años que van del presente siglo se haya recuperado la tendencia creciente en el presupuesto de Colciencias sin mediación de un crédito externo. Recientemente se ha empezado a hablar de contratar un nuevo empréstito para ciencia y tecnología y sería importante que los colombianos estuviesen atentos a estas negociaciones pues es bien visible el efecto positivo que han tenido los anteriores, máxime cuando se constata que entre lo que se hizo con ellos estuvieron los apoyos a la formación doctoral, los incentivos a la publicación, los estímulos a los grupos de investigación y la financiación directa de proyectos que tan buen efecto ha tenido en los años recientes según veíamos anteriormente.

Sin embargo, es necesario recordar que el presupuesto de Colciencias no es sino una fracción y bastante pequeña del presupuesto total que el país dedica a

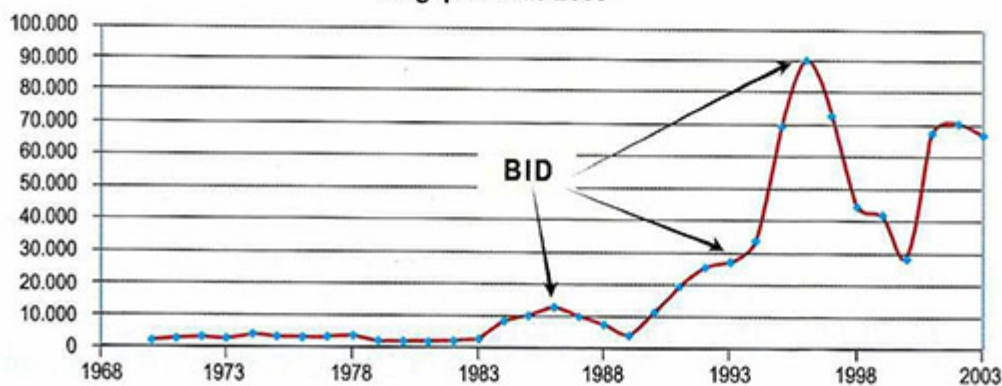
como el de Protección Social, el de Agricultura, el de Minas o el del Medio Ambiente tienen institutos de investigación que ejecutan presupuestos bastante mayores que el de Colciencias. Las universidades públicas tienen entre sus presupuestos partidas apreciables para la investigación. Algunos entes territoriales también invierten en estos temas y una fracción de los parafiscales que usan cafeteros, cañicultores, palmicultores y otros gremios también se usa en investigación. Más difícil de evaluar porque no se tiene la costumbre de recoger las cifras, pero sin duda significativa, es la inversión del sector privado en investigación y desarrollo. Cuando se suman todos estos aportes se tiene la cifra total de gasto en ciencia y tecnología que puede compararse con el simbólico 1% del PIB recomendado por la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo siguiendo las indicaciones de las Naciones Unidas. Sin embargo esta no es una tarea fácil. Ya dijimos que no se conoce la cifra invertida por los particulares aunque ciertamente es positiva. Es posible estimarla a partir de la existencia de institutos de investigación privados como el del plástico y del caucho o el de investigaciones en papel o a través de las contrataciones que muchas empresas ha-



Fotografía: Cortesía Corporación Inovar (Aenascol).

cen con centros de investigación y universidades, pero eso nos deja un margen de incertidumbre grande. Lo mismo sucede con lo invertido por universidades públicas y privadas. Cuando estas entidades compran un equipo de laboratorio, lo usan parcialmente en docencia y parcialmente en investigación; en igual forma, se reparte el trabajo de los profesores y otros recursos. Un ejercicio bien hecho discriminaría entre estas cifras, pero no se ha hecho ni siquiera en los institutos de investigación del gobierno nacional que también reparten sus recursos entre investigación y servicios de diversa índole que no son estrictamente ciencia y tecnología. Ello lleva a que si se es bastante riguroso, puede plantearse una cifra mínima de gasto nacional en ciencia y tecnología para cada año y también puede

Presupuesto ejecutado por Colciencias 1968 - 2003
Megapesos de 2003



asegurarse que la cifra real está en alguna medida por encima, pero nuestra nación no está –ni ninguna de las naciones vecinas, para ser realistas– en capacidad de aseverar la suma exacta. Lo que se puede es fijar un intervalo de confianza, una “banda” dentro de la cual, con mucha probabilidad, está la cifra real.

Esa banda está indicada dentro de la *figura 12* y como se ve, se ha mantenido más o menos constante con una ligera tendencia al alza, entre 0,2% y 0,4% del PIB. En la gráfica se muestra, para comparación, la cifra simbólica del 1%, bastante lejana todavía y otra cifra simbólica, la del 0,67% que fue la promesa del gobierno de Álvaro Uribe, consagrada en su plan de desarrollo aprobado a finales de 2002, aunque tampoco parece que se esté avanzando hacia ella.

última década, aunque bastante menos que lo recomendado por la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. En términos de calidad, también son importantes los avances; el que aparezcan ahora los resultados de los colombianos en las revistas indexadas es muestra de que se están dejando evaluar nuestros investigadores por sus pares del mundo y están saliendo airosos de tales evaluaciones. Los doctorados mantienen un alto nivel y, de hecho, la densidad de publicaciones indexadas de nuestros doctorandos es superior al promedio mundial. El gran lunar son las mil revistas que no aparecen en ningún índice, pero con la creación y consolidación del Publindex colombiano, con la vinculación de nuestro país a otras iniciativas como el Latindex o el sistema Scielo de los brasileños y la aparición del directorio Scienti que somete al escrutinio

público las acciones, el movimiento hacia la calidad es innegable. Todo indica que en este sentido estamos en medio de un cambio cultural que comienza a consolidarse. Las publicaciones del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, en especial el primer anuario de indicadores de estos temas en

nuestro país,⁴ complementan mucho de lo aquí expuesto y permiten hacer el seguimiento a estas aseveraciones.

En cuanto a la “pertinencia”, la discusión es más difícil. La noción de pertinencia es enteramente subjetiva. Dice de ella la Academia de la Lengua que corresponde a la calidad de pertinente, que se define como: (*Del lat. Pertinens, entis, part. act. de pertinere, pertenecer*). 1. *adj. Perteneciente o correspondiente a algo*

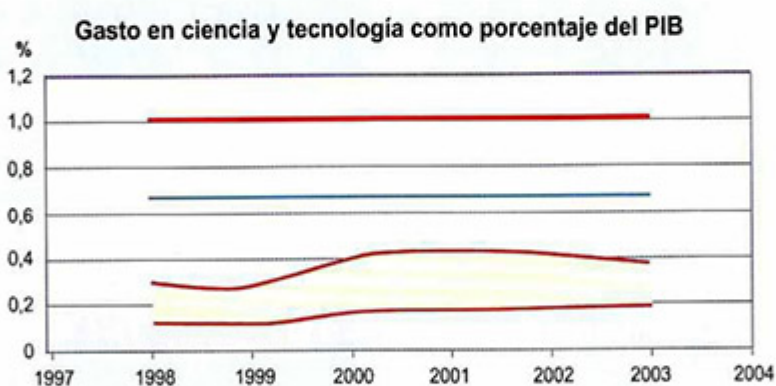


Figura 12

A manera de conclusión

En estos temas no tiene sentido “concluir” estrictamente, pues son dinámicos y sometidos a presiones y cambios. Al hablar de ciencia y tecnología suelen invocarse los términos “calidad” y “pertinencia”. Hemos mostrado algunas cifras que nos permiten asegurar que, en términos de cantidad, la ciencia y la tecnología en Colombia han avanzado mucho en la

Un teatro con su pertinente escenario; 2. adj. Que viene a propósito. Ese argumento sobra y no es aquí pertinente y 3. adj. Der. Conducente o concerniente al pleito. La pertinencia no se da en abstracto, sino en relación con algo. Con un sistema de valores, con una política y con una definición de prioridades, es decir, con las opciones personales o particulares de algún conjunto de individuos. La acción que es pertinente para unos no lo será para otros. Y así, los avances que acá hemos comentado parecerán pertinentes a unos para lo suyo y a otros no. Como no queremos tomar aquí posición, no ahondamos en el tema de la pertinencia.

Lo que sí es fundamental y puede medirse es la capacidad global de una sociedad de trabajar con el conocimiento. De crearlo, asimilarlo, transformarlo, adaptarlo y usarlo. Y la capacidad global de usar el conocimiento de la sociedad colombiana ha crecido en forma acelerada desde que los diez sabios hicieron sus recomendaciones. Hoy la situación es bastante mejor y todo indica que seguirá mejorando gracias al tesón de los investigadores, gracias a los pequeños aumentos en el presupuesto de Colciencias, gracias a las políticas que han organizado mucho más el conjunto, gracias al esfuerzo de algunas universidades por hacer doctorados de calidad y gracias a las muchas vocaciones nuevas despertadas en los jóvenes. Desafortunadamente, estos esfuerzos no han contado con un apoyo económico concomitante y es fácilmente previsible que las tendencias no se puedan mantener si la situación económica no cambia en el inmediato futuro. No se desarrolla una sociedad sólo con la voluntad y el esfuerzo de unos pocos, es también necesario el apoyo colectivo que se expresa, en primer lugar, en la asignación de recursos financieros. Tal vez igual de necesario es que nuestros periodistas y comunicadores se den cuenta de que este proceso tan importante está ocurriendo y añadan a sus noticias de sangre y farándula

la una información seria que lleve a los colombianos la información de que hemos entrado en un proceso de incremento de nuestra capacidad de trabajar con el conocimiento y de que pese a todas las dificultades y al retraso que llevamos, sí nos estamos preparando para la sociedad globalizada del siglo XXI, para la sociedad del conocimiento. Es necesario que esta información llegue a quienes toman las decisiones en nuestra nación en los sectores público y privado, a los políticos y empresarios, a los dirigentes gremiales y a los tecnócratas que en alta proporción, siguen tomando decisiones equivocadas con base en la desinformación. Aunque comenzamos de muy abajo vamos bien, pero si esto no se informa a todos nuestros conciudadanos para que se convierta en un esfuerzo nacional puede que las buenas bases sentadas no nos lleven mucho más allá.

Referencias:

1. Para mayor información puede consultarse: <http://isiwebofknowledge.com/>
2. Derek L.: Hill NSF Info Brief, agosto 2004. Disponible en <http://www.nsf.gov/sbe/srs/>
3. www.colciencias.gov.co/scienti.
4. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. "Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia, 2004". Puede solicitarse al Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Carrera 7 No 39-08, Bogotá, D.C., Colombia o descargarse como pdf de la página web de esta entidad. <http://www.ocyt.org.co/COLOMBIA2004.pdf>



*Para una ética de la ciencia
y la tecnología*

El silogismo CTS¹

Guillermo Hoyos Vásquez

*Director del Instituto de Estudios Sociales y Culturales PENSAR,
Universidad Javeriana,
Bogotá, Colombia.
E-mail: gboyos@javeriana.edu.co*

Los programas de ciencia, tecnología, sociedad e innovación hacen una referencia cada vez más explícita, desde el punto de vista de la filosofía de la ciencia y aún más desde el de la filosofía práctica, a las relaciones entre ciencia y ética. Se trata de reflexionar sobre la ciencia, la técnica y la tecnología en un mundo globalizado desde un punto de vista moral, desde una perspectiva ética y política.

Analizaremos aquí brevemente dos de los más recientes argumentos en búsqueda de las relaciones entre la moral y el conocimiento científico y sus posibilidades de aplicación en el campo de la economía; los planteamientos del Premio Nóbel de Economía, Amartya Sen, acerca del desarrollo como libertad y fomento de la democracia;² y desde un punto de vista todavía más englobante y fundamental, los de Peter Singer en torno a la ética de la globalización.³

Analizando el silogismo CTS

Para aclarar mejor el sentido de nuestras reflexiones, partimos de un análisis del "silogismo CTS" anunciado en el título de este ensayo, cuya formulación es la siguiente:

Mayor: "La innovación y el desarrollo científico-tecnológico es un producto social resultante de factores culturales, políticos y económicos, además de factores técnicos y cognitivos. La presencia de incertidumbre y valores externos hace posible el escrutinio social de la ciencia-tecnología".

El contenido mayor del silogismo se refiere al origen de la ciencia y la tecnología en los procesos sociales, culturales y productivos. Es obvio que el desarrollo científico y tecnológico depende del estado de desarrollo cultural, económico y social de una comunidad o de una nación. Pero es necesaria la reflexión sobre la ciencia, la tecnología y las posibilidades de innovación en el momento que se presenten incertidumbres, por ejemplo, en relación con determinadas aplicaciones y con los valores de una comunidad. El tema es ver a quién corresponde este tipo de evaluaciones acerca de la pertinencia, lo prioritario e inclusive lo correcto de determinadas articulaciones de la investigación científica; lo mismo podría preguntarse acerca de la urgencia o coherencia de políticas relacionadas con la innovación tecnológica.

En este sentido, lo que busca la premisa mayor es, sin duda, enfatizar la relación entre el

desarrollo cultural de las sociedades y su producción científica, lo cual obliga a reflexionar sobre los valores de dicha sociedad, si se quiere asumir un sentido responsable con respecto al desarrollo científico y a sus aplicaciones técnicas y tecnológicas. Estamos hablando naturalmente de valores religiosos, culturales, políticos y sociales, todos aquellos que conforman en sentido muy amplio "los valores morales" de un pueblo, por ello su tratamiento es eminentemente "social".

El argumento continúa con una *primera premisa menor*: "La política científico-tecnológica es un factor determinante principal que contribuye a modelar nuestras formas de vida y ordenamiento institucional. Constituye un asunto público de primera magnitud".

Lo que aquí se afirma está íntimamente relacionado con la primera proposición. Si allí se acentuaba que la ciencia y la tecnología dependían del desarrollo cultural y económico de una sociedad, aquí se invierte el sentido de dicha afirmación para mostrar cómo influye el desarrollo científico y tecnológico en la conformación de nuestro mundo de la vida, en nuestras relaciones sociales y en el fortalecimiento de las instituciones. Cuando se habla de una 'sociedad del conocimiento' se está

una reflexión, evaluación y discusión pública continua. Por ello afirmamos que los temas de la ciencia y la tecnología no son sólo asunto de los académicos, de las universidades o de los centros de investigación, sino que son temas públicos y pertenecen al público en general, es decir a ciudadanas y ciudadanos en el ámbito de lo público, donde se genera el sentido del bien público como bien común para todos.

Aquí se origina el sentido de responsabilidad ciudadana con respecto al conocimiento científico y de éste en referencia a la construcción de ciudadanía. Por tanto, si en la *mayor* del silogismo destacábamos los términos '*valores*' y '*social*', ahora acentuamos '*lo público*', en cuanto pensamos que toda discusión en la sociedad civil en torno a los valores, en especial los que orientan la actividad científica y tecnológica, es de índole eminentemente pública.

Viene ahora una *segunda premisa menor* significativamente breve e igualmente densa: "Compartimos un compromiso democrático básico".

Naturalmente se toma aquí una 'predecisión' en favor de una forma de vida social, herencia de la modernidad, sustentable también desde el punto de vista de la filosofía moral, política y del derecho. En el lugar de la argumentación que analizamos significa que la democracia es la que puede fortalecer el sentido de lo público, espacio en el que se constituyen ciudadanas y ciudadanos como diferentes en su diferencia, es decir como interlocutores válidos. Lo que cohesionan esta multiplicidad es la '*confianza*' como posibilidad de relacionarnos como extraños y desde esta relación confiar en las instituciones democráticas y en el Estado de derecho.

La *conclusión del silogismo* es clara: "Por tanto, deberíamos promover la evaluación y regulación social del cambio científico-tecnológico. Lo cual significa proveer las bases educativas para una participación pública informada, así como crear los mecanismos institucionales para hacer posible tal participación".

Conclusiones del silogismo CTS

En esta conclusión quisiéramos destacar cuatro aspectos importantes:

a) La evaluación y regulación de las políticas científicas y tecnológicas debe darse en procesos sociales incluyentes. Es asunto, en



Fotografía: Cortés Corporación Innoval.

enfazando este influjo de las políticas científicas en nuestras formas de vida. Lo importante es señalar que esta relación entre ciencia y tecnología, por un lado, y sociedad con sus valores, cultura e instituciones, por otro, exige

cierta manera, de soberanía popular, es decir, de ejercicio de la ciudadanía.

b) El significado de la *educación* en todo este asunto. Una concepción humanista del desarrollo científico y tecnológico depende de la educación que se dé a nuestros jóvenes. De aquí la importancia de una educación no reduccionista, que sólo privilegie aspectos cognitivos de ciertos saberes, descuidando las ciencias sociales, las humanidades y las artes. Tan importante como una formación rigurosa en las ciencias empírico analíticas, es la formación en competencias ciudadanas.

c) La importancia de la *participación ciudadana* en todos estos procesos de evaluación del desarrollo científico y tecnológico. Piénsese únicamente en lo que significa la opinión pública en todo lo relacionado con el 'medio ambiente'.

d) Finalmente, la relevancia de las *políticas institucionales públicas* en toda esta problemática. Se impone una política de ciencia y tecnología orientada por principios morales ético-políticos, que correspondan al bien común de un público constituido por ciudadanas y ciudadanos iguales en sus diferencias.

Los principios éticos de la ciencia moderna

Ahora podemos complementar este dispositivo de argumentación con un marco teórico que nos permita comprender mejor las relaciones entre ciencia, tecnología y ética. En la discusión contemporánea, la crítica de la fenomenología (Husserl, Heidegger) al desarrollo moderno de la ciencia busca reconstruir las estructuras subjetivas del mundo de la vida y los padres de la Teoría Crítica de la Sociedad (Adorno, Horkheimer, Marcuse) pretenden concretar esta reconstrucción en sus aspectos sociales, políticos y económicos.⁴ Sin embargo, ambas críticas adolecen de cierto fundamentalismo al no ofrecer una visión positiva de la ciencia y la tecnología desde una concepción ético-política. Esto se hace posible desde una teoría del actuar comunicacional, gracias tanto al diálogo interdisciplinario de los diversos saberes, como a la relación entre los expertos y la sociedad civil. De esta forma, se estaría estableciendo,

diferencia entre modernización y modernidad, y en ésta, la complementariedad entre el punto de vista de la 'alta iglesia' (los expertos) y el de la 'baja iglesia' (la sociedad civil).⁵ Aquí vale también algo semejante a la expresión de Jürgen Habermas: "No el filósofo sino los ciudadanos deben tener la última palabra".⁶ No los científicos, ni los ingenieros, ni los técnicos, los ciudadanos tienen la última palabra en lo relativo a la incidencia social de la ciencia, la técnica y la tecnología.

Este planteamiento propositivo del problema de la ciencia y la técnica permite ver cómo una racionalidad instrumental, en lugar de orientarse a la colonización del mundo de la vida, puede ser articulación de la razón práctica. Lo revolucionario de una comprensión de la racionalidad estratégica en el marco de la problemática de CTSI, orientada en su uso pragmático por la razón práctica, es la posibilidad de plantear la complementariedad necesaria entre racionalidad sistémica y actuar comunicacional. Esta reconstruye el contexto ético y político en el que se desarrollan la ciencia y la tecnología, referidas así al mundo de la vida en el marco de la sociedad civil; pero además, la razón comunicativa puede llegar también a trascender inclusive los intereses de una nación en el horizonte universal del uso moral de la razón práctica.

Este uso pragmático (heredado del empirismo) de la razón práctica, en el contexto de su uso ético, en relación con la *polis* (Aristóteles), y en el horizonte universal de su uso moral (Kant), puede ser llevado a tres principios que nos ayuden a sintetizar los fundamentos de la relación entre la ciencia y la moral:⁷

a) El *principio 'responsabilidad'* asumido discursivamente para evitar los dos extremos en la reflexión sobre la cultura científica. Quienes consideran la necesidad de separar radicalmente ciencia y ética, optan por la neutralidad de aquella para maximizar su desarrollo; la respuesta desde el extremo opuesto suele ser el moralismo de quienes quisieran asumir una especie de magisterio infalible por parte de la filosofía. Se trata más bien de articular socialmente el sentido de responsabilidad, en el que están comprometidas tanto las ciencias, como la cultura y la

es el debate crítico y público, del cual los procesos educativos son lugar privilegiado, acerca del *ethos* cultural y del sentido del desarrollo material y social de una nación.

b) El *principio 'teórico'* de la ciencia y la tecnología: si se reconoce que la ciencia es el resultado progresivo de actividades racionales, en ella misma hay que depositar la confianza del saber, de sus aplicaciones, de posibles correcciones. La criticabilidad, característica fundamental del conocimiento, es la nota promisorio de una educación para la responsabilidad, para la mayoría de edad, para un renovado *ethos* cultural, que capacite para reconocer los límites de la ciencia y la técnica, para discernir la oportunidad de determinadas aplicaciones, para comprender el sentido último de la racionalidad científica: siempre en relación necesaria con lo razonable expuesto en los motivos del actuar humano, en los principios de la participación, de la equidad y del desarrollo sostenible y en las concepciones de la vida digna. Por ello, un capítulo importante de la responsabilidad con respecto a la ciencia y la tecnología es considerar muy positivamente aquellos campos en los que el desarrollo científico abre nuevas posibilidades de acción social.

c) El *principio de la razón práctica*: en lugar de una crítica radical, motivada por ciertas aplicaciones ambivalentes del conocimiento científico y por resultados negativos, no sólo es posible, sino que puede ser necesario, asumiendo el *sentido de responsabilidad*, orientar propositivamente el desarrollo de la ciencia para fortalecer el proceso mismo de modernización, para resolver con su ayuda los nuevos retos que éste pone de presente y para integrar cada vez más razonablemente los aspectos del desarrollo material del mundo de la vida con los aspectos culturales, éticos y políticos de la sociedad civil. Por ello, una responsabilidad que no quiera llegar tarde, debe en cierta forma, adelantarse creativamente al desarrollo científico, gracias a propuestas humanitarias que orienten las organizaciones, los procesos educativos y las políticas culturales. "En lugar de andar siempre detrás de la investigación, el discurso de la responsabilidad debería acompañarla, inclusive orientarla prospectivamente: si de todas formas el búho de Minerva sólo vuela al atardecer, ¿entonces por qué no al atardecer de la investigación?"⁸

Ética y economía: el nuevo nombre de la economía política

Los planteamientos anteriores, desde el punto de vista de la teoría de la argumentación y de una reflexión filosófica acerca de las relaciones entre la ciencia y la moral, nos permiten analizar brevemente la relevancia del punto de vista moral en relación con el sentido del desarrollo económico propiciado por la ciencia y la tecnología en tiempos de globalización neoliberal.

Quisiera tomar como marco de referencia para este análisis dos textos: uno nacional, la presentación en Colombia, hace más de un año del Informe de Desarrollo Humano de las Naciones Unidas, coordinado por Hernando Gómez Buendía: "El conflicto, callejón con salida"⁹ y que nos servirá de contexto para poder comprender mejor el segundo. El otro texto se refiere a un fenómeno más englobante, que se va confirmando a diario, el de las "falacias de la globalización".¹⁰

Entre muchas caracterizaciones de la globalización, puede servirnos para nuestra posición crítica con respecto a su instrumentalización neoliberal, ésta de Ignacio Ramonet: "la globalización económica, el triunfo de los mercados, la llamada al libre comercio integral, el retroceso continuo de lo político, todo esto participa en un proyecto que hay que llamar ideológico, el de un ultraliberalismo desbocado, abandonado a sus propias torpezas, portador de nuevas desigualdades y de opresiones concretas".¹¹

En contraste con esto proponemos los planteamientos de Amartya Sen acerca del desarrollo como libertad, como una de las formas de acercarnos al fenómeno de la globalización desde una perspectiva ética.¹² Para ello distingue entre dos actitudes con respecto al proceso de desarrollo: la primera piensa que el desarrollo es un proceso 'feroz', con mucha 'sangre, sudor y lágrimas' en un mundo en el que la prudencia exige dureza. Prudencia en este modelo significa rechazar una serie de políticas públicas tales como: redes de protección social que protejan a las personas muy pobres, el proporcionar servicios sociales a la población en general, "apoyar—demasiado pronto—los derechos políticos y humanos y el 'lujo' de la democracia. Según



Fotografía: Sergio Trujillo Domínguez y Cía.

esta severa actitud, estas cosas pueden defenderse más tarde, cuando el proceso de desarrollo haya dado suficientes frutos. Lo que se necesita aquí y ahora es 'dureza y disciplina'... Esta dura actitud contrasta con otro punto de vista según el cual el desarrollo es esencialmente un proceso 'agradable'".

Para Sen, es necesario considerar dos aspectos complementarios de la economía. El sentido del beneficio, expresado en la sentencia ya clásica de Adam Smith en la *Riqueza de las naciones*: "No es de la benevolencia del carnicero, el cervecero o el panadero de la que esperamos el alimento, sino de la consideración de su propio interés. No invocamos sus sentimientos humanitarios sino su amor propio".¹³

Pero hay que tener en cuenta también el punto de vista ético, expresado ya desde entonces por el mismo Adam Smith en su obra acerca de los sentimientos morales en relación con la economía, lo que significa tener también en cuenta aspectos relacionados con el fomento de la productividad y eficiencia económica, con el desarrollo de la cooperación en el trabajo y en el mercado y con el fortalecimiento de la confianza. La gestión económica debe preocuparse por prevenir la corrupción y las irregularidades en la sociedad civil, debe proteger el medio ambiente y fomentar la sostenibilidad del desarrollo económico. Finalmente, debe procurar el fortalecimiento de los derechos humanos junto con el intento de eliminar la pobreza, lo que permitirá prevenir de mejor manera el crimen y la violencia con el apoyo institucional.¹⁴

Desde la perspectiva de Amartya Sen y su principio de justicia como equidad no sólo de

cias personales y sociales, puede entonces establecerse como un 'deber de humanidad' de las empresas, de las instituciones y de la economía en general, contribuir a la creación de un mundo en el que todos los seres humanos vean satisfechas sus necesidades con calidad.

"Un mundo: la ética de la globalización"

Es la tesis que acaba de desarrollar Peter Singer, autor de *Ética para vivir mejor*, australiano, profesor desde 1999 en el Centro para Valores Humanos de la Universidad de Princeton, en su reciente publicación acerca de la ética de la globalización. Este libro coincide en su tesis central acerca de la globalización y el reto ético-moral de fortalecer la concepción y realización de los ideales que definen las Naciones Unidas, con los planteamientos de Jürgen Habermas en torno a las posibilidades de solucionar democráticamente los conflictos de una sociedad postsecular, que afloran precisamente en tiempos de globalización.¹⁵

Las tesis de Singer en sus conferencias para la Fundación Dwight Harrington Terry (2002) acerca de "La religión a la luz de la ciencia y la filosofía", se ven ratificadas, como lo afirma en el "Prefacio para la segunda edición" por la situación internacional actual: "Este libro argumenta que en la medida en que las naciones del mundo se mueven más estrechamente entre ellas para abordar asuntos globales como el mercado, el cambio climático, la justicia y la pobreza, en la misma medida nuestros líderes nacionales tienen que asumir una perspectiva mucho más amplia que la del autointerés nacional. En un mundo tienen que tomar una perspectiva ética con respecto a la globalización. Sin embargo, los nueve meses que han pasado desde la publicación de este libro, han sido dominados por la guerra de Irak... ¿Cómo han hecho cambiar estos eventos las perspectivas para un acercamiento ético a estos temas como el propuesto en este libro?" (p. ix).¹⁶

Las éticas de la globalización exigirían coherencia entre los Estados en el cumplimiento de tareas mundiales en relación con el medio ambiente (clima y capa de ozono, etc.), con un



“...puede entonces establecerse como un ‘deber de humanidad’ de las empresas, de las instituciones y de la economía en general, contribuir a la creación de un mundo en el que todos los seres humanos vean satisfechas sus necesidades con calidad”.

manos (Corte Internacional y Naciones Unidas) y lucha internacional contra la pobreza. Pero es todavía más grave, cuando una nación cualquiera pretenda declararse a sí misma policía mundial, lo que equivale efectivamente a rechazar la posibilidad de que el mundo sea gobernado por leyes justas, antes que por la imposición de un poder puramente militar... “En este caso se estaría asumiendo la función del gobernante, imaginada ya por Hobbes, que tiene poder pero no autoridad moral en un mundo en el que el conflicto simplemente se suprime, pero no se resuelve. Es preferible la visión del mundo ofrecida por Kant en su libro *La paz perpetua*, en el que invoca un sistema en el que los Estados renunciarían, para conformar una federación mundial, al monopolio de la fuerza. La federación mundial poseería la autoridad moral de un cuerpo que fuera establecido por el acuerdo mutuo y que alcanzara sus decisiones de manera imparcial. En el mundo moderno esto significa la existencia de unas Naciones Unidas reformadas, con fuerza adecuada bajo su mando y con procedimientos imparciales para decidir cuándo debe usarse dicha fuerza” (pp. xiii-xiv).

Esto es todavía más urgente, cuando se piensa que problemas como el del terrorismo internacional hacen cada vez más patente que vivimos en un mundo en el que las fronteras no

ativas o represivas: “para frenar el terrorismo internacional se requiere cooperación internacional” (p. xiv). Un mundo amenazado como totalidad, sólo puede salvarse como “uno”, es decir con base en cooperación multilateral, en justicia como equidad y en participación democrática en el horizonte de una ciudadanía cosmopolita.

Las Naciones Unidas, poco antes del 11 de septiembre, eran conscientes de que si no había una preocupación altruista entre las naciones ricas por las pobres, el propio interés de los poderosos debería llevarlos a ello: “en la aldea global, la pobreza de alguien puede llegar a convertirse en problema propio: de falta de mercados para los propios productos,

inmigración ilegal, polución del ambiente, enfermedades contagiosas, inseguridad, fanatismo, terrorismo” (p. 7).

Lo que ocurre actualmente es que nos hemos acostumbrado a vivir con la idea de que los Estados soberanos en sus relaciones internacionales son la garantía de la paz mundial. Hoy la internacionalización debe pensarse en el marco de la globalización, en la que comenzamos a movernos más allá de los lazos entre las naciones y más allá de los Estados nación. Esto nos obliga a pensar la globalización desde un punto de vista ético, que permita hacer realidad la idea de una ciudadanía cosmopolita.

A partir de la modernidad se comprendió la ética de una sociedad como su reflexión sobre la estructura social y económica a la que ha dado origen el conocimiento, la cultura, la ciencia y la tecnología. En este sentido, una ética de la globalización tendría que responder a los retos del desarrollo como libertad en un mundo en el que se reconozcan las diferencias y se vaya logrando democráticamente mayor equidad de oportunidades y competencias: “Si la revolución de las comunicaciones ha creado una audiencia global, entonces debemos sentir la necesidad de justificar nuestro comportamiento ante todo el mundo. Este cambio crea la base material para una nueva ética que servirá a los intereses de todos aquellos que viven en este planeta de un

modo tal que, independientemente de toda retórica, no había conformado nunca ninguna ética previa" (p. 12).

Si esta consideración por una nueva ética parece suscitar la sospecha de responder a una inclinación de solidaridad humana muy generosa, también se puede hacer otra consideración. Los grandes imperios del pasado: los persas, los romanos, los chinos, los ingleses, fueron capaces de defender sus fronteras mediante el poder militar. En el siglo XXI no parece que siquiera la mayor potencia militar y económica pudiera lograrlo. La tesis de Singer es que nuestra posibilidad de superar la era de la globalización en buena forma dependerá de la manera como respondamos éticamente a la idea de que vivimos en un mundo. Las naciones ricas, al no asumir en el pasado un punto de vista ético cosmopolita, han cometido un grave error; el riesgo que corren ahora en el mediano plazo es poner en peligro su seguridad. Es el costo moral, cuando se ignora la responsabilidad.

Se argumenta por tanto, que en un mundo que está cambiando por la globalización, es imperativo el sentido de la responsabilidad, que permita comprender la globalización de la solidaridad en 'un mundo'. Esta responsabilidad muestra que es necesario tener en cuenta que compartimos una atmósfera, un medio ambiente y unos recursos comunes (Protocolo de Kyoto, Foro Mundial de Río), que la economía globalizada exige compromisos comunes (justicia como equidad, comercio, trabajo, etc.), que se requiere una legalidad internacional en relación con la Declaración Universal de los Derechos Humanos (Corte Penal Internacional), dado que es necesario ir conformando una comunidad universal (ciudadanía cosmopolita, tolerancia y reconciliación, lucha contra la desigualdad entre los países). Si la globalización se asume desde un punto de vista ético, es decir, cooperativo, inclusivo, solidario, compartido y democrático (Naciones Unidas reformadas), es posible un mundo mejor, en el que las amenazas violentas se vayan reduciendo a medida que se reducen las inequidades.

Singer termina sus reflexiones de forma optimista: "Los siglos XV y XVI son famosos por los viajes de descubrimiento que mostraron que el mundo es redondo. El siglo XVIII vivió las primeras proclamaciones de los derechos hu-

el siglo XX hizo posible para un ser humano mirar nuestro planeta desde un punto de vista fuera de él, y verlo, literalmente como un mundo. Ahora el siglo XXI encara la tarea de desarrollar una forma conveniente de gobierno para este mundo singular. Se trata de un aterrador reto moral e intelectual, pero es un reto que no podemos rehusar afrontar. El futuro del mundo depende de cuán bien sepamos acometerlo" (pp. 200-201).

Referencias:

1. De esta forma abordan el problema de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad Marta González García, José A. López Cerezo y José Luis Luján, *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid: Tecnos, 1996 (reimpresión 2000), pág. 227.
2. Ver: Amartya Sen, *Desarrollo y libertad*, Bogotá, Planeta, 2000. Ver además: Adela Cortina (ed.), *Construir confianza. Ética de la empresa en la sociedad de la información y las comunicaciones*, Madrid: Trotta, 2003. Consultar la página: <http://www.iadp.org/etica>.
3. Peter Singer, *One World. The Ethics of Globalization*, Second Edition, New Haven & London, Yale University Press, 2004. (Hay traducción al español: *Un mundo. Ética de la globalización*, Barcelona, Paidós, 2004). He analizado planteamientos semejantes de Jürgen Habermas acerca de las relaciones entre ciencia (genética, biología y salud) y moral (ética de la especie) en *El futuro de la naturaleza humana. ¿En camino hacia una eugenesia liberal?* Barcelona, Paidós 2002 en mi ensayo: "Moral comunicativa y bioética" en: *Revista Latinoamericana de Bioética*, N° 5, Bogotá, Universidad Militar Nueva Granada, julio de 2003, pp. 18-35.
4. Ver mi trabajo: "Ciencia y tecnología entre la crítica y la ética: el uso pragmático de la razón práctica" en: José A. López Cerezo y José M. Sánchez Ron (Eds.), *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*, Madrid, Biblioteca Nueva y OEL, 2001, pp. 119-132. Ver también mi estudio: *Ciencia, tecnología y ética*, Medellín, Instituto Tecnológico Metropolitano, 2000.
5. Marta I. González García y José L. Luján López, *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, op. cit., pp. 227-228.
6. J. Habermas, "Razonable" versus "verdadero" o la moral de las concepciones del mundo" en: J. Habermas/J. Rawls, *Debate sobre el liberalismo político*, Barcelona, Paidós, 1998, p. 172.
7. Me oriento aquí por las reflexiones de Offried Höffe, *Moral als Preis der Moderne. Ein Versuch über Wissenschaft, Technik und Umwelt*, Frankfurt a.M., Suhrkamp, 1993, especialmente pp. 291-296.
8. *Ibid.*, p. 296.
9. El conflicto, callejón con salida, Informe Nacional de Desarrollo Humano, Colombia 2003, *Entender para cambiar las raíces locales del conflicto*, Bogotá, PNUD, 2003.
10. Ver: Joseph E. Stiglitz, *El malestar en la globalización*, Bogotá, Taurus, 2002.
11. Ignacio Ramonet, "Globalización, ética y empresa" en: Adela Cortina (ed.), *Construir confianza. Ética de la empresa en la sociedad de la información y las comunicaciones*, op. cit., p. 102.
12. Amartya Sen, *Desarrollo y libertad*, Bogotá, Planeta, 2000, p. 54.
13. Adam Smith, *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, México, FCE, 1994.
14. Amartya Sen, "Ética de la empresa y desarrollo económico" en Adela Cortina (editora), *Construir confianza. Ética de la empresa en la sociedad de la información y las comunicaciones*, op. cit., p. 53.
15. J. Habermas, *Der gespaltene Westen*, Frankfurt, a.M., Suhrkamp, 2004 ("El proyecto kantiano y el Occidente escindido: ¿Tiene todavía chance la constitucionalización del derecho de los pueblos?"), pp. 111-193.
16. *Globalización y ética*, op. cit., p. 111.



Apertura del Sistema Nacional de Innovación

Iván Montenegro Trujillo¹

Programa Innovación,

Colciencias,

Bogotá, Colombia.

E-mail: imontenegro@colciencias.gov.co

La apertura de nuestro Sistema Nacional de Innovación, SNI, hacia el exterior se justifica por la necesidad de propiciar la innovación tecnológica, a partir de una transferencia sostenible de tecnología y de un esfuerzo de cooperación técnica para el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas nacionales, entre otras vías.

Dicha apertura se justifica en tanto que el desarrollo del país requiere de la modernización tecnológica a partir de la importación de tecnología, a fin de evitar reeditar un imposible proceso de revolución industrial. En este nivel se justifica una actuación del Estado debido a que el empresario en un sistema abierto no valoriza las importaciones de tecnología según su equivalente en exportaciones, ya que el déficit de divisas que su acción genera no es un asunto privado sino nacional.

Además, se debe hacer referencia al serio esfuerzo académico² que da cuenta del poder explicativo del concepto de Sistema Nacional de Innovación en la creciente brecha en cuanto a crecimiento económico entre los países de vanguardia: *"forging ahead"* y el resto de los países a lo largo de los dos últimos siglos; y en las diversas tasas de crecimiento de los países que se actualizaron recientemente: *"later-comer catch-up"*, así como de aquellos que se retrasaron.³

Una actuación del Estado más proactiva en su rol orientador y regulador se sustenta incluso en la experiencia colombiana en la que se han detectado fallas de mercado de tecnologías y de capacitación de mano de obra e innovación. Esto exige políticas correctivas y de competencia que deben ser diseñadas con base en una estricta coordinación con los agentes estatales pertinentes y con la corresponsabilidad de acciones y compromisos privados y colectivos para la promoción y desarrollo de actividades con comprobadas condiciones para afrontar la competencia y potencializar las capacidades productivas del país.⁴

En esta reflexión se arguye la necesidad de que en el campo de la innovación tecnológica, el Estado asuma en la fase de selección de tecnologías un rol proactivo de orientación al sector productivo, habida cuenta de que por un lado, el grado de 'cultura de la innovación' en nuestro país es aún incipiente, por lo cual, la brecha tecnológica es muy grande y por otro, se requiere 'concentrar' los recursos escasos para apoyar al sector productivo con miras a lograr el mayor impacto posible con sus efectos demostrativos correspondientes.

Selección de tecnologías

En el ámbito del Sistema Nacional de Innovación, SNI, es conveniente situar el fenómeno tecnológico en sus contextos macro, meso y micro, con el fin de aportar claridad acerca de temas como la supuesta o real disyuntiva entre tecnología de punta o tecnología intermedia o 'apropiada'; en qué casos

dad nacional para la innovación tecnológica, las probables fuentes externas para la importación de tecnología, los reales o supuestos elementos de tensión entre el cambio técnico y el empleo, y todo ello relacionado con los objetivos de dicha selección tecnológica.

En el caso colombiano, es conveniente señalar que en algunos sectores oligopólicos no ha habido un estímulo a la innovación tecnológica debido a que el mantenimiento o incremento de los excedentes se ha basado en la contención de los precios del salario⁵ ocasionada por la debilidad de negociación de la organización sindical originada en diversas causas. De otro modo la fuerza sindical es un factor que podría impulsar la modernización tecnológica; algunos analistas han perfilado un moderno rol de ésta en un ambiente de rápido cambio tecnológico y de globalización.⁶

Un elemento central del contexto en el que se emprenda un novedoso proceso de modernización del país es la 'cultura' rentista de amplios sectores de la dirigencia colombiana⁷ y de los grupos emergentes involucrados y vinculados con la actividad del narcotráfico, dada su propensión por la inversión en bienes raíces de naturaleza improductiva y convertida en serio obstáculo para el desarrollo industrial. En las actuales circunstancias, así se cuenta con una organización sindical fortalecida, el incremento en el precio del trabajo derivado de ella, no induciría la modernización tecnológica, sino la inversión en tierras, muchas veces ociosas.

Modelos y criterios para la selección de tecnologías

En relación con la supuesta disyuntiva entre tecnología de punta o tecnología intermedia o apropiada, es conveniente en primer lugar, seleccionar criterios para establecer la comparación; en segundo lugar, concluir qué nivel de generalización sería factible obtener al respecto y, finalmente, plantear las implicaciones académicas requeridas para abordar el tema y la modernización de la oferta institucional para el



Fotografía: Confianza Corporación Innoval

Una actitud hacia la generación de empleo *per se* no tiene mucho sentido económico como tal, ya que el cambio técnico se relaciona precisamente con el empleo pues históricamente aquel ha sido 'economizador' de éste. Así sea un poco paradójico, las innovaciones han ahorrado determinado tipo de trabajo, a tiempo que han abierto la demanda de uno nuevo y más calificado o con una calificación diferente, logrando unas elevadas productividades de capital que en un momento ulterior y de manera simultánea, incrementaron la producción y por ende, el empleo.

Un primer planteamiento⁸ tiene que ver con un modelo que selecciona los

que, en un primer caso, una tecnología que reduzca las productividades del capital y del trabajo es inconveniente para la sociedad y para el empresario, ya que reduce la utilidad social y privada. El segundo caso, es el de una tecnología que incremente las productividades del capital y del trabajo, que sería a todas luces beneficiosa, debido a que eleva la utilidad social y privada a unos precios dados de los factores de producción. Un tercer caso se puede visualizar con tecnologías que mejoran la productividad del trabajo y desmejoran la del capital. En este modelo, en el segundo y tercer casos se establecen diferencias entre el corto y el largo plazo; la disyuntiva se presentaría entre tecnologías de alta intensidad de trabajo y alta intensidad de capital, respectivamente. La correcta selección de ellas estaría enmarcada en el examen del crecimiento relativo de la producción y del consumo, teniendo en cuenta que para el crecimiento a largo plazo se requiere un volumen suficiente de excedente para sustentar uno de inversión.

Una tecnología intensiva en capital sería conveniente en el caso en que la productividad del trabajo fuese más que proporcional a su menor utilización de personal, con respecto a la otra tecnología,

En el caso colombiano, en algunos sectores oligopólicos no ha habido un estímulo a la innovación tecnológica debido a que el mantenimiento o incremento de los excedentes se ha basado en la contención de los precios del salario...

criterios de las productividades del capital y del 'trabajo-producción/capital' y 'producción/trabajo', haciendo claridad en que la reflexión se adelanta en una situación de elevado grado de desempleo y de subempleo, ya que en una de pleno empleo o cercana a él, el análisis es muy diferente. El modelo de

ya que la diferencia entre las producciones de cada tecnología sería menor que la diferencia entre los consumos, logrando por consiguiente un mayor monto de excedente para inversión. La tecnología intensiva en trabajo sería conveniente en caso de que la productividad del trabajo de la

diferencia del monto de las producciones fuese mayor que la diferencia entre los consumos.

En una perspectiva del horizonte temporal del proceso de desarrollo de un país: el propósito de absorber el subempleo podría justificar que en un primer momento del proceso sea aconsejable utilizar tecnologías intensivas en trabajo, con la decisión, sin embargo, de iniciar cuanto antes la fase de desarrollo intensivo y acelerado que exige la aplicación de tecnologías intensivas en capital. Este primer enfoque concluye que la escogencia de tecnologías no es una cuestión de principio, se trata de un análisis caso por caso y en función de los dos criterios mencionados: 'producto/trabajo' y 'producto/capital', lo cual sin embargo, no debe hacer perder de vista la necesidad de la adopción de tecnologías de punta en una perspectiva de desarrollo real.⁹ Todo ello nos permite empezar a concluir que, siendo a primera vista el tema de la selección de tecnologías un objeto relativamente estrecho de estudio, sus relaciones conceptuales lo acercan a las teorías de desarrollo.

Otro planteamiento¹⁰ y dentro del enfoque de una acentuada participación estatal en la planificación del desarrollo, la selección de técnicas –con variable intensidad de capital– se enmarca en unos contextos macro y meso en los que se incluyen sectores atrasados de la economía, desempleo abierto y disfrazado, el costo de oportunidad social del trabajo, esto es: tiene presente tanto fenómenos y factores que condicionan las decisiones respecto a la tecnología como sus efectos. Entre los criterios para la selección de tecnologías en los sectores avanzados, se sustenta en primer lugar aquél que buscaría la 'maximización' de la producción a partir de la introducción de una tecnología dependiendo dicha producción de variables como: productivida-



Laboratorio de física. (Fotografía: cortesía Facultad de Ciencias de la Universidad de los Andes, Bogotá).

en segundo lugar, el criterio de lograr el mayor 'excedente' de producción –dependiendo de las mismas variables y del nivel salarial– y por ende, la mayor tasa de crecimiento. En el planteamiento se introduce la consideración del 'tiempo' en la decisión a tomar en el sentido de comparar de manera simultánea las tasas de crecimiento de la producción derivadas de cada una de las tecnologías y las diferencias de producción fruto de la aplicación de ellas.

El modelo se refina de manera progresiva abordando el tema de la intensidad de capital en los sectores a considerar, es decir, incluyendo el problema de la selección de la intensidad de capital en la producción de bienes de capital. También toma en consideración el costo del trabajo y la selección tecnológica, diferenciando en el primero la valoración según el objetivo a considerar: bien sea para incrementar la producción a corto plazo o para elevar al máximo la tasa de crecimiento, lo que a su vez conduce al problema de la selección de tecnología por la relación del "costo" del trabajo con la intensidad de capital y la

La selección de tecnologías y el comercio exterior

En el ámbito internacional que nos ocupa; el modelo de Sen se refina con la inclusión del comercio internacional en la eventualidad de 'importación' de tecnologías y sus implicaciones para la decisión en la selección de las mismas en cuanto a su precio en el mercado internacional, lo cual induce al tema de la cooperación tecnológica. Lo anterior se basa en la evidencia histórica de la necesidad de importación de tecnología para acelerar el grado de desarrollo de un país, habida cuenta de la imposibilidad de repetir el proceso de la Revolución Industrial. Se trata de valorizar las importaciones de tecnología –incluidos los bienes de capital, y/o transferencia integral de tecnología– según su equivalente en exportaciones que se deben lograr para cubrir la necesidad de divisas creada por las importaciones adicionales.

cuenta por una parte, los precios internacionales de la tecnología importada y aquellos de los bienes exportados, y por otra, las 'elasticidades-precio' de la oferta y demanda externa de tecnología y de los bienes nacionales colocados en el mercado externo, respectivamente. Estos efectos se pueden reflejar en los términos de intercambio, ya que se supone, en principio, que si se amplía la demanda de tecnología extranjera los precios de ésta tenderían a elevarse, en tanto que si la oferta de bienes nacionales se incrementa, los precios de éstos tienden a reducirse en el mercado internacional.

Algunas conclusiones se derivan de la inclusión del ámbito internacional en la selección de tecnologías: en primer lugar, las que relacionan las intensidades de capital, las 'elasticidades-precio' de la oferta de tecnología extranjera y de la demanda externa de productos nacionales, en el sentido de que cuanto menores sean las elasticidades de la demanda externa de las exportaciones del país y de la oferta externa de maquinaria

extranjera, menor debería ser la intensidad de capital que se selecciona. En segundo lugar, las elasticidades pueden variar de acuerdo con el volumen de producción, lo cual puede aconsejar la utilización de técnicas con diferentes intensidades de capital en la producción de los mismos bienes, ya que las elasticidades pueden reducirse al aumentar el volumen de transacciones del país en el mercado mundial, presentándose un fenómeno de "rendimientos decrecientes" al aumentar el volumen de producción. Por último, la consideración del comercio exterior en la selección de tecnologías justifica una acentuada intervención del Estado, ya que el empresario en un sistema



Se tiene en cuenta que hay sectores de la producción que son abastecidos internamente por la industria de bienes de capital y que existen otros sectores que deben acudir al mercado internacional para importar tecnología incorporada al capital

presentándose un fenómeno de "rendimientos decrecientes" al aumentar el volumen de producción. Por último, la consideración del comercio exterior en la selección de tecnologías justifica una acentuada intervención del Estado, ya que el empresario en un sistema

tecnología según su equivalente en exportaciones, debido a que el déficit de divisas que su acción genera no es un problema privado sino nacional.

Modelos similares al de Sen tienen ventajas sobre el primero debido a que relacionan a lo largo del tiempo un mayor número de variables frente a la utilización de diversas tecnologías, y porque permiten evaluar sus efectos teniendo en cuenta la consecución de unos objetivos.

La selección de tecnologías requiere entonces, en primer lugar, la definición de los objetivos de la misma, a saber: incremento inmediato de la producción o maximización del excedente; objetivos que no son necesariamente coincidentes en todos los casos ni excluyentes, lo que conlleva al plano de la estrategia de desarrollo en la cual se deben identificar escenarios de trayectorias para la utilización de tecnologías variables en su intensidad de capital. En segundo lugar, es claro que el tema de la selección tiene imbricaciones importantes con muchas dimensiones del desarrollo económico y social: el costo del trabajo y el nivel de empleo, el volumen de producción y/o la magnitud de los excedentes reinvertibles y en el ámbito internacional: el estado de la balanza comercial y de pagos y de los términos de intercambio, entre otros. En tercer lugar, la selección de tecnologías producirá unos resultados variables, no siendo posible plantear principios inmutables como se ha visto, y acaso como lo plantea Emmanuel, habría que desconfiar *a priori* de la utilización a ultranza de la tecnología intensiva en trabajo, es decir tecnología atrasada.

Finalmente, dada la necesidad de lograr un umbral en la inversión en ciencia y tecnología que torne dinámicas y multidireccionales las relaciones entre ciencia, tecnología y desarrollo,⁹ y la constatación del hecho de que los mayores desarrollos e innovaciones tecnológicas se logran en el exterior –y en buena medida en las firmas multinacionales–, se reafirma la necesidad de la apertura de nuestros sistemas nacionales de innovación y de nuestras cadenas productivas a la importa-

mentos de política y técnicos a los que hemos aludido anteriormente.

Un renovado proceso de modernización de la sociedad colombiana y de su sector productivo en particular, debe contar con políticas efectivas de solidaridad social y de impulso a la modernización de la actividad económica. Aquellas deben ser apoyadas, en un primer momento, por selección de tecnologías intensivas en el factor trabajo en aquellas regiones o sectores con altos niveles de pobreza e indigencia, y las segundas, mediante incentivos a la inversión en actividades productivas, a partir de medidas que reduzcan el atractivo de la inversión rentista y que penalicen la actividad del narcotráfico, para evitar la salida fácil de la inversión en bienes raíces, motivar el desarrollo empresarial, y, como se ha visto en este artículo, con la apertura de nuestro Sistema Nacional de Innovación mediante la transferencia de tecnología. Dichas medidas de política deben también relacionarse con políticas de adecuación del sistema educativo a las nuevas demandas de formación del sector productivo, lo cual implica el fortalecimiento de un espíritu emprendedor en la cultura organizacional de nuestras instituciones educativas.

Referencias:

1. Los planteamientos de este artículo son únicamente de mi responsabilidad. Agradezco a Sonia Monroy Varela sus aportes.
2. Freeman, C., "Continental, national and sub-national innovation systems-complementarity and economic growth", *Research Policy* 31, 191-211. 2002.
3. Cimoli, M. y De la Motte: "Technology, Growth and Development", University of Ottawa, Working Paper, October 2000.
4. ACCI, PNUD, "Repensar a Colombia", Talleres del
5. Misas A., G., *Divorcio entre las lógicas de la Industria, la Universidad y el Estado*, ponencia Cátedra CTS+I, OEI-COLCIENCIAS, Bucaramanga 2002.
6. Zerda S., A., "Cambio Técnico, Productividad y Empleo", 2002.
7. Echavarría O., H., *Miseria y Progreso*, 3R Editores, Bogotá, 1997.
8. Emanuelle, A., "Technologie appropriée ou technologie sous-développée", IRSM, Paris, 1981, que supone, con un horizonte de largo plazo, una progresión de la relación capital/ producto.

Innovación y Ciencia

Publicación trimestral
que informa sobre
los últimos avances
en Ciencia y Tecnología
realizados en
Colombia y el mundo

FECHA DE SUSCRIPCIÓN

DIA/ MES/ AÑO/

SUSCRIPCIÓN POR UN AÑO,
4 EJEMPLARES,
A PARTIR DEL NÚMERO:

CC O NIT

CIUDAD

PROFESIÓN

NOMBRE

DIRECCIÓN

CORREO ELECTRÓNICO

ESPECIALIDAD

» cupón de suscripción

Suscripción anual \$36.000 oo - Precio: número regular \$9.500 oo, edición especial \$12.500 oo - Asociado ACAC: gratuita

FORMA DE PAGO

EFECTIVO TARJETA DE CRÉDITO DINERS

CHEQUE

Credibanco y Credencial se reciben directamente en nuestra oficina.

VENCE

CUOTAS

NÚMERO DE SEGURIDAD

ACEPTO RENOVACIÓN AUTOMÁTICA

SI
NO

Consignación a nombre de «Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia» en:



Gobernanza de la ciencia

*...o la necesidad de una
política para el conocimiento*

Manuel Cancelado Jiménez

*Licenciado en Educación de la Universidad de la Salle,
Físico de la Universidad de los Andes y diploma en Filosofía de la
Ciencia de la Universidad Javeriana. Estudiante de Doctorado en
ciencia y Cultura de la Universidad Autónoma de Madrid España.
E-mail: manuelcancelado@lasalle.edu.co*

**'Política para la ciencia'
y 'política científica':
avatares de una relación trágica**

Se escuchan parecido y tienen estrecho vínculo, pero no son lo mismo. Su afinidad viene dada por la relación 'conocimiento-poder'.

La 'política para la ciencia' sólo podría surgir en un Estado cuyos gobernantes y gobernados opten por la producción de conocimiento como el mecanismo de transformación de su sociedad. Acepten que la manera como van a encaminar sus esfuerzos por el desarrollo y progreso de su nación, tiene nexos directos con la ciencia y la tecnología. Por lo anterior, la 'política para la ciencia' debe ser una 'política de Estado', no se puede circunscribir a un gobierno de turno.

No significa esto que basta con introducir ciencia y tecnología en una sociedad para

con ingenuidad el así llamado determinismo tecnológico; tanto la ciencia como la tecnología están ligadas a fuerzas sociales y, como no, en estrecha dependencia con aquellas que ejercen control político y económico.

La 'política científica' implica el desarrollo de toda la empresa del conocimiento: su organización, planificación, estructura interna, desarrollo de la investigación, estrategias y demás elementos que le permitan cumplir con su labor dentro de la sociedad a la que pertenece. De algún modo, responde a 'quién hace qué, con qué y para qué', en la empresa científica.¹ Por supuesto, una buena 'política científica' implica coherencia con las políticas educativas y, sin embargo, algo tan evidente en lo teórico no es fácil de ver en la

El espacio de tensiones surge en las evidentes ligaduras que atan a una y otra. En principio, todo debería funcionar con relativa facilidad: los gobiernos dan el dinero y los científicos hacen su trabajo. Pero es demasiado sencillo como para que dure y se quede en este planeta. Un paseo a vuelo de pájaro por los últimos 60 años nos permitirá captar las turbulentas aguas en las que nadan quienes ostentan el poder y quienes generan conocimiento.

El deshielo de la "guerra fría" (período que va desde el fin de la Segunda Guerra Mundial hasta la caída del muro de Berlín), no sólo modificó el estilo de vida de los espías soviéticos y occidentales, sino que marcó el debilitamiento de lo que se conoció con el sonoro mote de "Big Science". Efectivamente, el afán por la supremacía política y el poder hizo que las potencias de la posguerra financiaran la maquinaria de la ciencia para llevar a cabo mega-proyectos en diferentes ámbitos del conocimiento (la carrera espacial sobresale como ejemplo). Fueron tiempos de vacas gordas para la ciencia, pero a la vez señala el período en el que la relación 'conocimiento-poder' se hace más estrecha. Vincularse a un gran proyecto implicaba relacionarse con las instancias de decisión que no eran otras que los lugares políticos; ya no bastaba con ser un buen científico, ahora se requería estar 'bien conectado' con militares, industriales y polí-

laboratorios de la empresa privada sustituyen, sin prisa y sin pausa, a los de las universidades e instituciones gubernamentales. Escuchamos más y más acerca de los laboratorios Bell, IBM, Merck, Bayer, Celera Genomics, etc., y poco a poco menos de los de Oxford, MIT o Stanford.

En la actualidad, las grandes industrias promueven y dirigen el rumbo de lo que se debe investigar y producir. Son creadores de necesidades que permiten publicitar y vender sus productos apoyados en la 'buena fama' de la ciencia y, por medio de las patentes, han convertido el conocimiento en su bien máspreciado. Por lo anterior, no es extraño su afán e injerencia en los tratados de libre comercio para que se proteja la propiedad intelectual a toda costa.

De otro lado, están los países de la "periferia" (ese eufemismo con el que se designa ahora al Tercer Mundo), muchos de los cuales gastan más en el pago de patentes que en inversión en investigación, desarrollo e innovación, como se infiere de los informes de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT)³ y del Informe del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo Humano (PNUD).⁴

Compartiendo escenario, y cada vez con mayor protagonismo, se encuentra la sociedad: el ciudadano de a pie que pregunta por lo que se hace en materia de investigación

La 'política científica' implica el desarrollo de toda la empresa del conocimiento: su organización, planificación, estructura interna, desarrollo de la investigación, estrategias y demás elementos que le permitan cumplir con su labor dentro de la sociedad a la que pertenece.

ticos cercanos quienes decidían en última instancia qué debía apoyarse como investigación.

Es en este período cuando hacen aparición con descomunal presencia en dinero y exigencias la empresa y el capital privado. Y entonces "ya no bastó con producir conocimiento, sino que fue preciso venderlo".² En las

con sus impuestos, que empieza a sentir que sus necesidades no son afán de los grupos de investigadores y que nota cómo se explora y avanza en asuntos de extrema delicadeza. Una sociedad que despierta ante los riesgos que representan los avances en ciencia y tecnología en áreas como los alimentos genéticamente modificados, las armas biológicas,



Laboratorio de química (fotografía: cortesía Facultad de Ciencias de la Universidad de los Andes, Bogotá).

renovables y en general, todos los “interrogantes sobre las consecuencias sociales y éticas del progreso del conocimiento y la tecnología, así como sobre las condiciones en las que se toman (o se dejan de tomar) las decisiones fundamentales en este ámbito”.⁵ Y un ciudadano que no espera pasivo, sino que construye soluciones a sus problemas generando así nuevas maneras de producción de conocimiento.

Es aquí donde surge con fuerza la exigencia de una nueva forma de ‘política científica’. Una menos retórica y plagada de buenos deseos, por una más amplia, plural y participativa. No basta pues con dejar hacer a los científicos lo que “saben hacer” ni a los políticos decidir sin consultar.

Gobernanza y gobernanza de la ciencia

El término bien puede ser malsonante en castellano al provenir de la acomodación del vocablo inglés *governance* que, a su vez, hace referencia a la manera como se adelantan la calidad, pertinencia y demás cualidades que imaginamos en la empresa de “gobernar”. Desborda el mero hecho administrativo y va más allá de un buen informe de cuentas con saldos positivos. La gobernanza tiene

relacional, democrático y con un mayor grado de informalidad participativa y representativa respecto de lo que conocemos por “gobierno”, con sus cámaras, asambleas y concejos.

Así, no sólo tiene que ver con lo normativo, también vincula los procesos que hacen posible la realización de intereses, administración de recursos y la participación de todo aquel que considere tiene una palabra pertinente.

La literatura sobre el concepto de gobernanza es amplia y variada. En la inmensa mayoría de los casos aplicada a maneras de buen gobierno y política social e incluso ha servido para explicar cómo pequeños grupos a nombre de otros pueden ejercer autoridad sobre una organización o corporación. Lo que debe ser claro es que no se trata sólo de “governabilidad” o de “buen gobierno”, si bien, la gobernanza vincula estos términos, los trasciende con diferencia.

Lo fundamental para los propósitos de este escrito, es que permite entrar con dientes en el actual debate sobre la pertinencia de la participación del público no experto en la toma de decisiones sobre temas en investigación y producción de conocimiento, así como en el que tiene que ver con la administración del recurso hu-

hace poco se restringían al ámbito de lo que se conoce como "comunidad científica".

Principios característicos de la gobernanza

La Unión Europea es la organización que con mayor empeño y decisión ha posicionado la idea de 'gobernanza' en la esfera pública al hacerla centro de todas sus políticas y estrategias generales de gobierno; no en vano uno de sus documentos guía tiene como título "*La gobernanza europea*". Allí se hace énfasis sin medida sobre la necesidad de renovar, por parte de la Unión, "*el método comunitario siguiendo un enfoque menos orientado en sentido descendente y completando de manera más eficaz los instrumentos de las políticas de la Unión con instrumentos no legislativos*".⁶

Para la comisión, son principios fundamentales: la coherencia, apertura, responsabilidad, participación y efectividad. Y si bien, ellos son explicados para todo lo que tiene que ver con el ámbito político de la Europa de los 25 países que hoy la forman, un vistazo a sus principios no sobra, y menos si queremos entender las bases del concepto de gobernanza; aquí los presentamos a propósito de la 'política científica' y como base para la 'gobernanza de la ciencia'.

A. La coherencia: dirigida a la implementación y puesta en marcha de políticas que no se contradigan unas con otras. En el campo de la política científica tendría que ver

con que todas las políticas y estrategias tengan como punto de mira el mismo horizonte. Las políticas educativas y aquellas vinculadas al desarrollo económico y que tocan con la investigación deben ser adecuadamente estructuradas. Requiere de liderazgo efectivo para lograr un camino claro en medio de las complejidades sociales. Toca muy de cerca con la política para la ciencia.

B. La apertura: Trabajo en equipo, diálogo, debate, transparencia, horizontalidad en las relaciones entre instituciones y sociedad, son rasgos fundamentales de este principio. Su propósito es el de propiciar confianza entre todos los estamentos que deciden y actúan o tienen lazo vinculante con la marcha de la política científica.

C. La responsabilidad: No sólo se trata de saber lo que se hace y ser aplicado en su tarea, también tiene el componente de "rendir cuentas" ante alguien. Cada nodo de la red que compone la 'política científica' no sólo sabe cuál es su labor sino que informa al público sobre el desarrollo y alcances de su gestión.

D. La participación: Su propósito es generar confianza en los organismos que proponen las políticas. Recoge las inquietudes del conjunto de la sociedad e implica a ésta desde la concepción hasta la aplicación de dichas políticas. Se trata de que el público sienta como propios los afanes y problemas de la generación de conocimiento y se implique en ellos de manera oportuna y pertinente.

E. La efectividad: A la vez que se es capaz de realizar la tarea encomendada (eficiencia), ésta debe ser desarrollada en tiempo y maneras que beneficien con oportunidad. Supone la creación de objetivos claros, evaluación de impacto y toma de decisiones en niveles apropiados.

Quizá podríamos ampliar estos principios o darles mayor alcance; su somera exposición sólo persigue proponerlos como alternativa y recabar atención sobre la necesidad de que la sociedad participe tanto en la génesis como en la puesta en marcha de la 'política para la ciencia' y también de la

Instituto de
Biotecnología de
la Universidad
Nacional.
(Instalaciones).



Una crítica no aceptada desde ahora, es aquella de "dejar de legislar para Dinamarca en Cundinamarca". Si bien, los principios señalados ya se antojan suficientemente universales, lo importante es reconocer:

- Que en las sociedades cuyas economías están basadas en la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+I) como forma de política para la ciencia, es muy importante mostrar resultados en gestión de recursos y de reinversión en beneficio de la sociedad.

- La radical importancia de 'sistemas nacionales de política científica' que organicen, encaucen, escuchen, deliberen, decidan y ejecuten, entre otras acciones, todo lo concerniente al ámbito de la ciencia y la tecnología para que éstas no se conviertan en meras herramientas del juego político del poder en la frontera entre la 'política para la ciencia' y la 'política científica'; la 'gobernanza de la ciencia' no sólo es una alternativa sino una estrategia de defensa.

- La participación de la esfera pública en la toma de decisiones es mucho más que una buena intención. Exige la preparación y cualificación de la sociedad, indicando la urgencia de una exigente y pertinente política educativa. La gente debe saber por qué estudia lo que estudia, más allá de que sea lo único que reciba por herencia.

- Propone el fortalecimiento de la "academia" como estamento cuya voz debe ser escuchada y tenida en cuenta por quienes ostentan el poder político.

A manera de conclusión

La intención de este artículo ha sido expuesta con mayor claridad en varios documentos: existe uno en la página electrónica de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia que debería ser más leído y debatido, pero consideramos que una voz más no sobra cuando parece que se "clama en el desierto".

Cuando vemos nuestras ciudades cubiertas por el humo y las lluvias ácidas, los campos desolados o mal empleados, la ruralía en des-

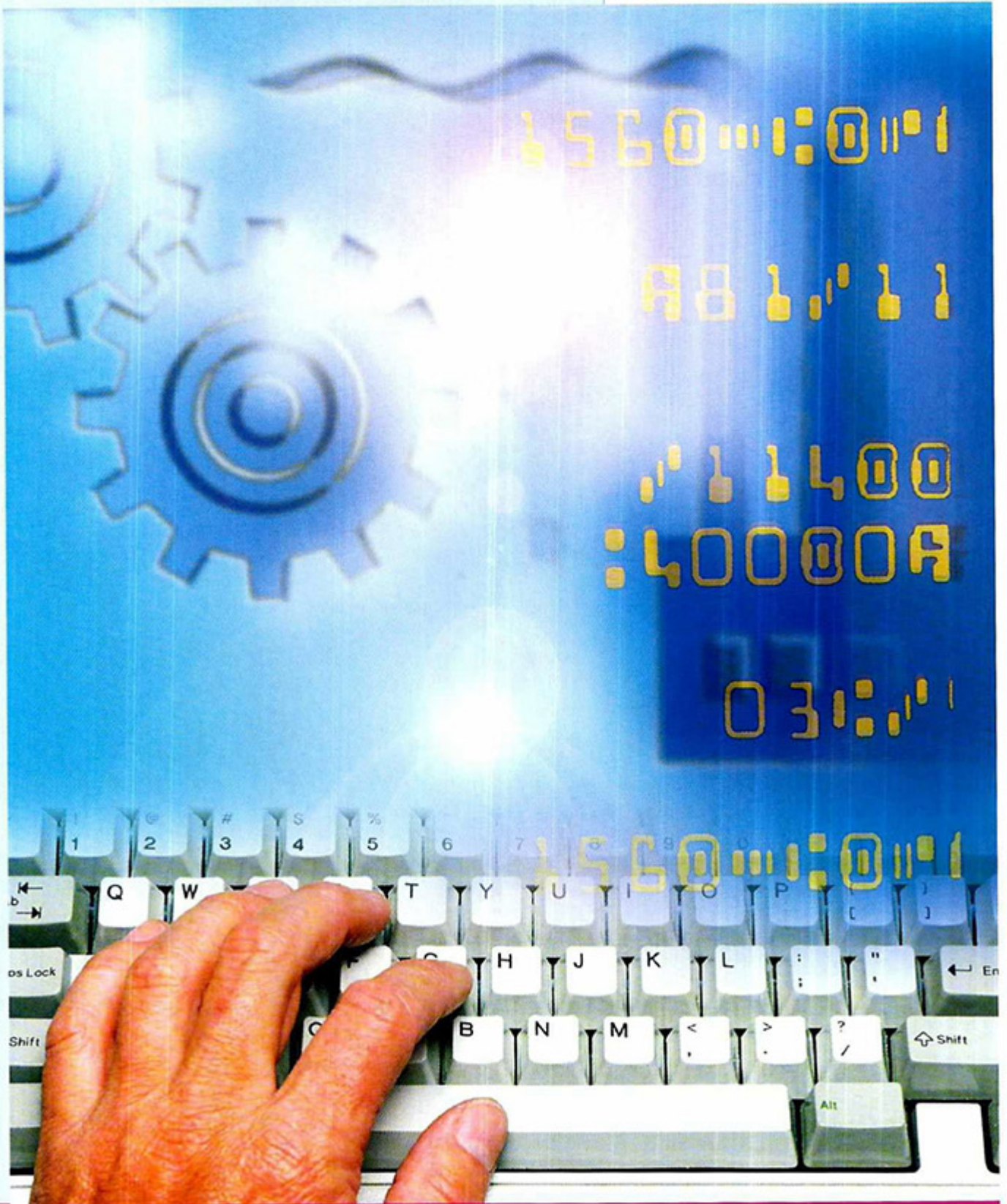


Fotografía: Certelia Corporación Innovar (Masaco).

querido abrogarle el derecho a la oportunidad o la perplejidad ética ante el desborde sin control de las posibilidades de nuevas formas de entender la vida, intuimos que debe haber mejores maneras de hacer las cosas. Hasta ahora, como algunos han apuntado, el capitalismo ha sido pródigo con quienes lo han hecho su servidor, siempre en la lógica popular de que "plata llama plata, pero siempre la mucha a la poquita"; para quienes no tenemos esa "suerte" nos queda la alternativa que planteó Ernest Rutherford: "no tenemos dinero, así que tenemos que pensar".

Referencias:

1. Fuller, S.: "The governance of science". Buckingham, Open University Press, 2000.
2. Echeverría, J.: "La revolución tecnocientífica". Madrid, Fondo de Cultura Económica de España, 2003.
3. Red de indicadores en Ciencia y Tecnología. (on line).
4. ONU. Informe PNUD-2004 (on line)
5. Comisión de las comunidades europeas: "Ciencia, Sociedad y Ciudadanos en Europa", Bruselas, 2000.
6. Comisión de las comunidades europeas: "La gobernanza europea. Un libro blanco". Bruselas, 2001.



Los estudios en ciencia, tecnología y sociedad y la gestión de la innovación

Carlos Osorio Marulanda

*Coordinador Unidad de Gestión Tecnológica,
Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística,
Universidad del Valle,
Cali, Colombia.*

E-mail: carosori@univalle.edu.co

Iván Enrique Ramos Calderón

*Rector,
Universidad del Valle,
Cali, Colombia.*

E-mail: rector@univalle.edu.co

Intentaremos en el presente trabajo acercar los llamados estudios en ciencia, tecnología y sociedad (en adelante los llamaremos CTS) a la comprensión de la gestión de la innovación.

Pueden ser muchos los aspectos que comprenden dicho acercamiento, como por ejemplo la evaluación de tecnologías, la gestión de riesgos tecnocientíficos y los proble-

mas éticos relacionados con la innovación; todos ellos temas del campo de los estudios CTS. Sin embargo, hemos decidido escoger otros relacionados con la comprensión del proceso innovador, la importancia de la participación pública en la gestión de las políticas científicas y tecnológicas y con mayor prioridad, lo concerniente a la participación de las universidades como instancias que fomentan la interrelación en los sistemas de innovación.

Veamos en primer lugar una ligera caracterización de los campos de trabajo que involucran los estudios en CTS. En segundo lugar, iniciaremos con una aproximación conceptual acerca del concepto de innovación, para luego precisar el carácter sistémico del mismo; en este aspecto nos interesa destacar el papel de las universidades en la gestión de la innovación. Terminaremos el documento retomando los planteamientos anteriores y proponiendo unas consideraciones sobre los alcances de los estudios CTS en la gestión de la innovación.

Los estudios en ciencia, tecnología y sociedad, CTS

Se reconocen como estudios CTS, a un conjunto de aproximaciones interdisciplinarias que buscan analizar los orígenes sociales y culturales de la producción del conocimiento científico y tecnológico, así como sus consecuencias sociales y ambientales. En sen-



Fotografía: Comesa, Corporación Innovar (Azzaroni).

tido amplio, los estudios en CTS también se denominan estudios sociales de la ciencia y la tecnología.

Los estudios en CTS se concentran en tres grandes campos.^{1,2} El primero de ellos lo conforman diversos programas de investigación, los cuales constituyen una alternativa a la reflexión académica tradicional sobre la ciencia y la tecnología, promoviendo una visión socialmente contextualizada de estos saberes. No es objeto del presente trabajo entrar a detallar los diversos programas que se vienen desarrollando desde los años setenta. Para nuestros intereses, nos importa extraer algunas consecuencias que permitan integrar dichos resultados en el tema de la gestión de la innovación y el papel de la universidad en dicho proceso.

Destaquemos en primer lugar la idea de ciencia y de tecnología que los estudios CTS han aportado: consideran que la ciencia no es exactamente un producto que surge

método (científico) y un código ético de conducta (*ethos*); se la reconoce más bien como una práctica, en donde hacen parte en un "sistema simbiótico" de mutua interdependencia las teorías, datos y equipos³ y en donde son muy importantes los factores no epistémicos como expectativas profesionales, valores, etc.

Del lado de la tecnología, los enfoques CTS han cuestionado la imagen de 'artefacto' que considera a la tecnología como una cuestión de máquinas y herramientas; así como la imagen cognitivista basada en que la tecnología es ciencia aplicada. Los enfoques CTS reconocen la tecnología desde una perspectiva sistémica, en términos de una práctica que implica conocimientos y habilidades técnicas, aspectos organizativos, valorativos y representaciones culturales.⁴

El segundo gran campo de CTS se relaciona con el ámbito de las políticas públicas de ciencia y tecnología. Al considerar que los sistemas tecnocientíficos no son estructuras que determinen inexorablemente las sociedades, los estudios CTS han defendido la participación de los colectivos sociales en la gestión de la ciencia y la tecnología. Con ello no se quiere decir que los colectivos sociales y, en particular, los actores no expertos (distintos a científicos e ingenieros) vayan a entrar a los laboratorios y decirle a los expertos lo que deben hacer al interior del conocimiento; se trata, como dice el profesor José Antonio López Cerezo de la Universidad de Oviedo, de entrar a los despachos contiguos, a las oficinas donde se toman las decisiones de política científica y tecnológica y plantear los intereses y preocupaciones de las comunidades.

Al propugnar por la comprensión del conocimiento desde una perspectiva contextualizada, los estudios CTS consideran importante tener en cuenta el saber de los colectivos sociales. Actualmente hay un amplio número de casos de estudio que muestran la importancia del saber y la participación pública de los colectivos sociales. Se ha podido determinar que los

respecto de un determinado problema o controversia científico-tecnológica, pues aún entre los mismos expertos se puede llegar a puntos de vista diferentes aunque igualmente válidos, y por consiguiente, las soluciones sobre tales problemas pueden apelar a criterios de orden social, económico, político, ético, etc. En este sentido, CTS promueve la creación de diversos mecanismos institucionales que faciliten la apertura de los procesos de toma de decisiones en cuestiones de política científico-tecnológica, de tal forma que se asegure la participación pública.

El tercer campo de los estudios CTS se relaciona con la educación, tanto en el nivel secundario como en el superior. La educación CTS a nivel superior se lleva a cabo a través de cursos y programas de postgrados. Los cursos de CTS se ofrecen como un complemento curricular para estudiantes de diversas procedencias. Para estudiantes de ciencias e ingenierías, proporcionan una formación humanista y crítica acerca de los impactos sociales y ambientales derivados de las nuevas tecnologías o la implantación de las ya conocidas. A los estudiantes de humanidades y ciencias sociales, un curso CTS les ofrece un conocimiento básico y contextualizado sobre ciencia y tecnología, proporcionándoles una opinión crítica e informada sobre las políticas tecnológicas

que los afectarán como profesionales y como ciudadanos.¹

Recientemente, Rosalind Williams, directora del Programa de Ciencia, Tecnología y Sociedad del MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), comentaba en una entrevista publicada por el diario español El País (14 de Junio de 2004), la importancia de la educación CTS en los siguientes términos: "Creo que el conocimiento humanístico es ahora más importante que nunca. En ingeniería, como en otros estudios, se necesita entender otras lenguas, otras culturas, tener formación en historia y ciencias sociales, porque los cambios tecnológicos que estamos viviendo no funcionarán si no hay un profundo conocimiento cultural detrás. Para que funcione la tecnología también se tiene que entender el contexto histórico y social."

La gestión de la innovación y el papel de las universidades

Antes de hablar de gestión de la innovación, dediquemos unas pocas líneas a precisar el concepto de innovación. En principio, la innovación ha sido objeto de diversas redefiniciones teóricas, en donde se reconocen diversas posturas que podemos resumir en dos grandes bloques: los modelos



Laboratorio de física
(fotografía:
cortesía Facultad
de Ciencias de
la Universidad
de los Andes,
Bogotá)

lineales, que dan preeminencia al papel de la ciencia y la tecnología como generadores del proceso innovador; y los modelos interactivos, en donde la innovación es considerada como un proceso lógicamente secuencial, aunque no necesariamente continuo, el cual puede ser subdividido en una serie de etapas interactivas e interdependientes.

Hoy en día se usan definiciones internacionales acerca de la innovación proporcionadas por la OECD a través de sus documentos y manuales. En todos ellos la innovación conserva el carácter interactivo en donde los principales agentes de la innovación son las empresas. Según la

capacidad de aprovechar oportunidades tecnológicas y de mercado.

Detengámonos ahora en su carácter sistémico y en particular en el papel de las universidades para aportar a la gestión de la innovación. Empecemos por el segundo de estos aspectos. Los estudios destacan la existencia de "rutinas exitosas de gestión", que pueden representarle a una empresa una habilidad competitiva, por ejemplo, ser capaz de introducir nuevos productos más rápidamente que cualquiera otra, o ser capaz de usar nueva tecnología de proceso mejor que otra.⁵ En este sentido se habla de gestión de la innovación (incluso se la reúne al mismo tiempo con la tecnología en términos de gestión de la innovación y la tecnología) para referirse a: la organización y dirección de los recursos, tanto humanos como económicos, con el fin de aumentar la creación de nuevos conocimientos, la generación de ideas que permitan obtener nuevos productos, procesos o servicios o mejorar los ya existentes y la transferencia de esas mismas ideas a las fases de fabricación, distribución y uso, respondiendo a las necesidades del cliente y el mercado.⁶

En este proceso las universidades pueden cumplir un papel muy importante, ya que difícilmente se puede encontrar en el mundo de hoy una innovación que no haya



Fotografía: Cotesta Composición Innovati.

La innovación es la habilidad para manejar el conocimiento creativamente en respuesta a demandas articuladas del mercado y otras necesidades sociales.

OECD (1999), la innovación es la habilidad para manejar el conocimiento creativamente en respuesta a demandas articuladas del mercado y otras necesidades sociales. Las empresas son la fuente principal de innovación, su desempeño depende de los incentivos suministrados por el ambiente económico y regulatorio, su acceso a insumos críticos (vía mercados o a través de interacciones en redes y *clusters* de organi-

tenido origen en laboratorios científicos de las universidades: Cambridge, por ejemplo, con 700 años de existencia, tiene la mayor concentración de alta tecnología entre las universidades de Europa; en palabras del rector Alec Broers, esta posición se debe a que la innovación pasó a ser su prioridad número uno.⁷

Para que una universidad pueda llevar a cabo su papel en el proceso de gestión de la innovación, se requiere que tenga claro el

respecto hay diversas maneras de entender el carácter sistémico de la innovación, ya sea en el ámbito nacional o regional. En nuestro caso usaremos la propuesta de Ignacio Fernández de Lucio y Elena Castro (1995), la cual tiene gran alcance en los países iberoamericanos y que gráficamente se plantea en la *figura 1*. El sistema se caracteriza por elementos y estructuras, así como las relaciones entre aquellos y el marco legal e institucional en el que operan los agentes. Los elementos están conformados por cuatro subsistemas o entornos, así:

- El entorno científico: realiza la mayor producción de conocimientos científicos; incluye básicamente a los grupos de investigación de universidades y organismos públicos (aunque también podría incluir los privados).

- El entorno tecnológico y de servicios avanzados: en el que se desarrollan tecnologías que son utilizadas por otras empresas productivas. Incluyen las unidades de investigación y desarrollo (I+D) de las grandes empresas, las empresas de bienes de equipo, las de ingeniería, las de servicios de análisis y ensayos y los institutos tecnológicos.

- El entorno productivo: que produce bienes y servicios innovadores, en él se encuentran las empresas industriales y de servicios.

- El entorno financiero: que ofrece recursos económicos a los demás entornos para el desarrollo de sus respectivas actividades de innovación. Incluye tanto las entidades financieras privadas, como las administraciones públicas.

En el proceso de innovación, las interrelaciones y la cooperación se consideran de la máxima importancia entre los elementos de un mismo entorno y de subsistemas o entornos diferentes. Por ejemplo, las relaciones ayudan a las empresas a disminuir el riesgo asociado a la innovación. Dicha cooperación no se produce de forma automática, se requiere de mecanismos de fomento adecuados, que pueden ser de dos tipos: estructuras de interfaz e instrumentos de fomento de la interrelación (las administraciones han de impulsar este tipo de acciones).

La idea de una estructura de interfaz o de interrelación se reduce a tres conceptos: sensibilizar a los entornos y al interior de los mismos, promover y facilitar sus relaciones y propiciar el establecimiento de marcos de cooperación entre ellos. Es aquí donde las universidades pueden cumplir un papel muy importante en la gestión de la innovación del sistema, en particular en el entorno científico y de manera indirecta en los demás entornos. Las estructuras de interfaz principales del entorno científico son las



Figura 1.
Modelo
de sistema de
innovación.

oficinas de relación 'universidad-empresa' (en el contexto de las universidades colombianas hay diversas experiencias conocidas) y las 'Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación', conocidas como OTRIs en el mundo de la gestión tecnológica iberoamericana, alojadas también al interior de las universidades. Las OTRIs contribuyen a la promoción y gestión entre la universidad y la sociedad en las actividades de I+D, actuando como interlocutor ante la empresa y los agentes sociales.

Pero, establecer relaciones y transferir conocimiento e inducir las condiciones para que el conocimiento pueda ser apropiado no es tarea fácil. Es decir, una universidad no siempre tiene las condiciones para que pueda cumplir su papel en los mecanismos de interfaz. No se trata simplemente de contar con los investigadores formados a su interior o con la estructura de laboratorios y fuentes de información disponibles. Fernández de Lucio y colaboradores (2000)⁸ señalan que se requiere de una universidad emprendedora para lograr una mayor participación del proceso innovador; una universidad con tales características se define en los siguientes términos: más que destacar el papel de la innovación como un bien económico, objeto de intercambio, utiliza el conocimiento como un potencial al servicio de los objetivos de su entorno socioeconómico, este es un recurso que, adecuadamente gestionado, le permite desempeñar un papel más activo en su contexto social.

CTS y gestión de la innovación

Con las premisas planteadas en los dos apartados anteriores, veamos entonces a manera de listado y de forma muy general, algunos aportes de los estudios CTS a la gestión de la innovación:

- CTS aporta las herramientas conceptuales que permiten entender la innovación y su gestión como resultado de procesos sociales, al proporcionar una imagen contextualizada de la producción del conocimiento científico y tecnológico, y al destacar

diversos colectivos sociales en la definición de las prioridades y políticas de investigación.

- La educación CTS puede contribuir a formar futuros profesionales e investigadores para el entorno científico, con una mayor capacidad crítica sobre la ciencia y la tecnología, así como de las políticas científicas y tecnológicas que los involucran como profesionales y ciudadanos.

- Para que las universidades cumplan un papel estratégico en la dinamización del entorno científico, los estudios CTS les pueden aportar nuevas formas de entender el carácter interactivo con los demás entornos, reconociendo la pluralidad de los saberes y el carácter contextual de los mismos.

- Los enfoques CTS pueden contribuir a entender los cambios institucionales necesarios para que una universidad sea más proactiva a la innovación, tanto de mercado como de la sociedad.

- El proceso de acercar tipos de conocimiento académico al mundo de la empresa y la sociedad no se concentra únicamente en las llamadas ciencias y tecnologías duras y blandas; también en el campo de las ciencias sociales, la educación, las artes y las humanidades, el tema de la transferencia de conocimiento es una prioridad. En este sentido, los enfoques CTS al propiciar un conocimiento interdisciplinario, pueden aportar las herramientas necesarias para acercar ambos tipos de conocimiento a la sociedad.

- Se sabe que también las empresas y en particular las PYMES (Pequeñas y Medianas Empresas), requieren de condiciones para poder participar en la innovación. De ahí que el esfuerzo de una universidad, a través de mecanismos de gestión y enlace requieran de una concepción clara de la naturaleza del proceso innovador, por lo tanto, el aporte de los estudios CTS tiene especial cabida.

- Por último, CTS propugna porque el conocimiento pueda ser asumido como bien público, esto es: una vez producido pueda ser consumido por más de una

el conocimiento sea (o pueda ser) de libre acceso no significa que beneficie o esté en condiciones de beneficiar a todo el mundo, es decir, que todos puedan acceder a él. El mantenimiento de bienes (realmente públicos) exige un esfuerzo considerable para asegurar que todo el mundo tenga un acceso potencial a esos bienes.⁹ Comprender este aspecto y propiciar dicha apropiación a través de los enfoques CTS, contribuye a que una sociedad sea mejor que otra, porque sus miembros más desfavorecidos tienen igualdad de oportunidades para acceder al conocimiento.

Referencias:

1. González, M.; López, J.A. y Luján, J.L.: *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos, 1996.
2. Waks, L.: *Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales*. Medina, M.; Sanmartín, J.: *Ciencia, tecnología y sociedad, Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Antropos, 1990.
3. Hacking, I.: *The self-rivindication of the laboratory sciences*. Pickering, A. (ed.): *Science as practice and culture*. Chicago: The University of Chicago Press, 1992.
4. Pacey, A.: *La Cultura de la Tecnología*. México: F.C.E., 1990.
5. Jaramillo, L.J.: *Aproximación al concepto de innovación tecnológica. Curso de Especialista CTS+I, OEI, 2004*.
6. Roberts, E.: *Gestión de la Innovación Tecnológica*. Cotec. Madrid, 1996.
7. Marcoritch, J.: *Universidad e innovación tecnológica*. *Revista Iberoamericana de Educación*, 21: 79-89, Septiembre-diciembre de 1999.
8. Fernández de Lucio, I. y cols: *Las relaciones Universidad-Empresa: entre la transferencia de tecnología y el aprendizaje regional*. *Espacios*, 21: 127-147, 2000.
9. López, J.A.: *Una reflexión ético-política sobre el fenómeno de la innovación*. *Revista Asturiana de Economía*, 19: 87-97, 2000.
10. Fernández de Lucio, I. y Castro, E.: *La nueva política de articulación del sistema de innovación en España*. VI Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica. Concepción Chile, 1995.
11. OCDE.: *Managing National Innovation Systems*. Paris, 1999.
12. Williams, R.: *El conocimiento humanístico debería ser ahora más importante que nunca*. *El País.es (en línea)*, 14 de Junio de 2004.

PARTICIPE



congreso de mercadeo en servicios de salud

Bogotá, Julio. 28, 29, 30 de 2005

HOTEL TEQUENDAMA INTERCONTINENTAL

CONFERENCIAS

- APLICACIÓN DE INDICADORES
- GESTIÓN DE PROCESOS CLÍNICOS
- TECNOLOGÍA INFORMÁTICA: DIGITALIZACIÓN DE IMAGEN DIAGNOSTICA
- INVESTIGACIÓN DE MERCADO SEGMENTACIÓN EFECTIVA DE UN SERVICIO DE SALUD
- EFICIENCIA, INNOVACIÓN, INTERNACIONALIZACIÓN Y COMPETITIVIDAD EN LOS SERVICIOS DE SALUD
 - EXPERIENCIAS EXITOSAS EMPRESARIALES EN SALUD
- LA ACREDITACIÓN DE ALTA CALIDAD COMO ESTRATEGIA DE MERCADEO EN SERVICIOS DE SALUD
- PUBLICIDAD Y SALUD PÚBLICA: INCIDENCIA EN LOS COMPORTAMIENTOS COLECTIVOS
 - MARCO LEGISLATIVO CAMBIOS EN LA LEY 100
 - ESTRUCTURA COMPETITIVA DEL MERCADEO DE SALUD

CONFERENCIAS SIMULTANEAS

- No. 1 ESTRATEGIAS DE POSICIONAMIENTO
- No. 2 RANKING DE IPS DE COLOMBIA CON BASE EN EL SISTEMA DE GARANTÍA DE LACALIDAD
- No. 3 BRANDING PARA MARCAS DE SALUD
- No. 4 MERCADOTECHNIA SOCIAL EN SERVICIOS DE SALUD

TALLERES

- No. 1 PASOS CONCRETOS PARA EXPORTAR SERVICIOS DE SALUD
- No. 2 ANÁLISIS DE CONTRATOS DE SALUD
- No. 3 PROCESO DEL MANEJO DE MEDICAMENTOS EN UNIDOSIS
- No. 4 DISEÑO DE INDICADORES DE AUDITORIA EN SERVICIOS DE SALUD
- No. 5 INDICADORES DE GESTIÓN DEL GASTO MEDICO
- No. 6 APLICACIÓN DEL COACHING EN SERVICIOS DE SALUD
- No. 7 FACTURACIÓN EFECTIVA DEL SOAT

INTERNACIONALIZACIÓN DE LA SALUD

- TLC IMPACTO EN SALUD PUBLICA Y MEDICAMENTOS
- OPORTUNIDADES Y RETOS PARA LA INTER NACIONALIZACIÓN DE LOS MERCADOS DE SERVICIOS DE SALUD
- LA SALUD PÚBLICA EN LOS TRATADOS DE LIBRE COMERCIO

FORO



Ver para *CREAR*... y divulgar para *CREER*

Apropiación social de la ciencia en la construcción de competitividad para Colombia

Víctor Solano Franco

*Comunicador social y periodista,
Profesor Facultad de Comunicación y Lenguaje,
Pontificia Universidad Javeriana,
Bogotá, Colombia.
E-mail: solano@journalist.com*

La ciencia y la tecnología son factores determinantes y cruciales del desarrollo social, político, económico y cultural de las sociedades más avanzadas. Aquellas naciones con Estados realmente modernos han comprendido que el principal eje de desarrollo ha sido el fortalecimiento comprometido de sus Sistemas Nacionales de Ciencia y Tecnología.

El componente 'Ciencia, Tecnología y Sociedad' (CTS) es motivo de importantes aproximaciones teóricas, especialmente desde las escuelas europeas que propenden por una reflexión juiciosa de estas relaciones para comprender el intrincado universo de la construcción de sentido alrededor del conocimiento científico en la cotidianidad, en su apropiación social por parte de la ciudadanía.

En Colombia, no existe todavía suficiente certidumbre (por lo menos en las esferas de poder) sobre las relaciones entre ciencia, competitividad, crecimiento, innovación tecnológica, desarrollo, calidad, excelencia e impacto en sus dimensiones cultural, económica, social y ambiental. La

mente de la innovación tecnológica en el aparato productivo nacional, redundando en serias deficiencias interdisciplinarias, así como de apoyo institucional público y privado.

Por esta razón, hay serias desconexiones entre los discursos de academia, Estado, sector privado y medios de comunicación que llegan descontextualizados —cuando llegan— a las audiencias masivas. La complejidad generada por esta intrincada red de relaciones demanda la formación de expertos en comunicación pública de la ciencia y la comprensión de la imagen que los ciudadanos tienen de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la sociedad.

A menudo se oye decir que “en el país no se produce ciencia”. Esta falacia está alimentada por el desconocimiento que existe del quehacer científico nacional. Ante esto cabe la premisa: “país que ignora su ciencia no la apoya”.

Aquellas naciones como Suecia, Estados Unidos, Inglaterra, Corea, Francia y Alemania, por citar sólo algunos casos, presentan un denominador común: forma-

niveles para el desarrollo de sus sistemas de ciencia y tecnología y una clara política de divulgación y apropiación social del conocimiento científico.

En 2003, Estados Unidos redujo en una veintea parte su volumen de exportaciones y aumentó en 100% su rentabilidad. Esto, en otras palabras, sólo quiere decir que está exportando conocimiento, transferencia de tecnología. Las naciones anteriormente mencionadas han comprendido el valor de compartir la información como un valor agregado que tiene toda la sociedad. Estos países han incorporado la ciencia y la tecnología para crear riqueza, disparar crecimiento económico, generar competitividad empresarial y desarrollar calidad de vida para sus sociedades. Una de las razones para que el despegue haya sido vertiginoso es que han encontrado el sentido transversal de la ciencia y la tecnología en todos los sectores de la sociedad.

Por esta razón resulta indispensable conocer cuál es el imaginario de la ciencia y la tecnología en la sociedad, indagar por el papel del componente CTS en la agenda pública estatal, en contraste con los conceptos que se manejan en los contenidos curriculares y en la presencia de contenidos divulgativos en los medios masivos de comunicación. Como se aprecia, es fundamental indagar la relación entre ciencia y apropiación a través del vehículo de la educación.

En cuanto a la educación formal, es probable que ésta estimule el consumo de ciencia en espacios como las bibliotecas públicas. En pocos años, Colombia se ha ido convirtiendo en el país de las bibliotecas, por lo menos entre las naciones que apenas ahora entran al mundo de la lectura. Según Jorge Orlando Melo, director de la Biblioteca Luis Ángel Arango, en Bogotá, el número de visitantes a las bibliotecas públicas pasó, en cuatro años, de unos cuatro o cinco millones anuales a más de 12 millones de visitantes. Ya se sabe que la Luis Ángel Arango es la biblioteca más visitada del mundo, pero no que las del Tunal y el Tintal están entre las 20 bibliotecas del planeta

ocurrido algo similar: el aumento de lectores en Sincelejo (de 30.000 a 300.000); en Santa Marta (de 50.000 a 400.000), Florencia o Buenaventura es mayor, proporcionalmente, que en Bogotá.

¿Qué proporción de esas visitas se traducen en consultas efectivas? ¿Qué proporción de esas consultas efectivas son referidas a los temas de ciencia? Así, finalmente caben más preguntas: ¿Cuál es el discurso de la ciencia que hace carrera en la educación formal colombiana y ¿ese discurso tiene redundancia en la ausencia de una cultura científica en Colombia?

Si la sociedad civil comprende la red de relaciones es posible que el conocimiento sea transversal, las decisiones políticas sean directas y comprometidas y la competitividad se vuelva una dimensión que desborde el discurso coyuntural para convertirse en una realidad.

El Tratado de Libre Comercio (TLC) que está negociando Colombia con Estados Unidos es una oportunidad única para que el Estado, las empresas privadas y la academia discutan abierta y directamente las implicaciones que trae llegar a un escenario altamente competitivo –quizás ‘salvaje’– sin los insumos suficientes de innovación para abordar una relación de equidad en el mercado.

Hipótesis de una situación desesperada

La ausencia de una cultura científica en Colombia dificulta el tránsito desde una ‘economía monocultivo’ a una ‘sociedad de la información’ y deja al país en serios aprietos para afrontar los compromisos que está suscribiendo internacionalmente. Si existiera una política clara de apropiación social de la ciencia, el país sería más competitivo.

Los más escépticos críticos de negociaciones como el TLC reiteran que la falta de competitividad es la que hará de ese tratado la palanca que empujará al deterioro de la economía colombiana, de cara a la competencia avasallante de las empresas de Esta-

la cuenta de que mientras los países más desarrollados invierten un 3% del PIB, Colombia llega a un escaso 0,4%. La inversión porcentual del PIB en CyT es un indicador de la inteligencia política que visualiza al componente CTS como fundamental para el desarrollo de un país.

La directora de Colciencias, María del Rosario Guerra –en entrevista con el autor de este artículo– ha señalado que el presupuesto para actividades de divulgación de la ciencia es de apenas 1.500 millones de pesos, una cantidad exigua para los esfuerzos necesarios, aunque significativa si se le compara con las asignaciones para este rubro en administraciones anteriores.

Por otra parte, la comunidad científica reclama permanentemente que los más de 20.000 investigadores en los 2.060 grupos de investigación que están reconocidos por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología tienen recursos insuficientes para

autores se han pronunciado en el concierto iberoamericano. Algunos de los esfuerzos más significativos los ha realizado la Universidad de Salamanca² que puede tener quizás el programa más completo de habla hispana: 'Máster en Ciencia, Tecnología y Sociedad: Cultura y Comunicación en Ciencia y Tecnología'. La existencia de este programa ha estimulado la producción de artículos especializados de diversos autores entre los que se destacan Miguel Ángel Quintanilla, Pierre Fayard y Martín Yriart, entre otros. Otra institución clave en este campo es la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)³ que ha procurado espacios para la discusión en los distintos países de la región.

En Colombia, algunos trabajos comienzan a aparecer como los expuestos por Tania Arboleda en el campo de la museología desde la Universidad de Poitiers y de Lisbeth Fog Corradine en el ámbito del periodismo científico, divulgación de la ciencia y más recientemente en CTS. A su vez, Mara Bruges Polo, ha explorado el discurso de actores como las organizaciones no gubernamentales en sus pronunciamientos frente a temas polémicos de CyT como la ingeniería genética y los organismos genéticamente modificados.

Ante este panorama, la investigación que se propone realizar en un futuro cercano en este ámbito pretende que se revelen las relaciones entre quehacer científico, divulgación del conocimiento, puesta en escena a través de los medios e imaginarios de la ciencia en la población.

La incipiente formación

La formación de periodistas científicos y, en general, de divulgadores de la ciencia es un proceso que se ha dejado al libre albedrío en Colombia y con una cuota de pudor, lo mismo pasa en el resto de América Latina. Sin embargo, este trabajo



generar el conocimiento que requiere Colombia para ser un país más competitivo en el concierto internacional.¹

Frente al tema de CTS+I (ciencia, tecno-

que en este campo se desarrollan en territorio colombiano y las tendencias que podría generar la misma academia para capitalizar el conocimiento. Hasta ahora, las experiencias en formación de este tipo de profesionales son muy tímidas y son esfuerzos que se han ubicado solamente en los últimos diez años, de una manera más constante. Colombia aún no es consciente de la relevancia que tiene la formación continua y rigurosa de profesionales que estimulen una alfabetización científica y tecnológica que propenda por una comprensión pública de la ciencia y la tecnología.



Las universidades Minuto de Dios, Javeriana, Los Libertadores, Externado, Santo Tomás, Autónoma de Occidente y del Rosario han sido las más constantes precursoras y legitimadoras de esta formación en los pregrados de comunicación social y periodismo. Pero este esfuerzo ha sido posible gracias al terco empeño que ha puesto en una organización que ha tocado todas las puertas y, con base en argumentos indiscutibles, ha convencido a los decanos de las facultades para que este tipo de contenidos y grados de especialización en el periodis-

tes: la Asociación Colombiana de Periodismo Científico (ACPC).

Desde 1996, la ACPC se ha fortalecido notablemente y es continuamente invitada para diseñar y dictar cursos, talleres, conferencias y diplomados en comunicación científica en diferentes lugares del país y del exterior. En 2003, la asociación obtuvo un merecido reconocimiento: El *Premio Nacional al Mérito Científico*, en la categoría de divulgación de la ciencia que otorga la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia.

En 2001, Lisbeth Fog, por ejemplo –para entonces presidente de la ACPC– participó junto a un grupo internacional de periodistas dedicados a la divulgación de la ciencia que propuso establecer la Federación Mundial de Periodistas Científicos, WFSJ, (*World Federation of Science Journalists*), que serviría como organización madre para congregar a las asociaciones de periodismo científico nacionales, regionales e internacionales, así como a individuos. La WFSJ tenía como objetivos implementar los de la *Declaración de Budapest* en 1999 y de esa forma promover una nueva cultura de periodismo en ciencia que atendiera los retos del siglo XXI. En la última reunión, a finales de 2004, Colombia a través de la ACPC, quedó en la junta directiva de esta federación. Colombia es el país que más actividad tiene en periodismo científico y divulgación en América Latina.

¿Periodismo científico?

Pero más allá de la retrospectiva, interesa la perspectiva; más allá de revisar las páginas curtidas por la pátina del tiempo, conviene a estas alturas debatir el término 'periodismo científico'. Este mal llamado 'periodismo científico' es la actividad que se realiza en los medios de comunicación para divulgar temas de ciencia, tecnología, sociedad e innovación. Sin embargo, es preferible llamar a esa actividad 'periodismo en ciencia' porque todo acto periodístico tiene que tener su dosis de ciencia en la medida en que sea riguroso, cohe-

bien expuesto. En ese sentido, el buen periodismo que se dedica a informar sobre los deportes, la moda o el orden público, por antonomasia, debería ser considerado como 'científico'.

Por otra parte, la divulgación tiene una serie de capas que distinguen su rol dentro de las actividades y momentos de la ciencia, así:

1. Divulgación empírica.
2. Periodismo en ciencia.
3. Divulgación de la CyT.
4. Apropiación social del conocimiento.

Cada una de estas capas es, o puede ser incluyente del nivel anterior. Si lo aplicamos en términos de lógica básica, toda actividad de periodismo científico es divulgativa, pero no toda actividad divulgativa es de periodismo en ciencia.

Así las cosas, todo artículo de periodismo en ciencia tiene la obligación de divulgar el conocimiento y hacerlo asequible a espectros más amplios de la opinión pública. No es posible concebir un periodismo en ciencia que se quede en el lenguaje técnico porque de ser así estaría simplemente convirtiéndose en un canal más para la comunicación entre pares académicos.

La actividad de divulgación debe concebirse como una actividad tan importante como el descubrimiento o la innovación en el método científico. El principal yerro de los científicos ha sido considerar que solamente con la comunicación a los pares queda resuelta la incorporación de su aporte al conjunto de conocimientos de la sociedad. Por supuesto, la producción científica se legitima en la medida en que el conocimiento sea reflejado en un *white paper* que 'corone' una prestigiosa revista indexada, pero cuando un cuerpo de conocimiento llega a esa instancia únicamente está 'naciendo' para la celosa 'sociedad secreta' de científicos, pero está evadiendo su compromiso con otra verdad ineludible: la apropiación que de ese conjunto de ideas haga una masa crítica.

Cuando el conocimiento es enclaustrado por sus creadores en los asépticos laboratorios o en esos anaqueles modernos que

de datos, la ciencia corre el peligro de anquilosarse, de perder capacidad de innovación, de ignorar las fuerzas cristalinas de una sociedad que demanda soluciones a sus problemas y que incluso se cuestiona por el desarrollo de su conocimiento. El avance que logra una sociedad cuando debate sus mayores preocupaciones, temores, esperanzas y sueños alrededor de los temas de ciencia y tecnología resultan invaluable en el crecimiento en espiral de una comunidad, de un pueblo. La dialéctica de una nación se fortalece cuando sus actores intervienen en la construcción de país a través del debate argumental y el mejor pretexto para esto es la ciencia y la tecnología. Y si además es un vehículo irrenunciable para alcanzar competitividad en momentos en que la agenda pública sólo habla de eso, la justificación se fortalece.

Es necesario cerrar la brecha entre científicos y divulgadores y para ello resulta fundamental que cada orilla entienda los alcances, responsabilidades, retos, miedos, frustraciones, debilidades y fortalezas del otro. ¿Cuándo nos vamos a atrever unos y otros a dar ese paso? El país necesita más divulgadores que 'conspiren' para dar a conocer la ciencia y sus desarrollos, pero de igual manera requiere más científicos conscientes de qué parte de su tarea está en compartir su conocimiento con la sociedad, más allá de los canales formales o de las publicaciones indexadas.

La misión del periodista o del divulgador en ciencia, cualquiera que sea su formación, es observar, detallar, analizar, ver para crear mensajes consistentes y luego divulgarlos para que más ciudadanos creen que sí es posible construir país y que la ciencia no es un asunto esotérico e intimidante, sino una serie de eventos, afortunados en su mayoría, que han llevado a la vertiginosa innovación.

Referencias:

Calvo, Hernando: *Manual de Periodismo Científico*. Bosch Casa Editorial S.A. 1997.

Varios: *El periodista científico toca la puerta del siglo XXI*. Convenio Andrés Bello, Bogotá, 1988.

Varios: *Periodismo y divulgación científica. Ponencias presentadas en el Seminario organizado por Colciencias y el Círculo*

Notas:

1. OCyT. *Indicadores de ciencia y tecnología 2004* en <http://www.ocyt.org.co/index.php>



Los científicos y su mundo psicológico

Rubén Ardila

*Psicólogo Investigador,
Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia.
E-mail: psycholo@aolpremium.com*

El estudio de la psicología de los científicos ha sido parte integrante de la psicología de la ciencia, incluyendo aspectos de desarrollo a lo largo del ciclo vital, factores cognitivos y de personalidad. El interés de los investigadores se ha centrado en temas tales como la inteligencia de los científicos, los problemas de adaptación social, la ambición, el papel que juega la familia y la escuela, la estabilidad emocional, la dependencia o independencia, la edad en la que se producen los principales trabajos científicos, las diferencias de género, el orden de nacimiento, el papel de la religión o de su ausencia sobre la creatividad científica y otros asuntos semejantes. Vamos a presentar los hallazgos investigativos divididos en los campos de la personalidad, el ciclo vital y la cognición.

Personalidad

Las investigaciones pioneras de Roe (1952 a, b) y de Eiduson (1962) fueron el fundamento de este campo de trabajo. Anteriormente (Galton, 1874), se habían analizado biografías de grandes hombres, registros anecdóticos y familiares y se había intentado estudiar determinantes psicológicos, por ejemplo la forma como la primera infancia había influido en la elección de carrera del futuro científico, sus relaciones familiares y sociales, la escuela, el papel de la religión, la salud física, etc. (se encontró que largos períodos de enfermedad habían sido frecuentes en la vida de los grandes hombres y que tales períodos les habían permitido reflexionar y tomar decisiones vitales muy importantes). Sin embargo, esas descripciones anecdóticas no permitían establecer leyes científicas y no eran más que

Roe trabajó durante cuatro años tratando de responder a la pregunta de qué clase de personas se dedican a la investigación científica, por qué lo hacen y cómo. Eligió tres grupos de hombres reconocidos por la alta calidad de su trabajo científico: 22 físicos, 20 biólogos y 22 científicos sociales. Les aplicó varias pruebas psicológicas, llevó a cabo numerosas entrevistas con ellos, les pidió que analizaran su pasado, sus obras, su forma de trabajar y de vivir. Encontró que existían diferencias de personalidad, pero tenían pautas en común: muchos habían sido el hijo mayor en la familia, provenían casi siempre de familias profesionales, ninguno había sido muy rico, habían recibido educación religiosa pero la religión no era en ese momento importante en sus vidas. Todos habían gozado de gran independencia cuando niños. Independientes, orientados hacia el crecimiento y la autonomía y sin sumisión a la autoridad.

En general, los científicos eran hombres de gran energía, físicamente sanos, perseverantes, con buena memoria y muy independientes. Estudios posteriores han indicado que se caracterizan por el deseo de ser originales, hacer las cosas en forma excelente, ser exactos en su trabajo, usar la razón y tener mucha determinación en todas sus actividades.

Varios estudios han comparado a los científicos con personas no científicas y han encontrado lo siguiente:

a. Los científicos son más dominantes, orientados hacia el logro y con alto nivel de motivación en comparación con los no científicos.

b. Los científicos son más conscientes de sí mismos y más organizados que los no científicos.

c. Son más independientes, introvertidos y menos sociables.

d. Son más controlados en sus impulsos y más estables emocionalmente, por ejemplo, tienen un puntaje bajo en neuroticismo y muestran un perfil de control de impulsos en el 16 PF (esta es una prueba psicológica que se ha utiliza-

do con frecuencia en estudios de personalidad con científicos y no científicos).

Al comparar los científicos 'más creativos, exitosos y eminentes' con los que no lo son tanto, se ha encontrado lo siguiente:

a. Los científicos eminentes son más dominantes, arrogantes, hostiles y con mayor nivel de confianza en sí mismos que los no eminentes. En el mundo altamente competitivo de la ciencia, estas características de personalidad sin duda ayudan a triunfar y a destacarse.

b. Los científicos más eminentes son más ambiciosos, con niveles de motivación más altos y más orientados hacia el logro que los no eminentes. Son personas altamente comprometidas con su trabajo y que necesitan concentrarse intensamente en el mismo durante largos períodos de tiempo.

c. Son más autónomos, independientes e introvertidos que los no eminentes.

Humboldt.



d. Son más flexibles en su pensamiento y su conducta y más abiertos a nuevas experiencias que los científicos no eminentes. El papel de la flexibilidad en la creatividad científica ha sido encontrado en muchos estudios y con diversos grupos de científicos eminentes.

En estos estudios que comparan científicos con no científicos y científicos muy eminentes con los no tan eminentes, surge el problema de la relación causa-efecto. ¿Las personas altamente motivadas, conscientes de sí mismas, introvertidas y controladas eligen hacer una carrera en ciencia? O, por el contrario: ¿el hecho de hacer una carrera en ciencia los vuelve altamente motivados, conscientes, introvertidos y controlados? Aunque es difícil responder esta pregunta y elegir entre las dos alternativas, estudios longitudinales pueden ser la mejor forma de contestarla. Es posible que haya una relación bidireccional, pero es poco probable que hacer una carrera en ciencia produzca estos rasgos de personalidad que seguramente ya existían desde que el joven comenzó a pensar en volverse investigador científico. Los pocos estudios longitudinales con énfasis en covariación y relaciones temporales señalan en esta dirección.

En Colombia se ha estudiado la personalidad de los científicos: el perfil encontrado se considera que puede servir como guía para seleccionar a los estudiantes con potencialidades para la investigación (ver Restrepo, 1996). Se trabajó inicialmente en los campos de biología, física y química y se aplicó el 16 PF a científicos reconocidos por su trabajo investigativo original. Se trabajó con 54 investigadores y 24 docentes. Los resultados para el caso de los investigadores son bastante similares a los encontrados en estudios internacionales: alta inteligencia, liberalidad de pensamiento, imaginación, capacidad analítica, crítica y de experimentación. Se trata de personas reservadas, estables, maduras, tranquilas, realistas, animosas, entusiastas y dinámicas. El investigador es altamente dominante, competitivo, obstinado, decidido e indepen-

normatividad y las obligaciones sociales (Restrepo, 1996, p. 51).

Como puede observarse, no existen importantes diferencias con los estudios anteriormente revisados con poblaciones de otros países. Esto nos lleva a estudiar el ciclo vital de los científicos, desde la primera infancia hasta el final de la vida.

Ciclo vital

Como indicaron Feist y Gorman (1998) ninguna persona nace siendo un científico, pero existen individuos que nacen con talentos y temperamentos que constituyen el fundamento de la conducta de hacer ciencia. En algunos niños tales talentos y aptitudes se manifiestan en forma muy clara y precoz.

La habilidad matemática, una de las aptitudes más investigadas y más importantes en la empresa científica tiene una base genética bastante bien estudiada. Las personas con capacidades matemáticas extraordinarias (genios matemáticos) nacen con dichas habilidades extraordinarias. Casos de niños con precocidad matemática genial fueron Newton, Leibniz, Pascal, Laplace, Gauss, Wiener, Feynman y otros. La habilidad matemática a nivel más normal –no de genio– también posee un determinante genético importante (ver Scarr y Saltzman, 1982). En relación con las implicaciones educativas (ver Penner y cols., 1993).

¿A qué edad es más productivo un científico? Esto se investiga con base en la publicación de sus trabajos más influyentes y ha sido un tema estudiado desde que Lehman (1953) presentó sus trabajos sobre edad y productividad. Parece ser que la edad de máxima productividad se encuentra para la mayor parte de las disciplinas a finales de los 30's y comienzos de los 40's. Existiría una curva de U invertida que relaciona productividad científica y edad.

Las diferentes áreas del conocimiento poseen diferentes edades de máxima productividad, entre ellas podemos indicar: para matemáticas, física y química: 25-35

los 30 y para fisiología y medicina finales de los 30 años; para astronomía: finales de los años 30; para psicología: 35-39 años inclusive y para arquitectura: 40-45 años.

Parece ser que los matemáticos y los físicos son muy precoces (lo mismo que los poetas), mientras que los arquitectos y novelistas son más tardíos, lo mismo que los filósofos. Cuando estas edades se han vuelto a estudiar en años recientes, se han encontrado resultados similares aunque con picos un poco más tardíos en la mayor parte de los casos (5 años más tarde en promedio). Probablemente en las últimas décadas la cantidad de información ha sido tan grande que no es fácil ser tan precoz como antes. Pero los matemáticos, físicos y químicos siguen siendo los más precoces entre los científicos y el orden relativo se mantiene.

Para explicar la disminución de la creatividad científica después de este punto máximo, Simonton (1988) ha puntualizado

que existen factores extrínsecos (tales como la disminución en la salud física, el aumento en las responsabilidades familiares y administrativas, las condiciones de trabajo desfavorables) y factores intrínsecos (disminución en la motivación de los científicos, inteligencia, creatividad y otros). Parece ser que los factores extrínsecos son más importantes que los intrínsecos para explicar esta disminución que se observa pasado el pico de máxima productividad.

Es un hecho que numerosos científicos continúan siendo altamente productivos después de la edad en la cual se supone que hacen sus principales contribuciones. ¿A qué se debe esto? Los investigadores han indicado que los científicos que producen sus obras de más impacto temprano en su carrera, y que por lo tanto reciben premio (refuerzo) social

continúan produciendo a edades avanzadas. Sin embargo, en ellos también existe el pico de productividad que se encuentra en los demás de su grupo. Niveles tempranos de productividad se correlacionan con productividad continua a lo largo de la vida. El llamado *efecto Matthew* o *ventaja acumulativa* consiste en lo siguiente: las personas que publican frecuentemente a edades tempranas en su carrera y que son premiadas por sus pares, continúan haciéndolo y obteniendo más recursos que los demás y recibiendo más refuerzo social por su trabajo; de hecho, 10% de los científicos producen más del 50% de los trabajos. Además, la cantidad de publicaciones es más importante que la calidad de las mismas para predecir quién va a recibir más reconocimiento y más honores, o sea, quién se va a volver más eminente.

A pesar de la creencia existente sobre este tema, los científicos jóvenes no son los que producen más obras importantes; hay más científicos jóvenes que viejos debido al aumento en el número de personas que obtienen un Ph.D. cada año, y por lo tanto esta creencia (en la ventaja relativa de los jóvenes) se debe a un error de interpretación estadística.

Se considera igualmente que los científicos viejos son más resistentes a aceptar nuevas teorías. Esto se llama el *principio de Planck*, debido a que fue este investigador quien afirmó que las verdades científicas no se aceptan porque sean más convincentes y estén mejor fundamentadas, sino porque sus enemigos terminan por morir y las nuevas generaciones de científicos crecen aceptando las nuevas verdades como parte de su formación y no como algo controvertido. Sin embargo, los estudios controlados demuestran que no hay diferencias de edad en cuanto a la aceptación de teorías novedosas: los científicos viejos no son más resistentes a aceptar nuevas teorías en comparación con los científicos jóvenes.

Un factor que se ha considerado de gran importancia en el desarrollo psicológico de los científicos es la influencia de un



Caldas.

futuro investigador. La mayor parte reporta que tuvo un maestro que influyó decisivamente en la elección de la ciencia como carrera, sea en la escuela secundaria (29%), o en la escuela de graduados (80%). Esa persona pudo ser su director de tesis doctoral u otro profesor. En un cierto número fue uno de sus padres (26%) la figura que tuvo mayor influencia en la elección de una carrera en ciencia. El ambiente familiar ha sido estudiado con detalle y se ha encontrado que muchos científicos provienen de familias profesionales y con educación superior. Como señala Zuckerman (1977), tener padres con educación superior e interesados en la ciencia es un factor que predice interés científico en el hijo o hija. En su estudio con ganadores de Premios Nobel, Zuckerman (1977) reportó que la mayor parte tuvieron mentores eminentes, fueron precoces y de alta productividad. El tener un mentor eminente se asocia por lo tanto con mayor probabilidad de llegar a ser eminente en ciencia.

¿Tienen creencias religiosas los científicos? Este tema se investigó desde hace varias décadas. Los resultados indican que "los científicos en general y los científicos eminentes en particular, son claros en su rechazo de la religión organizada. Los pocos estudios que les han preguntado a los científicos acerca de sus prácticas religiosas actuales han reportado una ausencia casi completa de la fe religiosa" (Feist y Gorman, 1998, p.13). Es interesante constatar que muchos científicos procedían de familias judías y protestantes y sólo en muy pocos casos de familias católicas. Lo más frecuente era que procedieran de familias judías, en porcentajes

con el porcentaje de población judía en el país.

El orden de nacimiento y la constelación familiar ha sido otro tema de gran interés. Los estudios señalan en forma consistente que la mayor parte de los científicos ocupan el puesto de hijo mayor en la familia. Al comparar los científicos altamente creativos con los menos creativos, se encontró también que los más creativos ocupan el lugar de hijo mayor.

Finalmente, la relación entre género y ciencia es un asunto muy complejo y tiene

muchos factores sociales además de los biológicos. Se ha encontrado que hay diferencias de género en habilidad matemática a favor de los varones. También, que los varones publican más que las mujeres y esto no se puede explicar por factores tales como responsabilidades familiares y múltiples roles; el rango académico sí tiene influencia y se sabe que



Galileo.

menos mujeres que hombres llegan a los niveles más altos de la jerarquía académica. Sobre este asunto de las mujeres en ciencia y las posibles interpretaciones de los resultados a la luz de las teorías modernas, ver a Keller (1985).

El estudio de los procesos cognitivos de los científicos ha sido también un área de gran interés investigativo, similar a la motivación, las redes sociales, la influencia de la primera infancia y la constelación familiar.

Cognición

Los trabajos en este campo han sido en gran parte experimentales y de simulación por medio de computadores. Se pueden dividir en dos categorías: según la tarea y

problemas abstractos a resolver que semejan el trabajo científico o tareas científicas reales. Se ha buscado que dichas tareas sean lo más parecidas posible al trabajo científico real.

Los participantes pueden ser novicios o expertos: los primeros son estudiantes, casi siempre universitarios que pueden haber tomado cursos en ciencia pero no son científicos practicantes. Los expertos, por otra parte, son científicos en actividad.

Los resultados indican que tanto los novicios como los expertos están sesgados a favor de la evidencia que confirme la hipótesis que se busca probar. En los novicios, la estrategia más efectiva es "confirmar pronto, desconfirmar tarde". En los científicos los experimentos y las hipótesis se encuentran en categorías separadas, mientras que en los niños están unidas y en los adultos novicios están separadas sólo parcialmente.

El éxito para probar una hipótesis aumenta si se utilizan dos reglas complementarias y no sólo una. Los científicos usan lógica informal cualitativa para resolver los problemas simples y además forman representaciones abstractas relacionadas con principios científicos. La creación y utilización de analogías facilita el *insight* y el descubrimiento. Los científicos son pensadores más complejos que los no científicos, como podría suponerse.

Los esquemas conceptuales pueden inhibir grandemente la creación de nuevo conocimiento. Se ha encontrado que la utilización de metáforas y analogías tiene

conocimiento científico. En física, actualmente la imaginaria y la metáfora han dejado de ser perceptuales y se han tornado proposicionales.

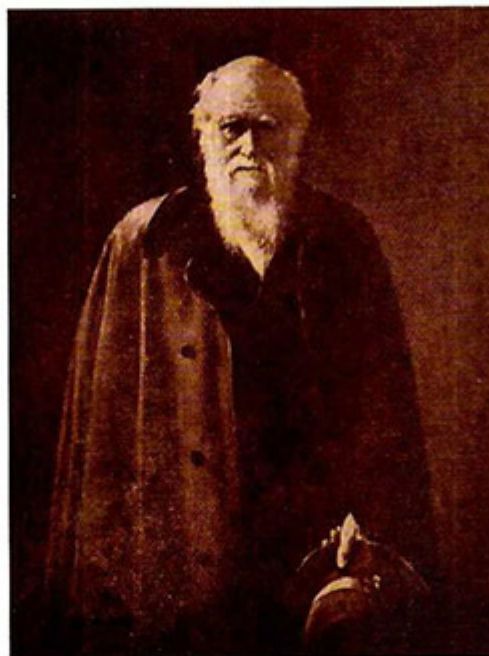
Se ha desarrollado una serie de programas de computador para emular los descubrimientos científicos. Hemos mencionado antes el programa BACON (Langley y cols., 1987) que es uno de los más simples: se le dan columnas de números y se le pide que encuentre una relación usando heurísticas como la siguiente: "si los términos de las dos columnas adyacentes aumentan juntas, calcule su proporción". Esta relación ha resultado ser el equivalente numérico de la tercera ley de Kepler.

Otro programa, el KEKADA se utilizó inicialmente para simular

los procesos del descubrimiento del ciclo de la ornithina por parte de Krebs. No está limitado a problemas de química orgánica. Al trabajar con novicios y con expertos, se encontró que los expertos poseen tanto heurísticas generales como específicas de sus dominio de trabajo, mientras que los novicios poseen solo heurísticas generales.

El programa ECHO se basa en la teoría de Thagard de que la hipótesis científica con más coherencia explicativa se impone en las disputas científicas. Se ha aplicado a problemas tan diferentes como el debate entre el oxígeno y el flogisto, y la polémica acerca de la extinción de los dinosaurios.

El programa HUYGENS es en general de simulación del descubrimiento científico utilizando diagramas unidimensionales. Comienza con datos numéricos, pasa a un espacio de diagramas en busca de regularidades y de pautas y cuando se han encon-



Darwin.

transforman de nuevo en ecuaciones. De hecho, el programa de simulación HUYGENS mostró la importancia de usar diagramas en el descubrimiento científico.

CLARITY es un programa que hace que las hipótesis acerca de la inferencia y de los procesos de aprendizaje sean accesibles. No hace descubrimientos (como BACON y KEKADA) ni resuelve controversias (como ECHO) pero sirve para aclarar los procesos del descubrimiento.

Esos programas pueden servir de ayuda para entender los procesos cognitivos en los científicos y en las tareas científicas. Una descripción de su alcance y posibilidades en el descubrimiento y en la teorización puede encontrarse en Shrager y Langley (1990).

Conclusión

La psicología de la ciencia es un campo de investigación bastante nuevo que ha alcanzado especial importancia en las dos últimas décadas; investiga los procesos psicológicos en el descubrimiento científico y los determinantes motivacionales, cognitivos y de personalidad en las personas dedicadas a la empresa científica. La psicología de la ciencia busca entender la naturaleza psicológica del conocimiento en general y de la ciencia en particular.

Sin duda la psicología no puede dejar de estudiar una de las actividades humanas más importantes –la conducta del científico– que ha transformado nuestro mundo y lo va a seguir transformando. Posee implicaciones para otros campos de estudio como la filosofía de la ciencia, la sociología de la ciencia y la historia de la ciencia. Seguramente sus consecuencias educativas tienen enorme significación: si entendemos los procesos psicológicos de los científicos, podremos realizar campañas educativas, seleccionar los mejores candidatos para hacer carreras en ciencia, financiar sus estudios e investigaciones, orientar y dirigir –al menos en parte– la empresa científica, hacer planeación a largo plazo, etc. Todo

nivel del conocimiento científico y a nivel de sus aplicaciones tecnológicas.

Los países en desarrollo, incluyendo los latinoamericanos, han comenzado a entender la importancia de la ciencia para mejorar la vida de las personas y para contribuir a la empresa del conocimiento. Existen avances considerables en muchas naciones latinoamericanas, ante todo Brasil, México y Argentina; en grado un poco menor Chile, Colombia y Venezuela, entre otros. La ciencia en el continente se encuentra en proceso de despegue y ya contamos con grupos de investigación, redes internacionales, entidades gubernamentales que financian la investigación, publicaciones científicas reconocidas a nivel mundial, congresos científicos, etc. Pero necesitamos averiguar si existe adecuada 'apropiación social de la ciencia', si los no científicos –incluyendo los políticos y en general las personas que toman las decisiones– conocen la importancia de la ciencia y de su lugar en la sociedad de comienzos del siglo XXI.

CAMBIAMOS!



Pensando en ofrecerle el mejor servicio

Nuestras Líneas de Atención al Cliente

429 8487 - 263 3484 - 295 6896

018000 111210 / 111313

Fax: 416 3026

Subgerencia de Mercadeo

334 0304

División de Mercadeo Regional D.C.

4000000



Sor Juana Inés de la Cruz.

Mujeres de ciencia

algunos momentos en la historia

Patricia Tovar

Investigadora,

Instituto Colombiano de Antropología e Historia, ICANH,

Bogotá, Colombia.

E-mail: ptovar@mincultura.gov.co

Las huellas que han dejado las mujeres en la historia de la ciencia han sido por largo tiempo ignoradas. A sus contribuciones se les ha restado importancia y se les ha relegado al olvido como si no hubieran existido. Hoy en día, a pesar de las muchas evidencias que nos muestran lo contrario, la idea de que sólo los hombres han sido los únicos capaces de pintar en las cavernas, de inventar la rueda, de filosofar, de calcular, de curar, de dividir átomos, de entender la mecánica de un vehículo o de llegar al espacio, continúa asentada en muchos medios. El camino que han recorrido las mujeres para entrar en los templos del saber, y para que se les considere tan inteligentes como los hombres ha sido largo y arduo.

La "desautorización femenina",¹ es decir, la práctica de minimizar, tamizar y negar las contribuciones de las mujeres por quienes han escrito la historia ha sido bastante común. Más aún, al revisar las biografías de quienes han sobresalido, muchas se ven descritas con un tono muy poco halagador,² aparecen como simples apéndices de sus maridos, a pesar de los múltiples trabajos que han realizado y tal vez, de manera odiosa, se hace referencia a sus atributos físicos, cosa que nunca ocurre con los hombres, pues al describirlos no se incluyen comentarios de si eran atractivos o afeminados.

Muchos trabajos y publicaciones se han atribuido erróneamente a hombres, como en el caso de la famosa médica Trotula de Salerno, que vivió en el siglo XI y dejó muchas obras escritas como el ampliamente utilizado tratado sobre medicina de mujeres: *Passionibus Mulierum Curandorum*.³ Trotula con el tiempo fue identificada en masculino como Trotus, pues se consideraba que tanta sabiduría no podía haber sido escrita por una mujer.² Este curioso fenómeno de cambio de género continúa ocurriendo aún en nuestros días. Por lo menos le ocurrió a la epidemióloga inglesa Debbie Lawlor, a quien misteriosamente se le ha cambiado el nombre por el de David. Muchas revistas científicas tienen la práctica de no incluir sino la inicial del nombre, por lo que la tendencia a asumir que la autoría corresponde a un hombre continúa. De hecho, algunas científicas lo prefieren de esta manera, con el argumento de que si se

evaluados de igual manera, ni con la misma seriedad con la que reciben a sus colegas varones.³

El que las científicas no aparezcan en la mayoría de libros sobre historia de la ciencia, no quiere decir que no hayan existido. No hay necesidad de revisar mucho para encontrar referencias hostiles, mal intencionadas y hasta misóginas hacia las mujeres doctas. Moliere escribe en el Siglo XVII una sátira llamada "*Las mujeres sabias*", que hace que el término ridiculice a la mujer e incite a la sonrisa. El no es el único que intenta difamar el talento femenino, Goncourt decía que no había mujeres geniales, que cuando lo eran, eran hombres o como dijo Julio Verne: "*Viendo caer una manzana, una mujer no hubiera tenido otra idea que comérsela*".³ Sus detractores las han acusado de herejes, de brujas, de feas, hombrunas y lesbianas. Por sus conocimientos y atrevimiento han sido ridiculizadas, castigadas y condenadas. Con las escritoras, las pintoras y las músicas ha ocurrido un "olvido" similar, lo que refuerza la imagen del género masculino, como el activo, dueño de la sabiduría, del conocimiento y en general de la historia.

En este artículo trato de mostrar una imagen diferente y de resaltar los logros de algunas de las mujeres que se han destacado en la ciencia, como dice el subtítulo: en algunos momentos de la historia. No se pretende presentar un listado de nombres—bastante largo por cierto—para el que no tendríamos espacio, sino hacer un pequeño homenaje a las que han dejado una huella imborrable. Trataré de ubicarlas en el contexto de disciplinas específicas, centrándome en la medicina, la química y la botánica, y mostraré los obstáculos que tanto las de ayer como las de hoy, han tenido que vencer. Finalizaré haciendo una breve reseña de las destacadas en la ciencia en Colombia.⁴

Muchas injusticias se cometieron en el pasado al negárseles a las mujeres el derecho a la educación y a desarrollar sus talentos; algunas de ellas adoptaron seudónimos masculinos para poder ser escuchadas y publicadas, como en el caso de la matemática francesa Sophie Germain (1776-1831) que firmaba su correspondencia como Le Blanc. La primera mujer que estudió medicina en Gran Bretaña, en 1809, lo hizo bajo el nombre y el aspecto de un hombre, James Barry. Ejerció su

militar, pero para ello tuvo que mantener su falsa identidad masculina hasta su muerte en 1840.¹⁷

Incluso en el siglo XX, a algunas se les negaron los salarios, cargos y reconocimientos que merecían. Uno de los casos más tristes es el de Lise Meitner (1878-1968), la primera persona en identificar la fisión nuclear, quien además trabajó sin salario durante mucho tiempo en la Universidad de Praga. El premio Nóbel por este trabajo, se le otorgó a Otto Hahn, a pesar de que ella publicó primero su teoría, y los dos colaboraron estrechamente durante muchos años. Igual ocurrió con el trabajo de la inglesa Rosalind Franklyn (1920-1958), pionera en biología molecular, que hizo posible el descubrimiento del ADN y el premio Nóbel que recibirían, cuatro años después de que ella muriera de cáncer, Watson, Crick y Wilkins.

Las omisiones encontradas en los libros de historia de la ciencia contrastan con lo que escribe la ilustre mexicana Sor Juana Inés de la Cruz, en el siglo XVII, en su célebre carta a "Sor Filotea," donde protesta por ser castigada por su sed de conocimientos y por la pena que le produce el que le hayan retirado de su celda sus libros e instrumentos científicos, y nos cuenta como "*podía conmigo más el deseo de saber que el de comer*¹⁸":

"... Veo a la hija del divino Tiresias, más docta que su padre. Veo a una Cenobia, reina de los Palmirenos, tan sabia como valerosa. A una Arete, hija de Aristipo, doctísima. A una Nicostrata, inventora de las letras latinas y eruditísima en las griegas. A una Aspasia de Miesia que enseñó filosofía y retórica y fue maestra del filósofo Pericles. A una Hipasia que enseñó astrología y leyó mucho tiempo en Alejandría. A una Leoncia, griega, que escribió contra el filósofo Teofrasto y le convenció. A una Jucia, a una Corina, a una Cornelia; y en fin, a toda la gran turba de las que merecieron nombres, ya de griegas, ya de musas, ya de pitonisas; pues todas no fueron más que mujeres doctas, tenidas y celebradas y también veneradas en la antigüedad por tales. Sin otras infinitas, de que están los libros llenos, pues veo aquella egipciaca Catarina, leyendo y convenciendo todas las sabidurías de los sabios de

Lo que conocemos por ciencia es una suma de conocimientos acumulados, acrecentados y transmitidos a través de los siglos. En la cultura antigua donde confluían las tradiciones egipcias y

orientales, a las que más tarde se unieron las romanas, se crearon las academias, donde se aprendía la filosofía, las matemáticas, la astronomía o astrología como se conoció por mucho tiempo y otras disciplinas. Las mujeres, como ya lo decía Sor Juana, no estuvieron ausentes en ese proceso. En la época de la Grecia antigua hay que mencionar también a Aspasia, la esposa de Pericles, que era profesora de retórica y se le atribuye la creación del epitafio o discurso fúnebre. La escuela de Pitágoras aceptó a Teano, su esposa, a Myia su hija y a Perictione la madre de Platón, entre otras muchas destacadas, nos dejaron

también textos de poesía, de matemáticas y de filosofía.

La vida de Sor Juana es apenas un ejemplo de los esfuerzos que tuvieron que realizar las inconformes con el destino y las pocas opciones que han tenido las mujeres en diferentes épocas de la historia. Para poder acceder al conocimiento debían ingresar a la vida monástica, donde los conventos tanto masculinos como femeninos, fueron durante siglos los repositorios del conocimiento, pues alojaban inmensas bibliotecas, se fabricaban medicinas y se practicaba el arte. Como Sor Juana, otras florecieron en este espacio que era muy importante en la vida de las aldeas. En tiempos del medioevo, la fama y obras de Santa Hildegarda se extendió por toda Europa. Aunque no estaban exentas de la censura de sacerdotes y confesores y en general de las autoridades eclesiásticas.

La ilustración incluyendo la formación de las primeras asociaciones científicas modernas, afectaron muchos de los logros que habían alcanzado las mujeres, quienes no fueron invitadas a participar en los nuevos centros de investigación que se crearon. Al mismo tiempo, La Reforma afectó directamente a los conventos, que perdieron el importante lugar que tenían en el saber, aunque algunas órdenes religiosas continuaron y continúan hasta nuestros días rigiendo instituciones



Santa Hildegarda.

La medicina, la partería y el arte de curar

En tiempos antiguos la medicina y la religión no estaban separadas. En la época griega existían lugares llamados 'asclepiones', especies de sanatorios, baños y templos, atendidos por sacerdotes, donde se invocaba a Esculapio, a quien Homero presentaba en La Iliada como mortal, pero que en otras representaciones mitológicas aparecía como dios, y a sus dos hijas: Panacea, la que tenía la cura para todas las dolencias e Higía, de donde viene la palabra higiene. Higía, la madre de la farmacia, se representa con una serpiente enrollada en su brazo derecho, vaciando veneno en una copa. Hoy en día sigue siendo el símbolo de esa disciplina.

Durante la Edad Media los conocimientos sobre salud y la fabricación de medicamentos estaban concentrados en los monasterios. Muchas órdenes religiosas aún se dedican a administrar hospitales y atender enfermos. Hay escritos que muestran la habilidad de las monjas en el manejo de instrumentos quirúrgicos y sus altos conocimientos de farmacia. Los conceptos de salud y de enfermedad están enmarcados en las diferentes tradiciones culturales y en sus concepciones del mundo, por lo que el proceso de curación puede ser realizado con medicinas obtenidas de la naturaleza y con ayuda de la intervención sobrenatural, según sea definida la causa del problema. En diferentes períodos de la historia, el origen de las enfermedades y las epidemias se ha atribuido a la brujería, al mal de ojo o al castigo de Dios. El proceso de curar ha tenido una implicación de magia y de milagro que no ha dejado de causar asombro.

En el campo de la ciencia donde tal vez han estado más presentes las mujeres es en el de la salud, en especial todo lo relacionado con el parto y las "enfermedades de mujeres". En la antigüedad, las parteras aparecen mencionadas en la Biblia: *"En el momento más difícil la partera le dijo: No tengas miedo que has dado a luz otro varón"* Génesis 35:17.

Los códigos de modestia y la separación de géneros impedían que los hombres atendieran a las mujeres en algo tan íntimo y tan importante como el nacimiento, lo que ocurre aún en países musulmanes. Durante siglos eran las parteras, comadronas o matronas como se las conoce, quienes más conocían sobre la salud de las mujeres. Se las llamaba en el momento del matri-

buena salud, era virgen y estaba físicamente dispuesta para procrear. El embarazo y el parto han sido eventos de gran trascendencia y a la vez de riesgo para las mujeres. La mortalidad materna e infantil sólo disminuyeron de manera drástica hasta el siglo XX, y mujeres de todas las clases sociales enfrentaban en ese momento un gran peligro por lo que también acudían a la protección sobrenatural. Existen toda clase de invocaciones y santas patronas para proteger a las parturientas y para proveerlas de buena leche. A Artemis, la diosa de la maternidad en la Grecia antigua, se le ofrendaban las sábanas de la parturienta cuando el alumbramiento había sido feliz.

A pesar de que desde la antigüedad se conocen "remedios" para "aliviar" o evitar el embarazo no deseado, era mayor tragedia el ser infértil, para lo cual las comadronas también tenían una gran cantidad de recetas. Entre las romanas de la antigüedad se utilizaba el diafragma y las mujeres bereberes nómadas del atlas marroquí empleaban pociones a base de artemisa (ajenojo) y en otras partes de perejil y de ruda, que protegía de embarazos no deseados y no producía infertilidad secundaria.

Las mujeres del nuevo mundo no se quedaban atrás. Se encuentran muchas referencias desde la colonia, de mujeres de origen europeo, indígenas o esclavas que ejercían la profesión de curanderas y sanadoras y que obtenían buena remuneración económica por su labor.⁴

La mujer que ayudaba en el trance del nacimiento era también la que ayudaba en el de la muerte, a "bien morir", a calmar el dolor y hacer que la agonía fuera menos penosa. Ella conocía los narcóticos, las esencias sagradas para ungir y las oraciones para encomendar a los enfermos y a los moribundos en estos momentos. Cada cultura y cada momento histórico tiene prescripciones sobre la manera de tratar el cuerpo. El cristianismo no permitía profanarlo cortándolo o abriéndolo, por lo que durante siglos no se avanzó mucho en el estudio de la anatomía, no se permitían las autopsias y las cesáreas sólo eran posibles cuando la madre ya había fallecido. Aunque hay casos, como un cuadro de Jean Bondol, fechado en 1375, donde se muestra a una mujer realizando una cesárea. De todas maneras, este era un procedimiento considerado *contra natura* que luego se practicaría en mujeres vivas, que sufrían de un alto riesgo de morir por infección. Sólo hasta el siglo XX se perfecciona esta cirugía, la principal realizada a las mujeres.

Las parteras o matronas eran apreciadas en los pueblos, pero sufrían del acoso de la iglesia, especialmente a finales del medioevo, pues se les acusaba de practicar abortos, impedir los embarazos y de utilizar brebajes mágicos y la hechicería tanto para curar como para matar. En algunas partes de Europa, como España y Francia, eran reguladas y debían obtener licencias y así anunciar su oficio.⁵ Las mujeres de la aristocracia se rodeaban de las mejores, a quienes además protegían, como fue el caso de Louyse Bourgeois (1563-1636), quién se encargó de muchos partos reales en Francia y además publicó su experiencia de años de atención y cientos de nacimientos, sus métodos de resucitación de bebés, la descripción de las etapas del embarazo, la anatomía pélvica, la placenta y su manejo y la importancia de la dieta. Sus publicaciones se convirtieron en guía de cabecera de las comadronas de la época. Hay muchas otras no menos destacadas, que también contribuyeron al desarrollo de la obstetricia. Así, Marguerite du Tertre escribió un tratado sobre el líquido amniótico y el suero sanguíneo; Marie

Louise Lachapelle, hizo un análisis estadístico sobre el parto y Marie Anne Victorine Boivin (1773-1848) inventó el espéculo vaginal y un estetoscopio para detectar los latidos del corazón del feto.⁶ En ese mismo siglo se reglamentó que no se podía ejercer la partería sin haber pasado por la universidad, de la cual ellas estaban excluidas, así fue que la obstetricia y la ginecología pasaron a ser ejercidas por manos masculinas.

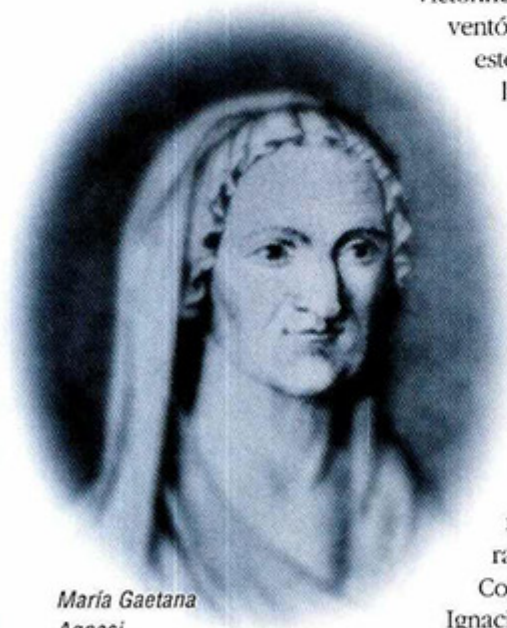
La ilustración de Enrique Grau sobre la primera cesárea realizada en Colombia, por el Doctor José Ignacio Quevedo en 1844,^{vii} sin ninguna experiencia previa en el tema y sin usar anestesia, pues no se conocía y al parecer guiándose por un libro traído de Europa, nos muestra a una mujer rodeada de cuatro hombres barbados, vestidos de saco de paño y corbatín, cubiertos apenas con un pequeño delantal, uno de los cuales, al parecer Quevedo, está sosteniendo a un bebé por los pies. En 1870,

Yepes de Vásquez, ofrecía sus servicios con un certificado avalado por "profesores inteligentes", y argumentaba que ella no conocía el "arte de hacer altas operaciones" pero que tenía conocimientos "nada comunes" pues se había dedicado al estudio de la medicina teórica y podía dar una "asistencia esmerada" en partos sin complicaciones.⁷ Es solamente hasta hace unas pocas décadas que las mujeres han comenzado a recuperar este espacio. La práctica de la partería quedó por mucho tiempo relegada a regiones remotas donde no había médicos y se asocia con condiciones indeseables de higiene y de poco conocimiento. Aunque en varios países ha habido un movimiento para que se imparta entrenamiento en universidades y licencias a mujeres que quieran ejercer la partería con el respaldo de los hospitales. La partería y la curandería ejercida tradicionalmente por mujeres, no desapareció, pero quedó relegada a la categoría inferior de "sabiduría popular", que continuó en algunos contextos de comunidad y culturas indígenas apartadas, que hoy están siendo vistas de manera diferente.

No todas las universidades cerraban sus puertas a las mujeres: en Bolonia, Italia, en la primera universidad que se fundó en Europa, había un Colegio de Medicina, de donde emergieron en el siglo XVI el grupo de las famosas 'sanadoras de Bolonia'.⁸ Emergieron también de ese centro María Dalle Donne, directora del Departamento de Partería, quien con la ayuda de importantes patrocinadores, aceptaba en su programa a mujeres de orígenes humildes y de bajos recursos para que fueran a trabajar en áreas rurales y Anna Morandi Manzolini, célebre por sus conocimientos de anatomía, y quienes se encaminaron en la fabricación de modelos didácticos usados durante siglos en la enseñanza de la medicina, algunos de los cuales sobreviven en el museo de esta ciudad.⁹ También estudiaron allí Laura Bassi, la primera mujer profesora de física de Italia y la matemática María Gaetana Agnesi.

Las ciencias naturales

La tarea de recolectar hierbas, semillas, frutos, raíces, cortezas, pequeños animales, minerales, etc, ha sido asignada principalmente a las mujeres, división del trabajo que aún se observa en las pocas regiones del mundo donde todavía sobreviven grupos nómadas. Esto le dio ventaja a la mujer en la adquisición de un conocimiento que le permitiera adaptarse al medio ambiente y enten-



María Gaetana Agnesi.

vestido y en la fabricación de utensilios. Seleccionaron los granos más fuertes y experimentaron en su domesticación para que la humanidad aumentará un paso adelante. Así se descubrieron, por mencionar sólo unos pocos ejemplos, los beneficios del caolín para la diarrea, el barro para protegerse la piel de los dañinos rayos ultravioleta como lo hacen las mujeres Wayuu en la Guajira, y se atrevieron a calentarlo, deshidratándolo para producir un material sólido y resistente al fuego en donde podían transformar lo crudo en cocido y lo venenoso en comestible, como lo hacen aun las mujeres con la yuca brava en la Amazonía. Los granos más duros se transformaron en sus manos en harina para fabricar pan, arepas o bebidas alcohólicas. Las fibras fueron hiladas, teñidas y entrelazadas para hacer toda clase de tejidos. Las memorias, los símbolos sagrados, las historias, los mensajes y las cuentas se inscribieron y bordaron con sus manos.

Durante muchos años fue aceptada como verdad absoluta en las teorías sobre la evolución humana, que la herramienta fundamental que habría permitido la subsistencia y el posterior desarrollo de las especies primigenias era un hacha de piedra. Una vez que se pensó en femenino se imaginó a una primate que habiendo perdido el pelo corporal se las ingenió para crear algún tipo de implemento que le ayudara a mantener a su cría atada a su cuerpo y que, a su vez, le sirviera para recoger frutos y otros alimentos, trasladarlos de un lugar a otro y así tener reservas para alimentar a su familia. Es claro que las mujeres no se quedaban quietas, sentadas en las cavernas esperando a que los hombres salieran a traerles la comida. Hoy sabemos que una gran proporción de la dieta que ha permitido la evolución y la supervivencia de la humanidad proviene de la recolección, practicada principalmente por mujeres y no de la caza, que es esporádica y estacional y que además, no es del exclusivo dominio de los hombres.

Los conocimientos sobre botánica han sido transmitidos de generación en generación y sus preparados eran conocidos como pocimas, menjurjes, bebedizos, o cocimientos que aparecen en muchos diccionarios con la palabra medicamento como sinónima. Estos "brebajes" de abuelas, de viejas o de gitanas, como se les decía, llamaron la atención de algunos médicos, como en el caso de William Withering, quien a finales del siglo XVIII publicó un tratado sobre plantas medicinales en Escocia y menciona cómo obtuvo el

en particular las dolencias del corazón, con una planta llamada *digitalis purpurea*, utilizada por las ancianas de su región y que es aún usada en la medicina moderna.

Esta familiaridad con la naturaleza hizo que en el origen de las ciencias naturales como la biología y la geología, se emplearan mujeres conocidas como las "naturalistas del siglo XVIII", que se ganaban la vida recolectando y clasificando especímenes de minerales, animales, plantas y fósiles. En esa misma época, Elizabeth Blackwell publicó "*Un herbolario curioso*", con tanto éxito que permitió que su marido se liberara de las deudas que lo agobiaban, y en su honor se bautizó una planta como *Blackwellia*. No se debe confundir a esta Elizabeth con otra que lleva el mismo nombre y que fue la primera mujer en graduarse en medicina en los Estados Unidos y quien fundó el Hospital de Nueva York para Mujeres y la primera Escuela de Medicina para Mujeres, fundada en 1868, en la misma ciudad.

El interés por la naturaleza hizo que muchas se atrevieran a viajar solas a lugares exóticos en la era de la exploración. Lady Mary Wortley Montagu (1689-1762) escribió en sus crónicas de viaje a Turquía sobre las ancianas que tenían un método de prevención de la viruela, el cuál ella misma se hizo aplicar, pues no se sabía de nadie que hubiera muerto por ello. Se trataba de "introducir en una vena tanto veneno de viruela como pueda aguantarse en la punta de una aguja". Otras ancianas de Europa del Este aplicaban sobre las heridas pan enmohecido para evitar las infecciones. Esta terapia, precursora de los antibióticos, se usó también para prevenir la temible peste que diezmó gran parte de Europa. Mary Henrietta Kingsley recogía peces, escarabajos y reptiles en el África Occidental para el Museo Británico, contribuyendo al desarrollo de la entomología, como lo hizo Eleanor Ormerod. Otra que exploró ese continente hasta encontrar las huellas humanas más antiguas de las que se tiene noticia y otros descubrimientos que transformaron la disciplina de la antropología física fue Mary Leakey. Mary y su esposo crearon una fundación dedicada al estudio de los primates, con la idea de que las mujeres eran más pacientes, mejores observadoras y a lo mejor verían cosas que los hombres no habían visto por lo que entrenaron y patrocinaron a investigadoras de fama mundial como Jane Goodall, por sus estudios sobre chimpancés y Dian Fossey, quien trabajó y murió por la defensa de los gorilas. Y ya que estamos en el tema de la antropología, no se puede

quién gracias a sus estudios en comunidades lejanas del Pacífico Sur, dedujo que las características masculinas y femeninas no estaban determinadas por la biología sino por la cultura.

El interés más reciente de las mujeres en la botánica no se vio con malos ojos en la sociedad europea, e incluso se les estimulaba a tenerlo. Al fin y al cabo, esa y otras ciencias consideradas apropiadas para ellas se definían como "ciencias blandas", menos importantes que las "duras" practicadas por los hombres.

La química

De la mano de la medicina va la botánica y de ésta, la química. Para curar, es necesario conocer los secretos de la naturaleza, saber transformarlos y aplicarlos en las dosis necesarias. La palabra farmacia, viene de *farmakion*, que literalmente significa 'veneno' en griego, e implica el manejo de sustancias peligrosas que, como la ponzoña de la serpiente de Higia, pueden curar o matar. Ni siquiera en nuestros días a los mismos pacientes se les permite el acceso a ciertas sustancias de uso muy restringido, que pueden producir efectos contrarios a los de curar y pueden ser usados con fines perversos. En los conventos masculinos y femeninos existían boticas, donde una persona encargada elaboraba medicamentos y administraba y guardaba bajo llave su contenido.

Además de la fabricación y preservación de alimentos y de sus usos en la curación, las mujeres empleaban sus conocimientos de química en la elaboración de productos para realzar la belleza, borrar las imperfecciones de la piel, cambiar la textura y el color del cabello y en general luchar contra el paso del tiempo. En la antigüedad sobresalieron las egipcias por sus conocimientos en el arte de la fabricación de perfumes, ungüentos y, en general, los cosméticos que usaron en abundancia. Del oriente nos han llegado las recetas de *benna*, y el color para delinear los ojos, usado también en los bebés para protegerlos de infecciones. Las mujeres no pasaron desapercibidas en los tiempos de la alquimia, donde Perrenelle Lethas Flammel también intentó convertir el mercurio en oro, pero al parecer tuvo más éxito con un elixir para prolongar la vida.

Es claro que muchos de los conocimientos de las mujeres han emergido de las cocinas. Allí, María inventó su famoso baño y otros procedimientos químicos para hervir, destilar, purificar y

le Jars y Marie Meurdrac, quién publicó con mucho éxito en 1666 un tratado de química para damas, que se reeditó y tradujo a varias lenguas, pasaron a la posteridad. Meurdrac dividió su libro en varios capítulos donde daba recetas de uso en la vida cotidiana, explicaba los principios básicos, las propiedades de los elementos, los métodos para fabricar tinturas, esencias, remedios comprobados y finalmente todo aquello útil para incrementar la belleza. La química se practicaba en casa; hasta el siglo XIX muchos laboratorios e incluso observatorios astronómicos eran caseros. En pleno siglo XX, Estee Lauder la dueña del imperio de cosméticos recientemente fallecida, comenzó a fabricar sus preparados y a sentar las bases de su imperio en la cocina de su casa.

Sor Juana, ya había anotado en su mencionada carta a Sor Filotea, cómo las mujeres también observaban, experimentaban e innovaban en las cocinas. Seguramente ella también tenía "el don del almíbar" y conocía las fórmulas secretas de la pastelería y confitería que se han guardado celosamente en los conventos:

"¿Qué os pudiera contar Señora, de los secretos naturales que he descubierto estando guisando? Veo que un buevo se une y fríe en la manteca o aceite y, por contrario, se despedaza en el almíbar; ver que para que el azúcar se conserve fluida basta echarle una muy mínima parte de agua en que haya estado membrillo u otra fruta agria; ver que la yema y clara de un mismo buevo son tan contrarias, sirve cada una de por sí y juntas no. Pero, señora, ¿qué podemos saber las mujeres sino filosofías de cocina? Bien dijo Lupericio, que bien se puede filosofar y aderezar la cena. Y yo suelo decir viendo estas cosillas: si Aristóteles hubiera guisado, mucho más hubiera escrito."

Y hablando de comestibles, a Marie Fontaine Harel se le atribuye la invención del queso Camembert, y como ella, otras tantas mujeres han sacado provecho de la tarea femenina en muchas culturas de ordeñar y han inventado tecnologías para fabricar y preservar toda suerte de productos lácteos.

Los ejemplos de químicas famosas abundan: la talentosa Anne Paulze, más conocida como "la esposa de Lavoisier," no sólo se encargaba del laboratorio, sino que ilustraba los manuales con los instrumentos y experimentos que realizaba en conjunto con su marido. La química y física más famosa de la época moderna, es Marie Curie, quien junto con su esposo y su hija se dedicó a añadir nuevos elementos a la tabla periódica.

¿Y las colombianas?

Poco se sabe de la historia de la ciencia desde la perspectiva de las mujeres colombianas. En sondeos que he realizado al respecto, la pregunta: *¿cuál basido, o es, la colombiana que se ha destacado en la ciencia?* queda sin respuesta. El tema no ha sido estudiado en profundidad; se han realizado investigaciones sobre las mujeres en la vida monástica y se tiene noticia de importantes religiosas en el período colonial, algunas de las cuales se dedicaban a curar y atender enfermos. En este período sobresale la Madre Josefa del Castillo, a quien se la recuerda por sus escritos. Doña María Clemencia Cayzedo impulsó y financió en 1783 el Colegio de la Enseñanza en Santa Fé de Bogotá, la primera institución educativa para mujeres en la Nueva Granada. Las autoridades locales estimaban más urgente la fundación de una entidad de reclusión para las transgresoras y las marginadas, las acusadas de rebeldía familiar, las infieles y otras cuyos maridos y padres deseaban internar, "por prevención," en alguna parte. En realidad, a los ojos de muchas personas no había diferencia entre ser educada y ser transgresora. El primer listado de alumnas de esa institución provenía de las más ilustres familias de la época, donde se menciona la presencia de Bonifacia y Justa Mutis, sobrinas de José Celestino Mutis y de otras representantes de la generación de actoras de la independencia y de hijas y madres de próceres. De esta época es Manuela Sáenz de Santamaría de González Manrique, naturalista y literata que conocía varias lenguas y que fundó la 'tertulia del buen gusto', a la que asistieron destacados personajes de la época. No obstante, aquellos avances en la educación, el porcentaje de mujeres instruidas era bajo, comparado con el de los varones, quienes desde tiempo atrás estaban recibiendo educación. Ya en el siglo XIX, las letras de Soledad Acosta de Samper nos dejan un legado de cuadros regionales, estudios sociológicos, crónicas de viajes y memorias que, entre otras cosas, la han llevado a la posteridad. Tuvieron que transcurrir 150 años más desde



Madre Josefa del Castillo.

mujeres lograran entrar a la universidad. La primera mujer que se graduó en medicina fue Ana Galvis Hotz, pero adelantó estudios en Suiza, en 1877, donde se permitía la entrada a mujeres. En las décadas de 1940 y 1950 entran a las universidades grupos de mujeres, no siempre a las carreras que se consideraban apropiadas para ellas. En 1945, Inés Ochoa se convierte en la primera colombiana graduada en medicina en el

país. Graciela Hurtado, quien la seguiría pocos años después, era la única mujer entre 300 hombres.¹⁰ Entre la década de los cincuenta y sesenta, no sólo comienzan a entrar en masa las mujeres a las universidades, sino que además se abren nuevas carreras. Para esa época, ya se está consolidando la generación de Ángela Restrepo, de renombre internacional por sus trabajos en microbiología y la única mujer invitada a participar en la "Comisión de Sabios" para evaluar el estado de la ciencia en Colombia; de la antropóloga Virginia Gutiérrez de Pineda; las arqueólogas Alicia Dussan y Blanca Ochoa; la matemática Alicia Mesa; la física Ángela Camacho, por mencionar sólo a algunas entre muchas otras más que han educado a las nuevas generaciones. Todas estas pioneras han cosechado sus esfuerzos y han recibido reconocimientos a la obra de toda una vida.



Soledad Acosta de Samper.

Hay sin embargo otras que son más conocidas fuera del país, como es el caso de Adriana Ocampo, nacida en Colombia y residente en los Estados Unidos, hasta hace poco investigadora científica en el *Jet Propulsion Laboratory* de la NASA y quien también está en el panteón de las cincuenta científicas más destacadas del mundo. Su más reciente trabajo está relacionado con el estudio del cráter Chicxulub, en Centro América, del cual se cree fue producido por el asteroide que pudo haber hecho desaparecer a los dinosaurios hace 65 millones de años.

Colombia cuenta ya con varias generaciones de mujeres altamente educadas y su presencia es

la física, y la geología. A pesar de esos avances, hay todavía un camino por recorrer. Por ejemplo, si examinamos los inventos que se presentan a la Superintendencia de Industria y Comercio con el fin de obtener una patente, vemos que sólo el 6% de las personas que lo hacen son mujeres,^{viii} y los productos que presentan están, como en épocas antiguas ya mencionadas, en gran parte relacionados con la industria cosmética y en la invención de objetos relacionados con el confort de los bebés, los enfermos y el hogar.

Reflexiones finales

Este rápido recorrido por la historia de las mujeres en la ciencia ha dejado deliberadamente a las matemáticas, físicas y astrónomas fuera de este artículo, pues a ellas se les dará la atención especial que merecen en otra ocasión. Este es apenas un abrebocas en el esfuerzo por recuperar la historia en femenino y para que los nombres que se mencionaron sirvan para despertar el interés por conocer más de cerca la vida y obra de estas interesantes mujeres. Se ha aprovechado también, para dar relevancia a las tradiciones, saberes y ocupaciones típicamente femeninas que han sido demeritadas o silenciadas por la escritura que no consideraba lo femenino como digno de ser incluido. También, por razones de espacio he dejado por fuera a las que han contribuido a la ciencia a partir de los años cincuenta.

La presencia femenina, entrenada y talentosa, se nota en muchos campos de la ciencia, pero desafortunadamente, las barreras de siempre todavía no se han podido superar totalmente. Hoy, como en el pasado, algunas deciden no elegir el camino del matrimonio, pues ven las obligaciones familiares como una carga que les obstaculiza su avance en la ciencia, sobre todo cuando se trata de tomar decisiones al respecto de salir del país a estudiar o a mudarse a otra ciudad a trabajar. En cuanto a los salarios, sabemos que las mujeres con iguales o mayores credenciales reciben menores salarios, están en cargos de menor importancia y jerarquía y reciben menos dinero para la investigación.

Al examinar de cerca las biografías que se mencionaron, se notan varias constantes a lo largo de la historia. Una es el tema de la colaboración entre esposos: detrás de muchas científicas hay un hombre que las ha apoyado o ha trabajado con ellas, llámese padre, esposo o hermano. La brillantez se ha dado a veces en familias enteras, donde ha existido el espacio propicio para aprender. Son

nota este vínculo, Marie Curie (química y física) junto con su esposo Pierre y su hija Irene Joliot (química), Marie Goeppert Mayer (física) y Gerty Cori (medicina), son algunas de las que han compartido los máximos galardones con sus esposos. Otras que también han compartido sus triunfos han sido: Elie Méchnikov en 1908, Rosalyn Yalow en 1977, la italiana Rita Levi-Montalcini en 1986, y en 1988, Gertrude B. Elion. Finalmente, espero que las vidas de estas "madres de la ciencia", sirvan de inspiración a las muchas hijas que quieran atreverse a imitarlas.

Notas:

- i. Como lo hace Isaac Asimov. 1982. en su Enciclopedia Biográfica de Ciencia y Tecnología. (Alianza Editorial, Madrid), donde sólo cita a nueve mujeres entre más de 1500 hombres.
- ii. <http://www.distinguishedwomen.com/biographies/trotula.html>
- iii. http://www.e-leuis.net/noticia.p?id_noticia=1591
- iv. Agradezco la colaboración de Mónica Velasco en la búsqueda de documentación para este artículo.
- v. http://www.e-leuis.net/noticia.asp?id_noticia=1591
- vi. <http://www.ensayistas.org/antologia/XVII/sorjuana/sorjuana1.htm>
- vii. http://www.encolombia.com/intervenciones2_ginecologia.htm
- viii. Datos recogidos por la autora para la investigación "Ciencia, tecnología y género en Colombia" realizada por el ICANH con apoyo de la OEI.

Bibliografía

1. Solsona i Pairó, Nuria: *Mujeres científicas de todos los tiempos*. Ediciones Talasa, Madrid, 1977.
2. Green, Monica: *En busca de una "auténtica" medicina de mujeres: Los extraños destinos de Trota de Salerno e Hildegarda de Bingen*. En Monserrat Cabré y Teresa Ortiz, eds. *Sanadoras, matronas y médicas en Europa. Siglos XII-XX*. Barcelona, Icaria. 2001.
3. Tetry, Andrée: "Las mujeres de ciencia" en *Las mujeres célebres*, editado por Lucienne Mazenod. Gustavo Gili, Barcelona, 1966.
4. Cosminsky, Sheila: "El papel de la comadrona en Mesoamérica" En: *América Indígena*. Vol. 37, no. 2: 305-335. 1977.
5. Cabré, Monserrat y Ortiz, Teresa, (eds.): 2001. *Sanadoras, matronas y médicas en Europa. Siglos XII-*
6. Jones, Constance: *Las 1001 historias de la historia de las mujeres*. Barcelona: Grijalbo Mondadori. 2000.
7. Restrepo, Lilibia: *Parteras, comadronas y médicos. La instauración de la obstetricia en Medellín 1870-1920*. Revista Universidad Pontificia Bolivariana. Vol. 44, (140):33-43. 1995.
8. Pomata, Gianna: *Entre el cielo y la tierra: Las sanadoras de Bolonia en el Siglo XVI*. En M. Cabré y T. Ortiz. *Sanadoras, matronas y médicas en Europa. Siglos XII-XX*. Barcelona, Icaria. 2001.
9. Cieslak-Golonka M. y Bruno Morten: *The Women Scientist of Bologna*. *American Scientist*. Vol. 88. Pp. 68-73. 2000.
10. Coben, Lucy: *Colombianas en la vanguardia*. Medellín, Editorial Universidad de

ESPECIFICACIONES PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

Innovación y Ciencia

TEMAS

Ciencias Naturales, físicas y sociales, tecnología, política científica y tecnológica, historia de la ciencia.

LENGUAJE

- Claro, ágil y de fácil comprensión para el lector no especializado. Es importante que el título sea atractivo y breve además de significativo.
- Los términos técnicos deben ir seguidos de una definición sencilla en paréntesis o entre comas; ejemplo: "...en general se registra taquipnea (respiración rápida), cianosis (coloración azulosa de mucosas y partes más claras de piel)...".
- Cuando se incluyan siglas o símbolos, la primera mención debe decodificarse; ejemplo: "En medicina humana se ha acuñado la expresión ARDS (del inglés: *Adult Respiratory Distress Syndrome*)".
- Sólo deben usarse abreviaturas y expresiones matemáticas en casos estrictamente necesarios.

EXTENSIÓN

Máximo 10 páginas tamaño carta en letra Arial 12, a doble espacio (excluyendo ilustraciones y cuadros).

FORMATO

Texto impreso y copia digital en diskette o CDrom, preferiblemente en formato Word.

MATERIAL GRAFICO

Es importante anexar la mayor cantidad posible de material gráfico acompañado de notas explicativas (pie de fotos) y sugerencias de ubicación dentro del texto. Este material puede incluir:

- Fotografías originales en papel fotográfico o diapositiva.
- Fotografías en versión digital de alta resolución (300 dpi) en formato tif, jpg o eps.
- Esquemas gráficos explicativos (versión impresa y/o digital).

- Tablas o cuadros sin demasiado texto o columnas.

El material fotográfico no debe ser tomado de libros o revistas y debe indicarse su autoría o fuente si es necesario.

Del material recibido se seleccionará el de mayor calidad para su publicación y una vez editada la revista el material será devuelto al autor.

REFERENCIAS

Para las referencias se usarán las siguientes normas:

a) *Artículo de revista científica:*

1. Lee, M.R.; Ho, D.D.; Gurney, M.E.: Functional interaction and partial homology between human immunodeficiency virus and neuroleukin. *Science* 237: 1047-1051, 1987.

b) *Artículo de libro:*

1. Day, R.A.: Cómo escribir y publicar trabajos científicos. Organización Panamericana de la Salud. Washington DC., p.242, 1990.

RESUMEN

Descripción breve (5 oraciones cortas) del tópico central del artículo, para su inclusión en la página de contenido de la edición.

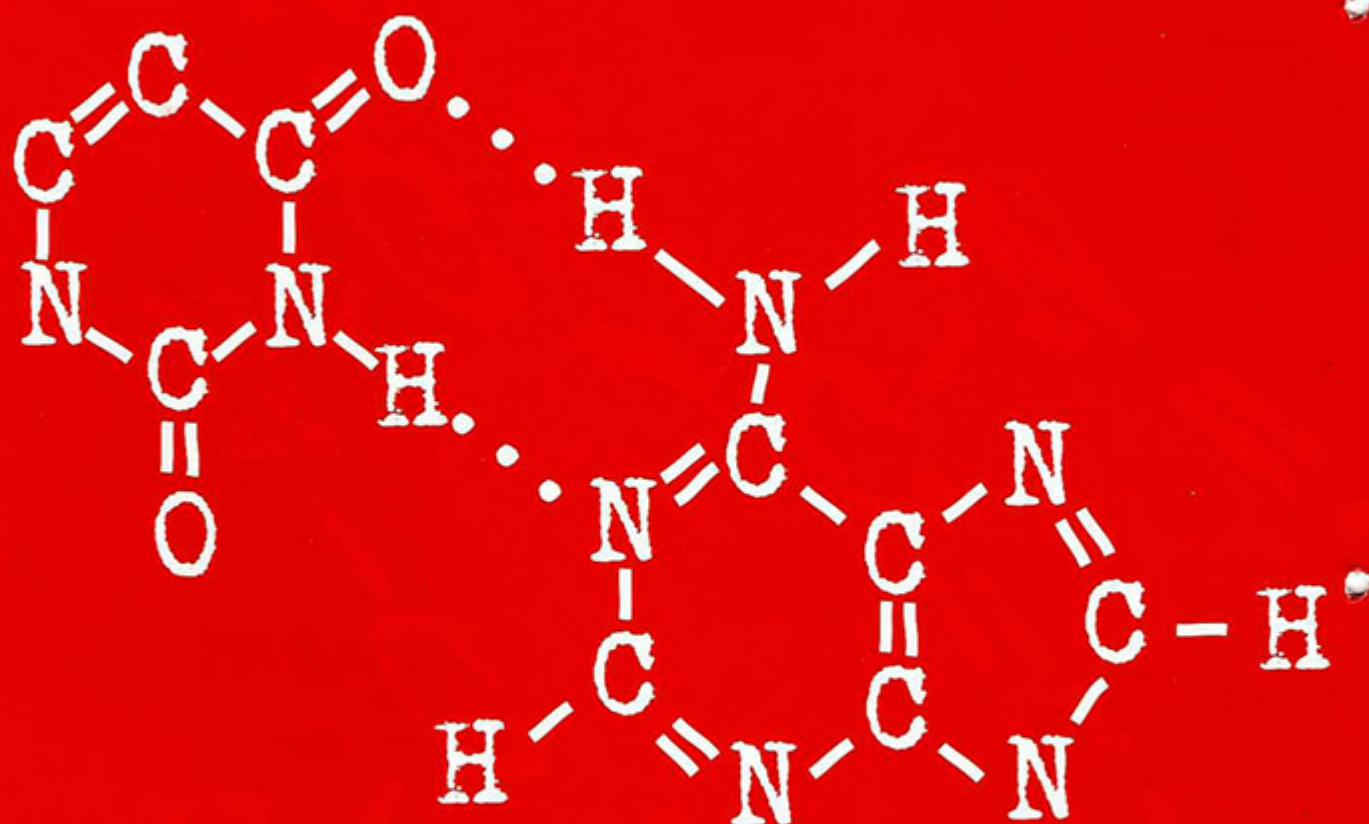
IDENTIFICACION DEL AUTOR

Nombre y títulos,
Cargo actual,
Entidad,
Ciudad, país.
E-mail:
Dirección postal

RECOMENDACIONES

Los artículos que hayan aparecido en otras publicaciones, los informes de investigación en curso y aquellos textos cuyos temas sean muy especializados y de interés exclusivamente local no serán considerados para publicación.

Encontrar el mejor **talento humano** para
su empresa es tan complejo como
descifrar una fórmula química



COLFUTURO con su Programa de Intermediación Laboral (PIL) apoya a las empresas en la consecución y selección del mejor talento humano disponible en el mercado colombiano. Con la contratación de beneficiarios de COLFUTURO usted encontrará las siguientes garantías: profesionales con posgrado en el exterior, excelencia académica, dominio de una segunda lengua, experiencia internacional, excelencia profesional. Contáctenos: intermediacion.laboral@colfuturo.com