

COLOMBIA

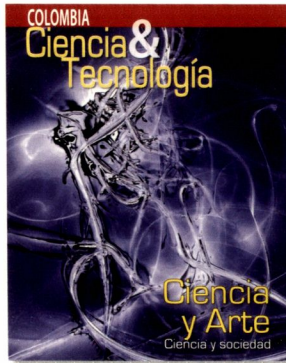
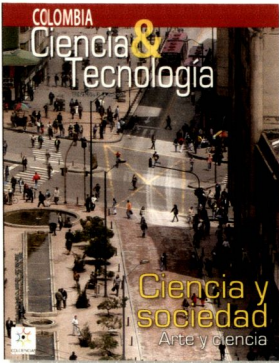
Ciencia & Tecnología

Vol 25 No. 3 - 4 de 2007

Ciencia y
sociedad
Arte y ciencia

Revista de la Asociación Colombiana de Sociología, No. 2007-7/4 - ISSN 0190-5338
Suplemento a la revista "Ciencia y Tecnología", No. 2007-7/4





COLCIENCIAS
COLOMBIA

Kr 7B Bis # 132-28
Teléfonos (57 1) 625 84 80
Fax: 625 1788
www.colciencias.gov.co
Bogotá D.C., Colombia

Vol 25 No. 3-4 de 2007

Tarifa Postal Reducida No. 2007-174

Servicios Postales Nacionales S.A.

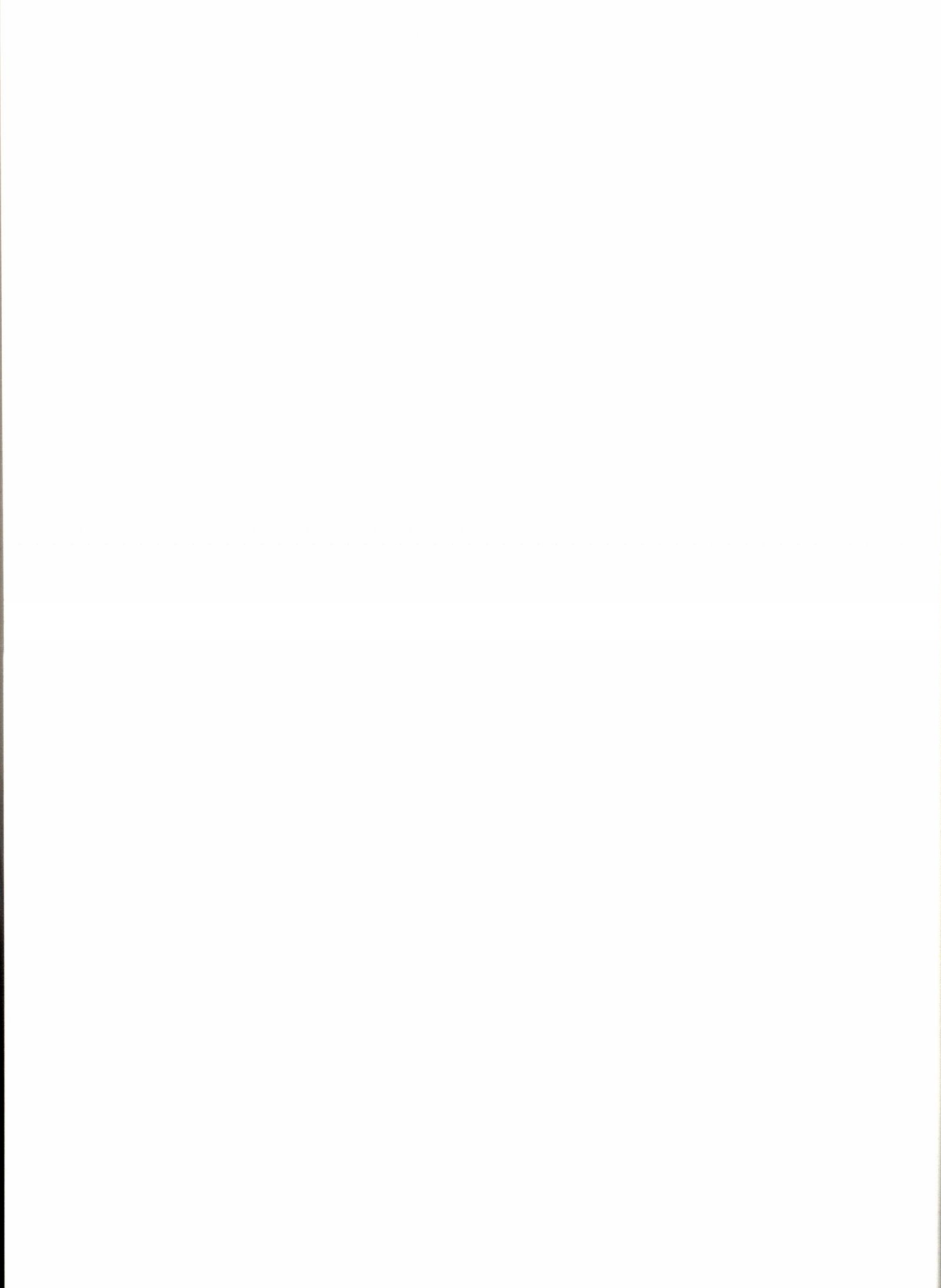
Vence 31 de Dic. 2007.

472

LA RED POSTAL DE COLOMBIA

www.4-72.com.co

➤ Línea de Atención al Cliente Nacional 01 8000 111210 ◀



CIENCIA Y SOCIEDAD

EDITORIAL

ANTECEDENTES DIQUES, BRECHAS Y PUENTES EN LOS ESTUDIOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad y sobre Política de Ciencia y Tecnología se han desarrollado por separado hasta hoy, sin embargo, existen algunas intersecciones. POR: MONICA SALAZAR ACOSTA.

ENTRE BUEN VECINO E IMPERIO

En la primera mitad del siglo XX, el conocimiento científico fue un importante aliado de la creciente influencia de los Estados Unidos sobre Latinoamérica. Las dos regiones sacaron provecho de esta relación.

POR: CAMILO GUINTEIRO TORO.

OPINIÓN ¿QUE INVENTEN ELLOS!

Las naciones ricas crecen poco y gastan mucho en investigación y desarrollo y las pobres crecen muy rápido y gastan poco. La receta de las segundas es la imitación tecnológica. POR: DAVID EDGEERTON.

INVESTIGACIÓN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN PERSPECTIVA DE GÉNERO

En Colombia el acceso a la construcción de conocimientos o a la producción de tecnologías sigue siendo limitado para las mujeres. Conozca dos perspectivas de análisis sobre el tema. POR: DORA INÉS MUNEVAR.

DISEÑO ORGANIZACIONAL A PARTIR DEL APRENDIZAJE

Es posible generar estructuras organizacionales articuladas con tecnologías informáticas que apoyen el trabajo de los usuarios. Propuesta de la Universidad de los Andes. POR: ERNESTO LLERAS MANRIQUE, LUISA GARCÍA MONTOYA.

EXPERIENCIA LÓGICA CONTEMPORÁNEA IMPACTO EN EL CONOCIMIENTO

Es un hecho innegable que las lógicas paraconsistentes constituyen, hasta el momento, el aporte original más extenso y sistemático de América Latina a la lógica matemática. Acercamiento al caso de Brasil.

POR: FERNANDO ZALAMEA.

PERFIL JOSÉ LEITE LOPES [1918-2006]. PROTAGONISTA DE LA LUCHA POR LA CIENCIA

El recurso de la biografía contribuye a entender mejor el desarrollo del conocimiento en América Latina. Un ejemplo es la vida y obra del físico brasileño José Leite Lopes. POR: OLIVAL FREIRE.

CIENCIA Y ARTE

EDITORIAL

ANTECEDENTES CAMINOS DE IDA Y VUELTA

La conciliación e intercambio de saberes científicos, estéticos, éticos, filosóficos y religiosos será la llave de oro de la nueva sabiduría a la que apunta el mundo. Una mirada histórica a la relación ciencia-arte.

POR: GABRIEL RESTREPO.

OPINIÓN TRAZOS BIOLÓGICOS

Colombia divulga su riqueza natural con lápiz y papel. Dibujantes, pintores, diseñadores y publicistas retoman la ilustración científica, una tradición que data de los primeros años de la Expedición Botánica.

POR: JUAN PABLO VERGARA.

INVESTIGACIÓN NEUROESTÉTICA: SENTIR, PENSAR, CREAR

No existe arte sin pensamiento y emoción. Análisis del proceso artístico desde la neurobiología.

POR: ROBERTO AMADOR.

ARTE Y NUEVAS TECNOLOGÍAS: MUNDOS POSIBLES

¿Cómo se producen las relaciones estéticas entre el arte, la ciencia y la tecnología en la era digital y electrónica? POR: ILIANA HERNÁNDEZ.

EXPERIENCIA FÍSICA EN PANTALLA CHICA

La vida y obra de Galileo Galilei se ha presentado en los canales regionales del país gracias a una realización televisiva de la Universidad Nacional de Colombia, que contó con el apoyo de Colciencias y la Fundación Mazda. POR: CARLOS AGUSTO HERNÁNDEZ.

PERFIL ARTE FRACTAL: LA CIENCIA SALTA AL LIENZO

Un pintor colombiano se abre camino en los Estados Unidos con una novedosa propuesta que combina el expresionismo con la teoría del caos. Su obra se presentó en Estados Unidos y Canadá.

POR: MABEL LÓPEZ JEREZ.

ENTREVISTA LITERATURA CIENTÍFICA CREA NUEVOS HÉROES

La unión de historia con literatura alrededor del tema científico logra que los hombres y mujeres de laboratorio se conviertan en el ejemplo a seguir para las futuras generaciones de colombianos.

POR: REDACCIÓN REVISTA COLOMBIA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA.

DIRECTOR GENERAL
Juan Francisco Miranda Miranda

SUBDIRECTOR DE PROGRAMAS
ESTRATÉGICOS
Alexis De Greiff A. Ph.D.

EDITOR INVITADO CIENCIA Y
SOCIEDAD
Alexis De Greiff A. Ph.D.

EDITORIA INVITADA CIENCIA Y ARTE
Julia Patricia Aguirre Guzmán

EDITORA
Mabel López Jerez
mapaloe@gmail.com

DISEÑO
Mercedes S. Beltrán D.
mercedesbeltran@yahoo.com

Victor Hugo Villamizar R.
villamizar.victor@gmail.com

FOTOS
Archivo de Colciencias,
Programadora UN TV,
Valentina Roldán, Claudia Mosquera,
Mabel López Jerez,
Victor Hugo Villamizar
y fotografías suministradas
por los investigadores.

FOTOMECÁNICA
E IMPRESIÓN
D'vinni S.A.

Publicación trimestral de Colciencias
sobre la actividad científica y
tecnológica de Colombia. Colciencias
acoge en esta publicación opiniones
de alto nivel de reflexión con el
propósito de fomentar una rigurosa
controversia intelectual sobre política
científica y tecnológica. Cualquier
artículo se puede reproducir,
siempre y cuando se cite la fuente.

www.colciencias.gov.co

Tarifa Postal Reducida No. 2007-174
ISSN 0120-5595
Servicios Postales Nacionales S.A.
Venue 31 de Dic. 2007.



COLCIENCIAS
C O L O M B I A

40 años
1968-2008

COLCIENCIAS
SE PREPARA PARA
CELEBRAR SUS
40 AÑOS

Ciencia, crítica y diversidad

“Lo que distingue a los hombres de los animales es que los hombres podemos tener utopías”.

Profesor Carlo Federici Casa Fundador del Departamento de Matemáticas de la Universidad Nacional de Colombia.

El recurso de la combinación “ciencia y tecnología” como alternativa a las grandes reformas sociales, políticas y económicas que requieren los países latinoamericanos no es nuevo. De hecho, éste fue uno de los “caballos de batalla” de la Alianza para el Progreso. No es en absoluto casual la coincidencia cronológica de la creación de las facultades de ciencias, así como de los institutos de financiación de investigación científico-tecnológica, en América Latina (1968).

Una característica de la educación científica tradicional es que presenta a las demás tentativas culturales de la humanidad como pasos bien intencionados, pero errados, hacia la representación correcta del mundo: la actual. Otra característica es que pretende, desde Atenas, encontrar una superteoría, en el sentido que la define José Sanmartín, que englobe todo el conocimiento del universo. En términos de la física contemporánea a éstas se les llama “teorías del todo” (Theory of Everything, TOE) y son la máxima expresión de los intentos de continuar el reinado de la teoría por sobre el de la práctica: el sueño de Einstein de la estructura racional matemática que permite comprender la realidad (incluso a pesar de la realidad misma).

Sin embargo, el desarrollo de la ciencia ha mostrado que la naturaleza es más complicada que el sistema lógico más poderoso, y a los esfuerzos unificadores de los físicos les han salido al paso los diversificadores del campo de la biología y de las ciencias sociales.

La excursión a través del universo que propone Freeman Dyson, el físico y matemático inglés en *Infinite in all Directions* (1988), comenzando por las supercuerdas y terminando por las mariposas, parece apropiada en este contexto. Mientras las superteorías unificadoras como las de las supercuerdas miran hacia atrás en la escala de tiempo (origen), en el extremo opuesto —en el futuro— se encuentran las mariposas, pletóricas de complejos mecanismos de supervivencia e imposibles de describir a partir de un número finito y determinado de ecuaciones fundamentales. En el campo científico hoy la diversidad desempeña un papel más importante que la unificación.

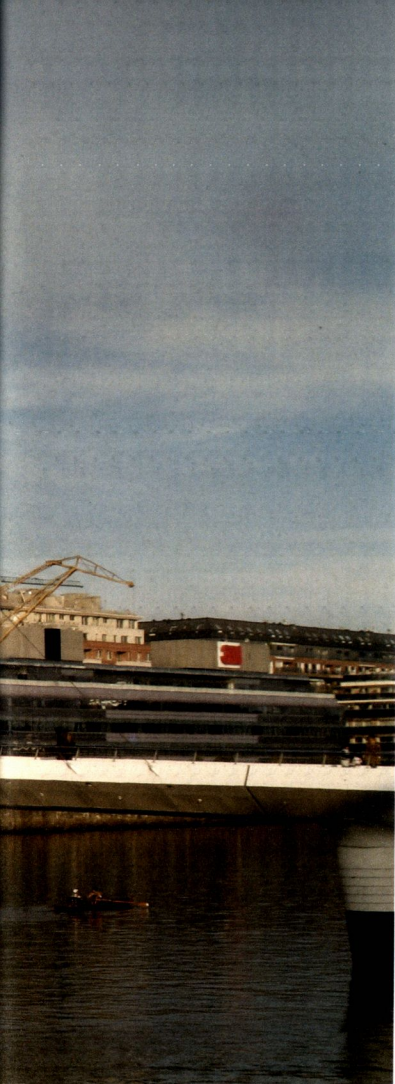
La tesis propuesta se basa en que la práctica científica está fundamentada en el desarrollo de técnicas, de modo tal que más que acuerdo sobre “leyes naturales universales”, el corpus científico se fundamenta en las normas de configuración instrumental que permiten la reproducción de fenómenos. Esto implica, naturalmente, una construcción del saber por encima del descubrimiento de una realidad objetiva.

Los hechos no se producen naturalmente ni a través de la lectura pasiva de los científicos, sino son contruidos. La investigación refleja por una parte la imagen de la ciencia terminada: cerrada, consensuada, “verdadera”, cierta, no problemática; y por otra, la de la ciencia en acción: abierta, polémica, incierta y problemática. Los científicos operan en redes sociales en las que la naturaleza y el mundo natural son actores determinantes.

Es fundamental comprender que la crítica y el reconocimiento de la diversidad, no van en detrimento del desarrollo científico y tecnológico; por el contrario, éste es el punto de partida para generar prácticas innovadoras que propicien una real apropiación social, que redunde en una sociedad más plural, diversa y democrática.



DIQUES, BRECHAS Y PUENTES EN LOS ESTUDIOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA



VICI TORO FUGO VILLAZAR ACOSTA

MÓNICA SALAZAR ACOSTA, Directora Ejecutiva del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

No hay una manera simple de trazar un mapa del campo de estudios en ciencia y tecnología. Se pueden identificar al menos cuatro puntos de entrada diferentes.

1. Un enfoque disciplinario, por ejemplo desde la Sociología, la Antropología, la Filosofía,

Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad y sobre Política de Ciencia y Tecnología se han desarrollado por separado hasta la fecha, sin embargo, las dos áreas convergen en aspectos muy importantes. ¿Cuáles son esas intersecciones? ¿Cuáles las lecciones para Latinoamérica?

la Historia o la Economía.

2. Un mapeo que se puede hacer estudiando diversas fases del desarrollo tecnológico: diseño, construcción, producción, difusión, impacto y percepción.

3. El papel que cumple la tecnología en la sociedad.

4. El campo de estudios sobre ciencia y tecnología se puede dividir en tres grandes áreas: estudios cualitativos (los cuales se pueden ubicar bajo el nombre genérico de Ciencia, Tecnología y Sociedad), estudios cuantitativos (Cientometría) y estudios orientados a política. Para efectos de este documento, me concentraré en esta última categorización, especialmente en las relaciones y divisiones entre los estudios sociales y los de política en ciencia y tecnología.

Algunos autores¹ argumentan que existe una separación entre estudios sociales y los de Política en Ciencia y Tecnología. Mientras que otros² afirman que algunas corrientes en estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad, especialmente la Escuela de Construcción Social de la Tecnología, han tenido interés en la política tecnológica. Se puede argumentar que estas comunidades académicas son bastante diferenciadas, con pocas coincidencias temáticas, metodológicas e institucionales. Esto no significa que los investigadores en Ciencia, Tecnología y Sociedad no hayan influenciado el diseño de la política, sin embargo, este no es su principal interés, mientras que los estudiosos de la política científica y tecnológica buscan afectarla directamente.

Énfasis en tecnología

La denominación de este campo de estudios no ha sido ajena a muchos debates, algunos autores se refieren a él como “Estudios en Ciencia y Tecnología”, otros “Ciencia, Tecnología y Sociedad”, y otros “Estudios Sociales sobre Ciencia y Tecnología”.

El interés nació de la Segunda Guerra Mundial, cuando se empezaron a reconocer las relaciones complejas y problemáticas –y en algunos casos indeseadas– entre la ciencia y el poder. El enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad surgió claramente a finales de la década del 60 como un

1 SPIEGEL-ROSIING, I. “The study of Science, Technology and Society (STS): Recent trends and future challenges”. En: SPIEGEL-ROSIING, I. & D. Price (Eds.), *Science, technology, and society: a crossdisciplinary perspective*. Beverly Hills: SAGE Publications, 1977. pp. 7-42. “TEICH, A. STS from a policy perspective”. En: CUTCLIFFE S. & MITCHAM C. (Eds.), *Visions of STS: Counterpoints in Science, Technology, and Society Studies*. Albany: State University of New York Press. 2001. pp. 99-107.

2 WILLIAMS, R. & EDGE, D. “The social shaping of technology”. *Research Policy* No. 25, 1996. pp. 856-899.

movimiento social, junto con otros que aparecieron en ese entonces (medio ambiental y feminista, entre otros).

Por sus orígenes, Ciencia, Tecnología y Sociedad fue crítico de los desarrollos científicos y tecnológicos y frecuentemente trató de proponer formas de controlarlos. Hacia los años 80, se reinventó a sí mismo y se convirtió en un campo netamente académico, principalmente enfocado a explicar cómo se crea el conocimiento, ignorando de alguna manera los asuntos de política y control.

Arie Rip³ afirma que el campo de estudios en ciencia y tecnología es ecléctico, pues abarca múltiples disciplinas con un interés de investigación común: ciencia y tecnología y sus roles en la sociedad. Igualmente, argumenta que esta holgura o imprecisión en el método puede ser útil para un enfoque tan abierto.

El debate en Ciencia, Tecnología y Sociedad ha sido animado por dos visiones opuestas sobre la tecnología: una que afirma que esta moldea a la sociedad y la otra que la sociedad construye o moldea a la tecnología. La primera está asociada normalmente con la noción de determinismo tecnológico, mientras que la segunda se conoce como construcción o moldeado social de la tecnología, que incluye diferentes vertientes, entre otras: el socio-constructivismo y la teoría actor-red.¹

Muchos autores han criticado tanto las posiciones deterministas como los enfoques socio-constructivistas. Las dos vertientes se pueden ver como los dos extremos de un espectro: análisis macro y estudios de caso micro, respectivamente. Metafóricamente, se puede decir que una mira al bosque, mientras que la otra a los árboles; ninguna brinda una visión completa y coherente del cambio tecnológico y las fuerzas principales detrás del cambio social. ¿Qué enfoques o teorías hay entre estos dos extremos? ¿Hay algún enfoque que reconozca la co-evolución de la tecnología y la sociedad? Buscando puentes entre los estudios sociales y los enfoques de política, vamos a encontrar nuevos caminos que exploran metodologías y que parten de la co-evolución de la tecnología y la sociedad.

Estudios sobre política científica y tecnológica

La política en ciencia y tecnología fue establecida como un área de intervención gubernamental inmediatamente después



STOCKXPERT

de la Segunda Guerra Mundial. Desde entonces, se observa cierta evolución en el foco de la política, tanto desde el punto de vista teórico como práctico.

En el mundo desarrollado fue establecida en los años 40. Inicialmente, la principal área de intervención y acción fue sólo la ciencia. A finales de los 60, la tecnología surgió más claramente con un área de atención; en parte debido a restricciones presupuestales que requerían más eficiencia en la asignación de recursos y mejorar el impacto de la ciencia y la tecnología en el conjunto de la economía y la sociedad.

En los años 80 se dio un cambio hacia la política de innovación. Algunos analistas (Biegelbauer, Borrás, Lundvall, Metcalfe, Dodgson y Bessant) vieron el surgimiento del tema dentro de los estudios de ciencia y tecnología como un punto de quiebre, como un cambio de paradigma, donde no sólo los instrumentos de política cambiaron, lo que constituía un problema digno de ser resultado.

Fases similares pueden apreciarse en países en desarrollo, especialmente en América Latina, aunque retrasadas una década o algo más. El punto de inicio de la política científica sería la década de los 60, cuando fueron creadas la mayoría de las organizaciones nacionales a cargo de la política y el financiamiento de la ciencia y la tecnología. El período de los años 70 y 80 se enfocó en la tecnología, particularmente en el mejoramiento de los términos de los acuerdos de transferencia tecnológica. En los 90, la política de innovación surgió claramente como objetivo de la política pública.

³ RIP, A. *Science and technology studies and constructive technology assessment*. EAST Review, No. 13, 1994. European Association for the Study of Science and Technology, p. 3. RIP, A. "Assessing the impacts of innovation: New developments in technology assessment". En: OECD (Ed.), *Social Sciences and Innovation*. Paris: OECD, 2001. pp. 197-213. RIP, A., MISA, T. J., & SCHOET, J. [Eds.]. *Managing technology in society: the approach of constructive technology assessment*. New York: Pinter Publishers, 1995.

ⁱ Por razones de espacio no voy a explicar ninguna de estas perspectivas. Si se desea se pueden consultar los siguientes artículos de la autora, donde se resumen y explican los diversos enfoques [disponibles en <http://www.sfu.ca/cprost/>]; SALAZAR, M. "STS and STP divide: Are there ways to build bridges between the two". 2005; y SALAZAR, M. "Social and policy studies of technology: A review". En: CPROST report 05-01. Vancouver: Simon Fraser University, 2005.



La evolución de la Política en Ciencia y Tecnología puede ser explicada principalmente por factores políticos y económicos altamente relacionados con la economía mundial. Biegelbauer y Borrás⁴ mencionan que los cambios también se deben a la notoria aceleración de los procesos de innovación y a la naturaleza cambiante del Estado. Preocupaciones medio ambientales y sociales también jugaron un papel importante en el giro de los énfasis.

Tanto la práctica como los estudios en Política de Ciencia y Tecnología han estado tradicionalmente divididos entre promoción y control. Desde una perspectiva disciplinar, la promoción ha estado influenciada por teorías económicas y administrativas, mientras que el área de control ha evolucionado de una manera más práctica, sin influencia de las ciencias sociales. Una de las principales críticas a los estudios sobre Política de Ciencia y Tecnología es su falta de postura crítica ante el desarrollo científico y tecnológico.

La separación entre CT&S y PC&T

El divorcio entre Ciencia, Tecnología y Sociedad y Política de Ciencia y Tecnología, de acuerdo con Ina Spiegel-Rosing,⁵ se debe a varias razones: su origen disciplinar, sus fuentes principales de temas de investigación, su consecuente énfasis en problemas cognitivos u operacionales y su foco en ciencia o tecnología. Casi 30 años después esta visión sigue siendo válida. La autora aseveró que los académicos en ciencia, tecnología y sociedad tienen fuertes raíces en sus disciplinas originales, entre ellas

Ciencia, Tecnología y Sociedad, en sus orígenes, se preocupaba fundamentalmente por el estudio de la ciencia, desatendiendo a la tecnología. Pero cuando se volvió un área académica, sus intereses de investigación se centraron en entender cómo funciona la ciencia y cómo se crea el conocimiento.

varias ciencias sociales (Sociología, Filosofía, Historia, Antropología, Estudios Culturales), lo que implica que tienen tradiciones intelectuales diferentes. Por otro lado, los estudios en política de ciencia y tecnología evolucionaron de la Ciencia Política y la Economía, principalmente, por lo tanto son menos fragmentados.

Spiegel-Rosing estableció una clara diferencia respecto de la Cientometría. En sus palabras, esta no se caracteriza por su enfoque en algún problema en particular, sino básicamente por la metodología que usa, esto es, la implementación de indicadores cuantitativos. La Cientometría cubre áreas de investigación tradicional tanto en Ciencia, Tecnología y Sociedad como en Política de Ciencia y Tecnología, y los datos y análisis que produce son relevantes para los dos campos. En este sentido, actúa de alguna manera de puente entre los estudios cualitativos y los orientados a la política.

Ciencia, Tecnología y Sociedad en sus orígenes se preocupaba fundamentalmente por el estudio de la ciencia, desatendiendo a la tecnología. Aun hoy en día, la tecnología es considerada un área de estudio de menor categoría. La distinción entre ciencia y tecnología ha caracterizado la investigación académica y en menor medida se ha mantenido en los círculos de gobierno.

Cuando Ciencia, Tecnología y Sociedad se volvió un área académica, sus intereses de investigación se enfocaron en entender cómo funciona la ciencia y cómo se crea el conocimiento. Mientras que la Política de Ciencia y Tecnología se preocupa más por la gobernabilidad, la dirección y la promoción de la ciencia y la tecnología en el mundo real. De esta manera, la primera área se ha concentrado en los aspectos cognitivos de la ciencia y la tecnología y la segunda, en los aspectos operacionales.

No hay acuerdo general sobre cómo tratar a la ciencia y a la tecnología, bien sea como un concepto singular o como esferas distintas. La categorización depende fundamentalmente de los propósitos. Por ejemplo, si se trata de entender cómo se crea el conocimiento (enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad), es mejor mantener la ciencia y la tecnología separadas como conceptos diferentes. Pero desde una perspectiva de políti-

4 BIEGELBAUER, P. & BORRÁS, S. "Introduction: Ideas and transition from technology to innovation policy". En: BIEGELBAUER P. & BORRÁS S. (Eds.). *Innovation Policies in Europe and the US: The New Agenda*. Burlington: Ashgate, 2003. pp. 1-15.

5 SPIEGEL-ROHING, I., & PRICE D. (Eds.). *Science, technology, and society: a cross-disciplinary perspective*, op cit.

ca, tiene sentido hablar de ciencia y tecnología como un concepto singular, ya que los gobiernos quieren invertir de manera eficiente en estas actividades y diseñan una política que abarque tanto a la ciencia como a la tecnología, de tal manera que se creen sinergias y se mantengan conexiones y relaciones entre ellas.

Otra diferencia entre los estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad, y los de Política de Ciencia y Tecnología, radica en los públicos. Para el área de Política de Ciencia y Tecnología es claro que su audiencia son los formuladores de política y los empresarios. Pero para los estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad no está bien definida, ¿es la academia o el público en general?

Algunos autores afirman que el área de Ciencia, Tecnología y Sociedad se ha dedicado en exceso a atender exclusivamente a las demandas académicas, perdiendo relevancia para la sociedad en general. Si su audiencia fuese el público en general, pareciera que este no está bien informado o no es muy receptivo, teniendo en consideración que el común de la gente aún ve a la ciencia como algo neutral, libre de valores, una actividad objetiva, y a la tecnología de una manera determinística. Ambas visiones han sido debatidas y refutadas en un sinnúmero de trabajos académicos.

El asunto de la audiencia es de singular importancia para los investigadores en Ciencia, Tecnología y Sociedad, particularmente para aquellos que abogan por el activismo político, ya que siempre se presenta un dilema en si escribir para sus pares investigadores, para sus colegas activistas o para el público en general. Si se escribe para el público en general, esta literatura tiende a ser ignorada en los medios académicos. Los investigadores frecuentemente tienen que hacer intercambios entre ser reconocidos por otros académicos y contribuir a un mundo mejor.

Si habláramos de brechas, tal vez la más clara sería la postura frente al desarrollo científico y tecnológico. Como se afirmó anteriormente, en el campo de política es muy difícil mantener posiciones críticas, y no me refiero a posiciones anti-ciencia o anti-tecnología, sino a que el principio de la política es la “promoción” de la

ciencia y la tecnología per se, y poco se cuestionan el camino a seguir y las mejores opciones disponibles desde puntos de vista sociales, ambientales, etc.

Cómo construir puentes

Se puede comenzar a construir un puente entre los estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad y Política de Ciencia y Tecnología integrando diferentes áreas de estudios y combinando enfoques socio-filosóficos con perspectivas econo-administrativas. Diferentes lentes y perspectivas nos pueden brindar una visión más amplia del cambio científico-técnico y la innovación y de una guía para dirigir y controlar sus impactos en la sociedad.

En el debate de Ciencia Tecnología y Sociedad es necesario incorporar más claramente conceptos de política económica y análisis organizacional. Y en los estudios de Política de Ciencia y Tecnología hay que incluir perspectivas críticas sobre el desarrollo científico y tecnológico, analizando caminos alternativos e incorporar principios de precaución y evaluación del riesgo.

De hecho, algunos intelectuales ya están buscando formas de integrar estas dos áreas. Se pueden mencionar las nuevas tendencias en evaluación tecnológica (technology assessment), propuestas para la democratización de la ciencia y la tecnología, y la reincorporación del activismo

La Política de Ciencia y Tecnología se preocupa por la gobernabilidad, la dirección y la promoción de la ciencia y la tecnología en el mundo real.



(político) en los estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad.

La nueva evaluación tecnológica está en medio de los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad y la Política de Ciencia y Tecnología, conectándolos, ya que los procesos de evaluación y anticipación de futuro están apoyados en estudios sociales de la ciencia y la tecnología, y la evaluación tecnológica tiene por objetivo final afectar el diseño de la política y la toma de decisiones.

La evaluación tecnológica como concepto y práctica ha evolucionado con el tiempo. Inicialmente era hecha al final del proceso, es decir, cuando la tecnología ya estaba desplegada y en uso. Hoy en día existen diferentes versiones: constructivista, participativa, estratégica, y en tiempo-real. La idea detrás de la (nueva) evaluación tecnológica, de acuerdo con Schot y Rip⁶, es reducir los costos de aprendizaje de la sociedad en el uso de las tecnologías nuevas, mediante la anticipación de los impactos potenciales e incluyendo estas visiones en la toma de decisiones.

Aprendizaje para países en desarrollo

Los estudios en Política de Ciencia y Tecnología y de Ciencia, Tecnología y Sociedad se han desarrollado separadamente hasta la fecha,

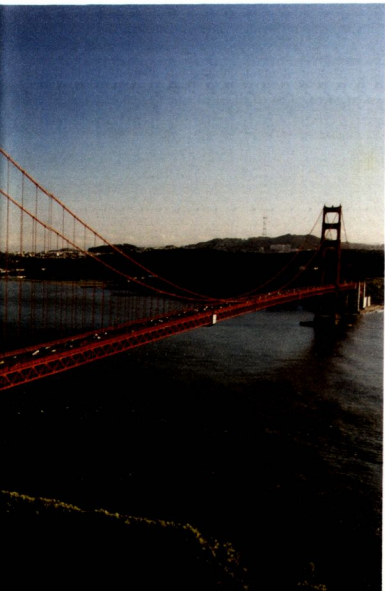
compartiendo muy poco entre ellos, sin embargo, las dos áreas convergen en aspectos muy importantes. Reconocen que las tecnologías están arraigadas en las relaciones sociales, de hecho tecnología y sociedad se co-producen: que los procesos de desarrollo tecnológico innovación son inciertos; y que las tecnologías producen una serie de consecuencias no previstas y en algunos casos no deseadas.

El conocimiento científico y tecnológico se expande continuamente, y con este, las diferentes opciones posibles. Igualmente, las tecnologías se hacen cada vez más complejas. Nuestra sociedad tecnológica moderna se caracteriza por dos cosas relacionadas con Política de Ciencia y Tecnología: incertidumbre y controversia. Todo esto hace que los riesgos potenciales se incrementen en lugar de disminuir. Por ello, la nueva evaluación tecnológica que incorpora procesos participativos se hace fundamental, y debe apoyarse en otros tipos de conocimiento, no sólo el científico, e incorporar diversos valores e intereses.

Finalmente, detrás de todas estas iniciativas se encuentra una propuesta fundamental: aumentar la participación del público en general en la toma de decisiones sobre política de ciencia y tecnología, en otras palabras, democratizar estos procesos. Por democratización se entiende en estos casos la creación de instituciones y prácticas que incorporen principios de accesibilidad, transparencia y responsabilidad. Estas propuestas buscan el intercambio entre expertos, ciudadanos y organizaciones cívicas, incorporando diferentes perspectivas, intereses y valores, no con miras a reemplazar los procesos tecnocráticos, sino a complementarlos con un sistema democrático de consejo, análisis y evaluación.

De todo lo expuesto anteriormente, ¿cuáles serían las lecciones para los países de América Latina? En primer lugar, ahondar en la democratización de los procesos de diseño de políticas de ciencia y tecnología analizando caminos alternativos e incorporando claramente principios de precaución y evaluación del riesgo. En segundo lugar, adelantar ejercicios de previsión que imaginen futuros posibles y guíen la toma de decisiones y las acciones futuras. En tercer lugar, las comunidades en Ciencia, Tecnología y Sociedad y Política de Ciencia y Tecnología en nuestros países no son muy numerosas, por ello sería deseable, y así lo propongo, diseñar iniciativas para la construcción de puentes y vasos comunicantes, entre ellas.

6 SCHOT, J. & RIP, A. "The past and future of constructive technology assessment". En: *Technological Forecasting and Social Change*, No. 54, 1996, pp. 251-268.



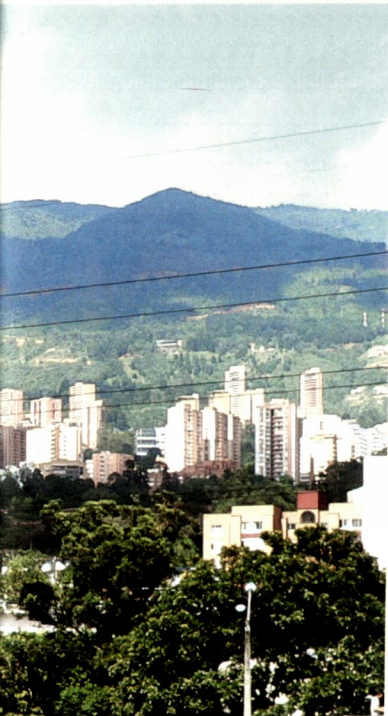
STOCKEXPRESS

¡QUE INVENTEN ELLOS

Las naciones ricas crecen poco y gastan mucho en investigación y desarrollo y las pobres crecen muy rápido y gastan poco. De allí que la imitación tecnológica sea fundamental. Es erróneo pensar que se trata de una receta para la humillación nacional, pues es precisamente la que han implementado los países más exitosos.

DAVID EDGERTON, Catedrático de historia de la ciencia y la tecnología en el Imperial College de Londres.¹





VALENTINA ROLDÁN

Miguel de Unamuno, el sabio rector de la Universidad de Salamanca a principios del siglo pasado, causó escándalo con una frase que todavía resuena en círculos científicos españoles: ¡Que inventen ellos! No obstante la sutileza del argumento del intelectual, el dicho se convirtió en un sentimiento que expresaba que la invención y la investigación no eran o no deberían ser, quizás, parte del mundo hispánico. La frase era usada, sobre todo, por aquellos que querían cambiar lo que veían como un serio problema. Años más tarde, y en este mismo sentido crítico, el uruguayo Eduardo Galeano se quejaba de que “la diosa tecnología no habla español”.

En casi todo el mundo existe el sentimiento de que la tecnología es cosa ajena. Una colega que estudiaba tecnología en Senegal causó risa entre sus huéspedes cuando les explicó su misión, pues para ellos Senegal no poseía tecnología. Y aún en Taiwán, una de las economías más exitosas de los últimos años, causan gran sorpresa las propuestas para estudiar la tecnología local.

¿Por qué se produce esto? Porque desde hace décadas identificamos a la tecnología y a la ciencia con invención e investigación y al desarrollo con novedades. Cuando decimos tecnología o técnicas nos referimos no a la tecnología que conocemos y usamos, sino a la que hemos inventado. De otro lado, por ciencia entendemos lo que se avanza en los laboratorios de investigación, no lo que se emplea en ellos. Y claro está, el origen de la mayoría de las técnicas modernas se encuentra en unos pocos países ricos y en unas pocas empresas multinacionales.

Pero, si nos interesa la relación tecnología-sociedad, la invención es una cuestión menor. Debemos concebir a la ciencia y a la tecnología como los medios que usamos actualmente, hemos usado por mucho tiempo y que se han usado en todas partes del mundo. Según esta definición, todas las naciones tienen ciencia y tecnología, sea cual sea su capacidad de invención.

Crecimiento económico e invención

La identificación de la ciencia y la tecnología con la invención e innovación se traduce en errores políticos graves, sobre todo cuando se piensa de manera nacionalista sobre este tema, como suele hacerse. La idea de que la investigación y el desarrollo (I+D) son fundamentales para el crecimiento económico nacional está



VALENTINA ROLDÁN

Los sistemas masivos de transporte evidencian el acierto de adaptar la tecnología existente a las necesidades locales.

i Autor del libro *Innovación y Tradición: historia de la tecnología moderna*. Editorial Crítica, 2007.

Las urbanizaciones
de los países pobres
no se construyen
según los ritmos
de las teorías
del desarrollo
tecnológico del siglo
XX, pero tampoco
son creaciones del
pasado.



en el centro de los argumentos de los expertos sobre las relaciones entre ciencia y sociedad, que se especializan en el aspecto económico de la política de la ciencia.

La idea es que para alcanzar a los países ricos una nación necesita inventar e innovar más y si no lo hace, descenderá al nivel de los países más pobres del mundo. Por cierto, los políticos ingleses de la ciencia se quejan de que sus coterráneos gastan menos en investigación y desarrollo que los alemanes. Los tailandeses se quejan de que no gastan tanto como los alemanes o japoneses; los españoles se lamentan de que su tasa de invención es menor que su proporción de población o producción, pero se comparan con los países más ricos y no con el mundo entero. ¿Por qué no se comparan con todos los países del mundo? ¿O con los países que crecen más?

La falta de conexión entre invención nacional y la tasa de crecimiento económico de una nación es un argumento tan poderoso que cualquier informe que diga lo contrario se ignora. Ya se sabía en los años 60 que los países que crecían más no eran los que inventaban más, al contrario, los que más inventaban crecían lentamente, por ejemplo, Italia crecía con mucho más vigor que Gran Bretaña. Puede decirse que esto también sucede en nuestros días.

España ha tenido una de las tasas de crecimiento más grandes de Europa en los últimos años, pero su peso de invención en el mundo es mucho menor que el de Gran Bretaña o Francia. Como lo ha dicho un español: España tiene un 'sistema tecnológico que progresa sin innovar'.

Sin embargo, existen casos aún más espectaculares que el español. Las economías que hoy crecen más y que lo hacen más rápido que cualquiera en la historia económica pertenecen a países con poca fama de inventores o científicos, tal es el caso de Malasia, Taiwán, Corea y el más importante de todos, China. Japón, esa gran potencia tecnológica oriental, crece mucho menos. Debería estar clarísimo que la inversión en investigación e invención no es necesaria para crecer.

¿Cómo es posible esto? Para ello debemos conocer ciertas reglas generales. Primero, los países más ricos gastan una más alta proporción del Producto Interno Bruto (PIB) en investigación y desarrollo (I+D). Aunque hay, por supuesto, excepciones, como Italia, un país rico que gasta poco, o como la antigua Unión



VICTOR HUGO VILLANAZAR

Soviética, un país muy pobre, pero que gastaba casi el 3% del PIB en I+D. Segundo, los países que han crecido más rápido no han sido precisamente los más ricos, sino unos pocos países pobres. De estas reglas concluimos que los países ricos crecen poco y gastan mucho en I+D y los países pobres que crecen muy rápido gastan poco en I+D.

¿Cómo darle sentido a esto en términos tecnológicos y científicos? Para ello hay que tener en cuenta que lo que importa para la riqueza y el crecimiento económico no es la invención o la innovación, sino el uso de las técnicas. Este es el punto clave. Y aquí también hay reglas generales que nos ayudan a pensar: primero, no es cierto que el sitio de invención sea siempre el lugar en el cual la tecnología que surge tiene su primer mayor impacto comercial. El carro de motor interno-combustión fue inventado en Alemania, pero Francia, Gran Bretaña y sobre todo EEUU, ya antes de 1914 dominaban esta industria. Por el contrario, el invento de los hermanos Wright no tuvo gran éxito en EEUU, pero en el Viejo Mundo llegó a ser muy importante. Otros ejemplos que tuvieron el mismo destino fueron la fotografía y la televisión.

La mayoría de las tecnologías se comparte a través de las fronteras. Las naciones adquieren más nueva tecnología del extranjero que la que innovan ellas mismas. Italia no tuvo que inventar de nuevo la tecnología que utilizó. Gran Bretaña tampoco. En la mayoría de los países, desde el más rico y más innovador hasta el más pobre, la tecnología, generalmente, es importada. Esto es oscurecido por el concepto de transferencia tecnológica que se enfoca sobre el movimiento entre los países ricos y pobres. La transferencia en este sentido es mucho menos significativa que el movimiento de tecnologías entre los países ricos.

No se trata de negar la importancia de movimientos a través de límites tecnológicos, de hecho una de las características más importantes de la economía mundial ha sido la convergencia de ciertos países en el ámbito tecnológico. Los países ricos del mundo están mucho más cerca a todas las medidas económicas que imperaban en 1900, y en gran parte esto resultó no de una invención local sino de un movimiento de tecnologías establecidas. Un caso especial es EEUU, que se adelantó económicamente del resto del



El autor propone para los países como Colombia, que la política de ciencia y tecnología se centre no en la investigación y el desarrollo, sino en la imitación y el desarrollo.

mundo, pero, para que quede claro, sin que en esa época, 1900, hubieran sido líderes en investigación científica y tecnológica.

Podemos concluir, entonces, que aunque la innovación es fundamental para el desarrollo económico, la innovación local no lo es para el desarrollo nacional. Teniendo en cuenta que la innovación nacional es casi siempre la fuente menos importante de técnicas usadas en cada país, no vale la pena tener expectativas de conexión directa. Los países ricos, tanto como los pobres, son tecnológicamente dependen-



CLAUDIA MOSQUERA

tes, con esto queremos decir que no inventan la mayoría de técnicas que usan.

Técnicas criollas

Pensar en la relación de la ciencia con la tecnología es pensar solamente en el uso y no principalmente en la investigación. Esto es tanto en casos del mundo rico como del mundo pobre. Y éste último tiene cualquier cantidad de tecnología en uso que debemos entender. No podemos seguir caracterizando al mundo pobre como falto de tecnología, es un mundo tecnológico, pero apenas lo conocemos y es difícil entender si nos enfocamos en transferencias, dependencia e imperialismo.

Yo propongo que reconozcamos a la tecnología criolla para describir técnicas de origen ajeno. Algunas de ellas se desarrollan de nuevas e interesantes maneras en su

nuevo mundo. Un buen ejemplo son las tecnologías de la urbanización masiva de los países pobres, un fenómeno que utiliza tecnologías no empleadas para construir París, Londres o Nueva York.

Las villas miseria, los pueblos jóvenes y los asentamientos no se construyen según los ritmos de las teorías del desarrollo tecnológico del siglo XX, pero tampoco son creaciones del pasado. Las primeras villas miseria del norte de África se llamaban *bidonvilles* porque las viviendas se construían con chapas obtenidas de *bidons*, que en francés significa latas de petróleo. En árabe se dice *mudun safi*, 'o pueblos de metal'. Aunque los metales más importantes han sido la chapa ondulada y las tejas de zinc, encontradas en todo el mundo. Otro ha sido el fibro-cemento, el 'Eternit o 'Uralita'.

El escritor martiniqueño Patrick Chamoussau, en su gran libro *Texaco*, divide la historia de su isla del Caribe en la Edad de la Paja, la Edad de Madera, la Edad del Fibrocemento y, finalmente, la Edad de Cemento.

Las tecnologías del mundo en que vivimos no corresponden a las teorías de la modernidad o del desarrollo tecnológico. Ni la 'auto construcción' urbana, ni los campesinos, ni los pobres, ni tampoco la vida cotidiana de los ricos figuran en estos cuentos.

El valor de la imitación

La imitación tecnológica es fundamental en todo el mundo. La política de las técnicas debería estar centrada no en investigación y desarrollo, sino en imitación y desarrollo. Es erróneo pensar que se trata de una receta para la humillación nacional, pues es precisamente lo que han hecho los países más exitosos. 'Que inventen ellos' es un proyecto político muy sensato, con tal de que no quiera decir, que sólo ellos inventen.

Aún peor que pensar que hay que inventarlo todo, es pensar que hay que dirigir la investigación y el desarrollo a las mismas técnicas que el resto del mundo, es decir, imitar la política de investigación. Esto es muy distinto de imitar técnicas, precisamente porque la invención y la investigación son carreras que sólo uno puede ganar.

Para tener éxito hay que inventar cosas que otros no han inventado. Debemos buscar posibilidades en todas las áreas, incluyendo las que se consideran atrasadas. Porque no hay nada más atrasado que el futurismo que imagina que el pasado fue otro mundo.

ENTRE BUEN VECINO E IMPERIO

En la primera mitad del siglo XX, el conocimiento científico fue un importante aliado de la creciente influencia de los Estados Unidos sobre Latinoamérica. A pesar de que la balanza del poder se inclinó por lo general en favor de los norteamericanos, las dos regiones sacaron provecho de esta relación científica.

CAMILO QUINTERO TORO, Profesor titular,
Departamento de Historia Universidad de los Andes





STOCK/ART

Desde hace ya varias décadas, diversos historiadores, antropólogos, sociólogos, entre otros científicos sociales, se han dedicado a estudiar la relación que ha existido entre el imperialismo y la ciencia. Influenciados por una corriente académica que entendía (y aún entiende) a la segunda como una actividad altamente política, estos académicos han buscado comprender la conexión que tuvo la experiencia imperial europea de los siglos XVI y XIX con el desarrollo de la ciencia moderna.

Sus investigaciones mostraron, por ejemplo, que así como el imperialismo le trajo grandes beneficios a la ciencia —estudiosos en París, Londres o Madrid recibieron ejemplares de animales y plantas de todo el mundo— el conocimiento científico también facilitó la conquista de nuevos mundos. El levantamiento de mapas, el reconocimiento geográfico y geológico de nuevas tierras, así como la apropiación del mundo natural facilitaron la tarea colonizadora de los imperios. Así mismo, estos estudios explicaron que las colonias europeas no copiaron de manera directa el conocimiento, pues la ciencia fue apropiada y adaptada en estas regiones a intereses locales y no siempre se siguió de manera directa el dictamen europeo¹.

Adicionalmente, ciertas ramas y aspectos del pensamiento científico moderno tuvieron su origen en colonias europeas. Un caso ejemplar fue el inicio del pensamiento ecológico que, como ha demostrado de manera elegante el historiador Richard Grove, debe rastrearse hasta las islas de Mauricio y Santa Helena. La ciencia de esta manera no debe entenderse como un conocimiento estático que se desplaza hacia las colonias sin que haya cambio. Por el contrario, el conocimiento científico cambia mucho en su tránsito de una región a otra¹.

A pesar de lo fructíferos que han sido estos estudios sobre ciencia e imperialismo, este artículo busca analizar una deficiencia de esta corriente que empezó a cobrar importancia dentro de la academia sólo hasta hace poco: el rol imperial de la ciencia estadounidense.

Más allá de la dicotomía

En general, cuando investigadores y estudiosos hacen referencia al estudio de la ciencia en un contexto imperial, tienen en mente a Europa y sus colonias en América Latina, Asia o África. Se ha omitido a los Estados Unidos como un caso importante dentro de estas relaciones coloniales de la ciencia. Aunque no pretendo argumentar que el imperialismo estadounidense tuvo

¹ Algunos de los ejemplos más tradicionales de esta corriente siguen siendo: WORBOYS, Michael y PALLADINO, Paolo. "Science and Imperialism". En: *Isis*, No. 84, 1993, pp. 91-102; MACLEOD, Roy. "On Visiting the 'Moving Metropolis': Reflections on the Architecture of Imperial Science". En: REINGOLD, Nathan y ROTHENBERG, Marc (Eds.). *Scientific Colonialism: A Cross-Cultural Companion*. Washington D.C. Editorial Smithsonian, 1987; COHN, Bernard S. *Colonialism and Its Forms of Knowledge: The British in India*. Princeton: Princeton University Press, 1995; RABINOW, Paul. *French Modern: Norms and Forms of the Social Environment*. Chicago: University of Chicago Press, 1989; PETITJEAN, Patrick, JAMI, Catherine y MOULIN, Anne-Marie (Eds.). *Science and Empires: Historical Studies about Scientific Development and European Expansion*. Boston: Editorial Kluwer, 1992; LAFUENTE, A., ELENA, A. y ORTEGA, M.L. (Eds.). *Mundialización de la ciencia y cultura nacional*. Madrid: Ediciones Doce Calles, 1993.

1GROVE, Richard. *Green Imperialism: Colonial Expansion, Tropical Island Edens, and the Origins of Environmentalism, 1600-1860*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. STOREY, William Kelleher. *Science and Power in Colonial Mauritius*. Rochester: University of Rochester Press, 1997.

características similares al imperialismo formal europeo (no debemos olvidar que los Estados Unidos tuvieron a las Filipinas, Cuba y Puerto Rico como colonias), es útil entender al país del norte como un imperio informal, en especial cuando de relaciones científicas se trata.

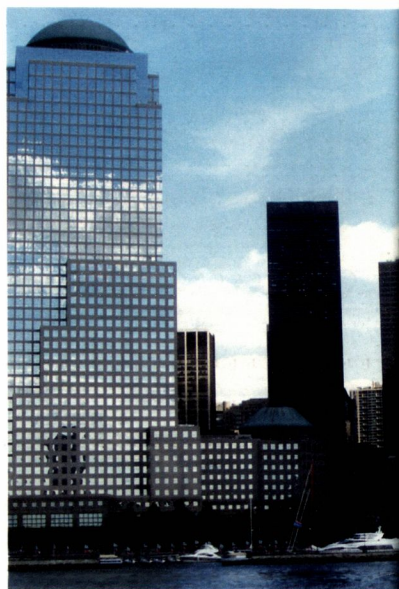
La idea de mirarlo como un imperio informal no es un tema reciente dentro de la academia. Durante los años 70 y 80, diversos estudiosos, tanto en Estados Unidos como en Latinoamérica, calificaron a las relaciones entre ambas regiones de "tipo imperial". En particular, varios estudios argumentaron que como la región latinoamericana tenía una fuerte dependencia económica hacia los Estados Unidos, los segundos tenían un inmenso poder para definir el curso político y social de la región.

Aunque esta visión ayudó a mostrar el desequilibrio de poderes entre Estados Unidos y Latinoamérica, su análisis se centró en el estudio económico, dejando de lado otros aspectos históricos importantes. Además, estos académicos miraron las relaciones internacionales estadounidenses desde una perspectiva dicotómica. Es decir, entendieron las relaciones entre Estados Unidos y una gran parte del mundo como de opresores y oprimidos, sin tener en cuenta los diversos niveles de complejidad, pues de lado y lado había actores intermedios, que no se podían definir o ubicar claramente en uno u otro extremo.¹¹

La idea del imperialismo estadounidense ha sido retomada recientemente bajo nuevas perspectivas. Más que ver los encuentros entre Estados Unidos y el mundo como una historia de la relación entre conquistadores y subordinados o explotadores y víctimas, nuevos estudios han argumentado que es importante entender los diversos niveles que han caracterizado las relaciones internacionales norteamericanas.

En el caso latinoamericano, el imperialismo de Estados Unidos fue en buena parte invitado y le convino a muchos sectores de la sociedad. Tanto latinos como estadounidenses sacaron provecho y son esos matices los que le dan complejidad a la relación entre ambas regiones.

Más aún, es importante entender que la política expansionista estadounidense tuvo una fuerte influencia, no sólo en la cultura de aquellos lugares en donde hubo intervención norteamericana, sino también sobre la cultura de ese país, en donde el imperialismo ha sido una parte central de la forma de vida. A medida que los Estados Unidos fueron expandiendo su influencia por el mundo, la cultura norteamericana dentro de su territorio fue cambiando.



Camilo Quintero opina que en el caso latinoamericano, el imperialismo estadounidense fue en buena parte invitado, pues le convino a muchos sectores de la sociedad.

Por último, estos estudios han enfatizado que el imperialismo no ha sido exclusivamente económico, sino que también ha afectado áreas como la educación, la cultura de consumo, o la ciencia, entre otras.²

La ciencia también se expande

Pero, ¿por qué preguntarnos si la ciencia norteamericana tiene un carácter imperial, en especial en lo referente a las relaciones científicas con América Latina? Esta pregunta en una revista como *Colombia, Ciencia y Tecnología* es de gran importancia. A lo largo del siglo XX, científicos colombianos y latinoamericanos volcaron su mirada a la ciencia que se desarrolló en los Estados Unidos. Aunque la investigación latinoamericana tuvo una dinámica propia con intereses definidos, constantemente los científicos de este lado del continente recurrieron al trabajo, las bibliotecas y las universidades estadounidenses para orientar sus estudios.

Así mismo, los científicos norteamericanos vieron en sus colegas al sur del Río Grande un

ii. Algunos ejemplos son: WILLIAMS, William Appleman, *The Tragedy of American Diplomacy*, New York, Dell Pub. Co., 1962; WILLIAMS, William Appleman, *Empire as a way of life: an essay on the causes and character of America's present predicament, along with a few thoughts about an alternative*, New York, Oxford University Press, 1980; CARDOSO, Fernando y FALETTI, Enzo, *Dependencia y desarrollo en América Latina*, Lima, Instituto de Estudios Peruanos, 1967; FRANK, Andre Gunder, *Capitalism and Underdevelopment in Latin America*, New York, Monthly Review Press, 1967.

² KAPLAN, Amy y PEASE, Donald (Eds.), *Cultures of United States Imperialism*, Durham: Duke University Press, 1993; JOSEPH, Gilbert M., LEGRAND, Catherine C. y SALVATORE, Ricardo D. (Eds.), *Close Encounters of Empire: Writing the Cultural History of U.S.-Latin American Relations*, Durham: Duke University Press, 1998.



MABEL LÓPEZ



MABEL LÓPEZ

punto de apoyo para obtener reconocimiento científico. Latinoamérica era una región que presentaba un enorme potencial para estudios científicos y solo con ayuda local los estadounidenses podrían apropiarse de una parte del estudio efectuado en Latinoamérica.

Una buena manera de entender la relación entre ciencia y expansión estadounidense es ubicarse a comienzos del siglo XX. En ese momento, la frontera del Oeste del territorio norteamericano ya había sido colonizada en su totalidad, la guerra hispano-estadounidense de 1898 convirtió a Puerto Rico, Cuba y las Filipinas en colonias norteamericanas y el pronunciamiento de la Doctrina Monroe por Theodore Roosevelt en 1904 mostraba claramente la intención de expandirse hacia Latinoamérica.

Para la época, la ciencia norteamericana también se encontraba en un periodo de transición importante. Durante el siglo XIX Estados Unidos desarrolló fuertes instituciones científicas, consolidó el sistema de postgrados en la educación, tanto de universidades públicas como privadas, sentó las bases de la empresa científica a partir del nuevo sistema corporativo norteamericano y empezó a recibir un muy fuerte apoyo económico, tanto privado como

gubernamental. En ese momento la ciencia estaba preparada para convertirse en una gran aliada de los intereses imperialistas norteamericanos. Las expediciones científicas ya habían ayudado en la colonización del Oeste y era de esperarse que apoyaran la expansión a otras regiones del mundo.³

De hecho, durante las primeras décadas del siglo XX, junto al fortalecimiento de enclaves como la United Fruit Company o la Tropical Oil Company, los norteamericanos establecieron sondeos e investigaciones estatales y militares, así como expediciones científicas a cargo de museos de historia natural y sociedades geográficas, que estudiaron varias regiones del mundo, especialmente Latinoamérica.

Los científicos estadounidenses, así como alguna vez lo hicieron los europeos, sacaron provecho de los crecientes vínculos económicos de su país con América Latina para establecer estaciones científicas y llevar a cabo un nuevo trabajo de campo. Museos, acuarios y zoológicos en Norteamérica, tal y como sus homólogos en el siglo XIX en Europa, se convirtieron en monumentos a la visión norteamericana del mundo y en la fuerza global de una nueva súper potencia.ⁱⁱⁱ

Paradigmas de la presencia en Latinoamérica

El estudio de la colaboración entre la ciencia y la expansión norteamericana empezó a llamar la atención de los académicos hasta

Los museos como The American Museum of Natural History, ubicado en Nueva York, Estados Unidos, han servido de referencia para la creación de iniciativas similares en toda Latinoamérica.

3 BRUCE, Robert. *The Launching of Modern American Science*. New York: Knopf, 1987; GOETZMANN, William. *Exploration and Empire: The Explorer and the Scientist in the Winning of the American West*. New York: Knopf, 1966; WORSTER, Donald. *A River Running West: The Life of John Wesley Powell*. New York: Oxford University Press, 2001.

iii Para entender el auge y la nueva visión del mundo que trajeron los museos de historia natural norteamericanos ver: RAININGER, Ronald. *An Agenda for Antiquity: Henry Fairfield Osborn and Vertebrate Paleontology at the American Museum of Natural History, 1890-1935*. Tuscaloosa: University of Alabama Press, 1991; HARAWAY, Donna. *Primate Visions: Gender, Race and Nature in the World of Modern Science*. New York: Routledge, 1989, capítulo 1.

hace poco. Los primeros análisis en este sentido fueron aquellos realizados sobre la Fundación Rockefeller y su presencia en América Latina en la primera mitad del siglo XX. Dicha organización, además de tener un enorme poder económico dentro de los Estados Unidos, también tuvo una fuerte presencia en Latinoamérica.

Uno de sus diversos programas de ayuda a la región pretendía usar la ciencia y la salud pública para mejorar la situación de vida de los latinoamericanos. El estudio documentó el rol de filántropos, científicos y doctores estadounidenses como portadores de ideales culturales norteamericanos por todo el continente latinoamericano. Desde esta perspectiva, la ciencia y la medicina del país del norte se deben entender como agentes importantes de la forma como los Estados Unidos se relacionaron con el mundo.⁴

Uno de los objetivos principales de estas investigaciones fue entender tanto los intereses de la Fundación Rockefeller en desarrollar sus programas en América Latina, como la perspectiva de los diferentes actores latinoamericanos que estuvieron involucrados en su desarrollo. Volviendo a la idea de que en muchos casos la expansión norteamericana se dio por invitación, varios países le dieron una amplia bienvenida a la Fundación.

El establecimiento de programas de salud pública y el desarrollo agrícola a través de la investigación científica interesaron a gobiernos, médicos, científicos y a universidades. A la larga, aunque Estados Unidos tenía la balanza del poder hacia su favor en esta relación, tanto norteamericanos como latinoamericanos usaron la incursión de la Fundación Rockefeller en la región para promover o perseguir intereses propios.

A los norteamericanos la Fundación les ayudó a mantener en buen estado sus inversiones y propiedades en América Latina, así como la salud del personal que trabajaba en ellas. A los latinoamericanos, por otro lado, les ayudó a construir infraestructura médica y científica en la erradicación de enfermedades y en el aumento de la producción agrícola.

Sin embargo, también debe quedar en claro que no todos los sectores de la sociedad salieron beneficiados en esta relación. Por lo general la ayuda y los programas agrícolas beneficiaron a los grandes hacendados, cuya forma de trabajo era parecida a la producción



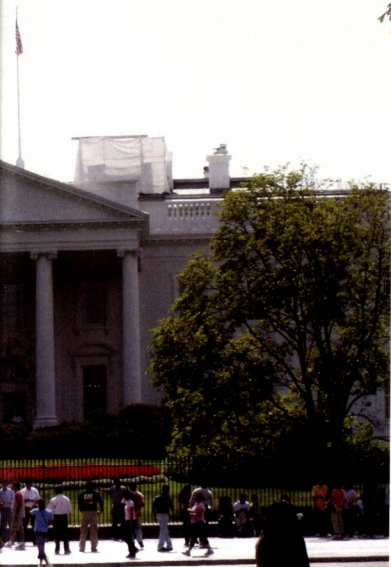
agrícola norteamericana. Los medianos y pequeños cultivadores no encontraron en la Fundación el apoyo que necesitaban. Así mismo, diversos gobiernos de la zona aprovecharon el trabajo de la entidad para incrementar su popularidad general dentro de la población, atribuyéndose muchos de los programas que pusieron en marcha los estadounidenses.⁵

Otras facetas del encuentro

Aparte de las investigaciones sobre la Fundación Rockefeller, en años recientes otros académicos han estudiado facetas adicionales del encuentro científico entre Estados Unidos y Latinoamérica. El estudio histórico de la agricultura de exportación en particular ha sido un terreno fértil para mostrar la influencia de la ciencia norteamericana en la región. La economía de América Latina, en especial la del Caribe, ha estado ligada desde hace ya más de un siglo a la exportación masiva de productos agrícolas. Para las elites de la región, encontrar una forma de incrementar la producción agrícola se convirtió en una prioridad hacia finales del siglo XIX y gran parte del siglo XX.

4. CUETO, Marcos (ed.), *Missionaries of Science: The Rockefeller Foundation in Latin America*, Bloomington, Indiana University Press, 1994.

5. FITZGERALD, Deborah. "Exporting American Agriculture: The Rockefeller Foundation in Mexico, 1943-1953". En: CUETO, Marcos. *op. cit.* pp. 72-96; SOLÓRZANO, Armando, "The Rockefeller Foundation in Revolutionary Mexico: Yellow Fever in Yucatan and Veracruz". En: CUETO, Marcos. *op. cit.* pp. 52-71.



Los científicos latinoamericanos usaron el vínculo con sus pares estadounidenses para legitimar su trabajo y el de sus instituciones, el cual dependía de la producción de resultados prácticos e inmediatos.

El conocimiento científico se entendió en ese momento como un aliado y una vez más se llamó y se les dio la bienvenida a los científicos norteamericanos. Varias estaciones agrícolas en países como Colombia, Venezuela y Puerto Rico usaron modelos estadounidenses para impulsar sus programas.

Así, Estados Unidos tuvo acceso directo a la manera en que se manejaron muchas de las cosechas de alimentos, que después fueron vendidas en territorio norteamericano. Además, usó algunas estaciones agrícolas en islas caribeñas como laboratorios de investigaciones, antes de implementar nuevos productos o métodos en plantaciones dentro de su país.⁶

Los latinoamericanos, por su lado, sacaron provecho de esta relación. Los gobiernos que buscaron la ayuda de científicos norte-

americanos obtuvieron en muchos casos los beneficios deseados, es decir, un aumento en la producción que en últimas se tradujo en mejoras en la economía. Los científicos, por otro lado, usaron el vínculo con sus pares estadounidenses para legitimar su trabajo y el de sus instituciones, el cual dependía de la producción de resultados prácticos e inmediatos. Además, tanto elites como científicos veían la ayuda norteamericana como un camino hacia la modernización.

En conclusión, ya que diversos académicos han demostrado en años recientes la importancia de entender la relación entre ciencia e imperialismo, es importante preguntarnos qué nexo ha tenido la ciencia con el expansionismo estadounidense. En el caso latinoamericano, es claro que en la primera mitad del siglo XX el conocimiento científico fue un importante aliado de la creciente influencia de los Estados Unidos sobre la región. A pesar de que la balanza del poder se inclinó por lo general en favor de los estadounidenses, tanto norteamericanos como latinoamericanos sacaron provecho de esta relación científica.

Queda aún mucho camino por recorrer en el desarrollo de este tema. Algunos académicos han empezado a estudiar el carácter imperial de la ciencia norteamericana en otras regiones como las Filipinas, en donde intensos programas sanitarios no sólo aseguraron el bienestar de los estadounidenses en la zona, sino que al modificar la vida privada de los filipinos lograron consolidar el control norteamericano en esa región.

Tomar casos como estos para establecer ejemplos de comparación puede abrir nuevas perspectivas.⁷ Es importante entender cómo se caracterizó el encuentro científico entre ambas regiones.

Si la ciencia cambia en el tránsito de una región a otra, como algunos académicos han argumentado recientemente, es importante analizar de qué manera la perspectiva de los científicos y la ciencia norteamericana en sí se han transformado o se vieron influenciadas en su paso por América Latina.^{iv}

El intercambio cultural y científico entre ambas regiones no sólo nos debe permitir mejorar nuestro entendimiento de la naturaleza del trabajo científico en Colombia y otros países latinoamericanos, sino que también podría dar nuevos indicios de cómo debemos entender la misma ciencia norteamericana en el siglo XX.

6 MCCOOK, Stuart. *States of Nature: Science, Agriculture and Environment in the Spanish Caribbean, 1760-1940*. Austin: University of Texas Press, 2002.

7 ANDERSON, Warwick. "Immunities of Empire: Race, Disease, and the New Tropical Medicine, 1900-1920." En: *Bulletin of the History of Medicine*. Baltimore: Vol. 70, No. 1, 1996. pp. 94-118.

iv. Una reflexión interesante sobre la importancia de estudiar el cambio o evolución del conocimiento científico en su tránsito de una región a otra es: SECORD, James A., "Knowledge in Transit", en *Isis*, Chicago, Vol. 95, No. 4, 2004, pp. 654-672.

A close-up, high-contrast photograph of a person's face in profile, looking to the right. The lighting is dramatic, highlighting the contours of the nose, cheek, and jawline against a dark background. The person's eyes are closed. The text is overlaid on the lower half of the face.

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACION

EN PERSPECTIVA DE GÉNERO

En Colombia el acceso a la construcción de conocimientos o a la producción de tecnologías sigue siendo limitado para las mujeres y se observa una mayor concentración de las mismas en ambientes de baja dotación de recursos. Conozca dos perspectivas de análisis sobre el tema.

DORA INES MUÑEVAR, Profesora titular,
Departamento de Comunicación Humana,
Facultad de Medicina, Universidad Nacional de
Colombia.

En enero de 2005, la base de datos CvLAC, que reúne las hojas de vida de quienes hacen ciencia y tienen vínculos con grupos de investigación de Latinoamérica y el Caribe, registraba un total de 4.765 mujeres investigadoras en Colombia, frente a 7.951 hombres; y 280 técnicas frente a 421 técnicos vinculados a esos colectivos.

A excepción de las ciencias médicas (48,06% mujeres y 51,94% hombres), los porcentajes de participación femenina en ciencia, tecnología e innovación apenas llegaban a la mitad de los de los hombres: 39,79% en ciencias sociales y humanas, frente a un 60,21% de presencia masculina; 36,65% en las ciencias naturales y exactas frente a 60,35% de los hombres; 29,43% en ciencias agropecuarias, respecto a un 70,57% de los varones; y 18,48% en ingeniería y tecnología, contra un 82,52% de participación masculina.

Sin embargo, aunque esto ocurra en el ámbito científico, el Ministerio de Educación Nacional señala que la educación superior ha sido una herramienta clave en la lucha que las mujeres han librado en pos de un país más equitativo en términos de género. Según la entidad, el avance en cuanto a matrícula y culminación de estudios ha sido más alto en los últimos años en el caso de las mujeres que en el de los hombres. El dato coincide con las cifras del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, que para 2005 hablaba de una brecha más reducida entre hombres y mujeres cuando del estudiantado vinculado a grupos de investigación se trataba: 4.033 mujeres y 5.444 hombres.

Las estadísticas del Ministerio de Educación indican que entre 2002 y 2007 el porcentaje de hombres y mujeres que han accedido al sistema educativo ha permanecido constante. El 51% corresponde a mujeres y el 48% a hombres. Según el nivel de formación, las estadísticas hablan de un aumento del acceso de las mujeres a la educación técnica profesional del 0,9%, a la tecnológica del 3,6%, a especialización del 4,2%, a maestría de 5,3% y a doctorado del 2,3%.

En lo referente a la matrícula según área de conocimiento, la participación de las mujeres en el último año ha sido mayor

en las áreas de ciencias de la educación (9.8%), ciencias de la salud (11.5%), ciencias sociales, derecho y ciencias políticas (16.6%), economía, administración, contaduría y afines (33.9%).

La perspectiva de género tiene un lugar propio en el análisis de la inserción de la mujer al mundo científico. En este sentido, se exponen dos caminos relacionales que, a modo de advertencias para tener presentes, dan cuenta en primer término de lo que las

propuesto la incorporación de la perspectiva de género.

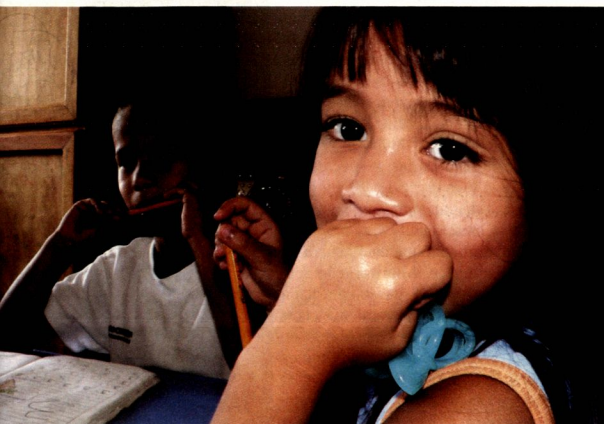
En Colombia, la inclusión de la perspectiva de género en las ciencias y las tecnologías ha sido tardía debido a los crecientes cúmulos de resistencias en el sistema que reglamenta las políticas del sector. El panorama es el siguiente: poca participación de las mujeres en ámbitos de producción y práctica de C&T, su reciente llegada a escenarios de investigación y desarrollo (I+D), la concentración de mujeres científicas en el estudio de ciertos temas propios de la biología y la química, en contraste con una presencia menor de ingenieras y tecnólogas, y su desigual y desventajosa representación en las carreras científico-tecnológicas, especialmente en los niveles de decisión.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO, "la utilización de la categoría de género en la investigación, enseñanza y definición de políticas, proyectos y aplicaciones de la ciencia y la tecnología, en especial en aquellos campos considerados 'duros', es reciente a nivel global y mucho más en Latinoamérica. Numerosos factores han contribuido a que otros temas relativos a la mujer y a la relación entre varones y mujeres adquirieran prioridad tanto en el plano social como de la producción académica: los problemas que aún subsisten en el plano educativo, incluyendo la educación superior, los limitados recursos académicos asignados a la investigación y la insuficiencia de centros académicos con recursos humanos y financieros y sobre todo con disposición innovadora como para emprender estudios en torno a nuevas problemáticas y enfoques teórico metodológicos¹¹."

Superar las limitaciones derivadas de la ausencia de la perspectiva de género implica repensar la función de la ciencia y la tecnología, también reconocer la participación de las mujeres en estos ámbitos. Estas metas de repensar funciones y de reconocer presencias, junto con los esfuerzos de organismos internacionales orientados a definir criterios y metodologías para reconstruir los indicadores usados en procesos de evaluación, comparación o monitoreo de cambios y desempeños respecto de actividades productivas, sectores económicos, países y regiones¹², han sido definitivas para hacer planteamientos urgentes y sin postergación.

Algunos de ellos son que la democracia y el desarrollo integral no se pueden alcanzar

El acceso a la educación, en todos los niveles, ha sido una herramienta clave en la lucha de las mujeres por la equidad de género.



VALENTINA FELICIAN

mujeres reclaman con la incorporación de la perspectiva de género en la ciencia, la tecnología y la innovación y, en segundo, de lo que responden los organismos internacionales.

Entre ausencias y reconocimientos

Para que la ciencia y la tecnología (C&T) se vinculen al desarrollo social de las naciones, se deben tener en cuenta sus interacciones con la democracia y los derechos humanos; las necesidades vitales y existenciales de mujeres y hombres; las metas de reducción de la pobreza; la generación de empleos dignos; las oportunidades de educación científica; el acceso a las nuevas tecnologías de la información, la conectividad y la asistencia digital o el gobierno electrónico.

Además, con el fin de garantizar el desarrollo socioeconómico, cultural y ambiental, se debe buscar que los avances logrados circulen entre la población a través de la educación formal y no formal. Para asegurar la consecución de dichas interacciones se ha

i. Consulta elaborada en agosto de 2005, disponible en: http://www.unesco.org/science/women/evnements_projets/chaire_unesco_argentina.htm.

ii En Europa se han creado observatorios nacionales y regionales para estudiar y proponer indicadores. Existen iniciativas gubernamentales en diversos países para crear observatorios multidisciplinares que acompañen la reformulación de políticas con base en estudios, monitoreos y prospectivas científicas, tecnológicas e innovativas.



La Comisión Interamericana de Mujeres ha recomendado asegurar la integración de la perspectiva de género en las políticas de ciencia y tecnología de los países miembros.

MARCE LOPEZ

sin la participación plena e igualitaria de mujeres y hombres; que el desarrollo integral comprende los campos económico, social, educativo, cultural, científico y tecnológico, al tiempo que abarca la protección del medio ambiente y la perspectiva de género. Así mismo, se señala que la formulación de políticas nacionales de ciencia, tecnología, ingeniería, innovación y educación superior otorga consideración a los sistemas de innovación productiva y a la ampliación de las capacidades humanas, institucionales y materiales para realizar investigación con la interrelación de los sectores público y privadoⁱⁱⁱ. Y, finalmente, que la innovación reaparece como un proceso colectivo con participación de empresas, clientela o personas usuarias de conocimientos, laboratorios, universidades o institutos públicos y privados de investigación^{iv}.

Por supuesto, esas mismas metas registran algunos alcances que merecen ser mencionados. Ante todo, sobresalen las acciones a favor de la participación y la visibilidad de las mujeres en los distintos campos de las ciencias y la tecnología, la promoción de la

investigación con fundamento en las necesidades vitales de las mujeres y la creación de espacios académicos para el intercambio de avances con perspectiva de género.

También se destacan las acciones institucionales de sensibilización en temas de género mediante programas destinados a quienes lideran procesos de innovación; programas de difusión entre comunidades dedicadas a labores productivas; estudios de percepción y medición de resultados; registro de capacidades empresariales y mejora de tecnologías transferidas; investigación cooperativa para fortalecer la estructura científica y asesoría a los gobiernos para ampliar la infraestructura educativa en C&T libre de toda clase de sesgos.

Igualmente importantes son: la conformación de redes de mujeres que creen espacios de acción política basados en prácticas de relación y que acojan interacciones entre ser/saber/hacer según la diversidad local; la ampliación de diagnósticos de la paridad de género que hablen del acceso, la incorporación, la participación y la promoción de las mujeres en investigación, desarrollo e innovación; la

iii. Primera Reunión de Ministros y Altas Autoridades de Ciencia y Tecnología. Iniciativa Hemisférica. "Recomendaciones para integrar la perspectiva de género en las políticas y en los programas de ciencia y tecnología en las Américas". Lima, noviembre 11 y 12 de 2004. Disponible en: <http://www.science.oas.org/Ministerial/espanol/documentos/REMCYT-HNF1-ESP.pdf>. Consulta efectuada en agosto de 2005.

iv. Considerando el fundamento eminentemente social e interactivo de los procesos de innovación, no se pueden reducir los indicadores al desempeño de los individuos o empresas aisladamente; es preciso tener en cuenta la coexistencia de redes cooperativas y competitivas, privilegiando las especificidades del contexto en el que se insertan.

equidad de género en el desarrollo profesional, la educación no sexista y la vinculación entre científicas/tecnólogas/empresarias y políticas/programas de equidad de género en el ámbito regional y nacional.^v

Respuesta de los organismos internacionales

La crítica feminista a la ciencia y a la tecnología, además de denunciar los sesgos en la producción de conocimiento científico y en sus aplicaciones tecnológicas, recupera la diversidad para retar las concepciones de ciudadanía, sexualidad o desarrollo; reclamar cambios en las relaciones de desigualdad; y traspasar obstáculos para el acceso a recursos materiales, simbólicos, de poder y conocimiento. En este contexto, las mujeres, a medida que persisten en sus intentos de ganarse un lugar propio en el Sistema de Ciencia y Tecnología, se tropiezan con nuevas resistencias y, en paralelo, aumentan sus iniciativas para introducir las cuestiones de género en la producción de estadísticas con metodologías comparativas.

La UNESCO propuso la construcción de indicadores sensibles a las diferencias de género durante la Conferencia de Budapest en 1999; la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OECD, introdujo la variable "sexo" en los manuales metodológicos de recolección de estadísticas de ciencia y tecnología –Manual Canberra y Manual Frascati–; y la Oficina Europea de Estadística, EUROSTAT, patrocinó al Grupo Helsinki sobre mujeres y ciencia con el propósito de producir diagnósticos comparativos aprovechando la información desagregada por sexo disponible en 30 países en 1999.

Ese año el Consejo de Investigación de la UNESCO adoptó una resolución en la que invitaba a los estados miembros a tomar parte activa en el diálogo e intercambiar impresiones sobre las políticas nacionales, teniendo en cuenta la evaluación comparativa y las mejores prácticas. Invitaba a obtener datos básicos sobre la distribución por sexo del personal dedicado a investigación y desarrollo, y a explorar métodos y procedimientos para recoger datos y desarrollar indicadores que mostraran la participación de las mujeres en la investigación europea.^{vi}

Crecen las iniciativas regionales

Muchos países han establecido medidas positivas a favor de las mujeres en la ciencia. Entre ellas figuran el apoyo a las redes de muje-



res de ciencia, el fomento del desarrollo de regímenes de mentoría y modelos de rol y, en algunos casos, la fijación de objetivos y cuotas. En algunos países se ha experimentado con la reserva de cátedras, fondos para investigación y premios para las mujeres científicas.

La Unión Europea consideró fundamental disponer de estadísticas desagregadas por sexo con el fin de visualizar: la presencia de las mujeres y la cobertura del personal académico en distintos países; la probabilidad de que las mujeres sean beneficiarias del financiamiento,

v Recomendaciones del Foro Regional UNESCO, Mujeres, Ciencia y Tecnología en América Latina: diagnósticos y estrategias. Bariloche, Argentina, 1998. Durante el Foro se realizó la campaña "Las jóvenes protagonistas de la Ciencia y la Tecnología del siglo XXI". Su actividad principal fue el "Diálogo intergeneracional de jóvenes estudiantes de carreras científicas y tecnológicas y destacadas investigadoras latinoamericanas".

vi La Comisión estableció en noviembre de 1999 un grupo dedicado al tema de la mujer y la ciencia, se le suele denominar Grupo de Helsinki sobre mujeres y ciencia. Ha reconocido que "[...] existe gran diversidad entre los países en lo que se refiere a la infraestructura científica, las medidas en materia de igualdad y la atmósfera que acoge a las mujeres que tratan de seguir una carrera científica. Entre los factores comunes figura la presencia no equilibrada de ambos sexos entre quienes adoptan decisiones sobre política científica y entre quienes determinan qué constituye la ciencia 'correcta'. Consulta efectuada en agosto de 2005; disponible en: ftp://ftp.cordis.lu/pub/improving/docs/women_national_policies_summary_es.pdf



Muchos países han establecido medidas positivas a favor de las mujeres en la ciencia. Entre ellas figuran el apoyo a las redes y la fijación de objetivos y cuotas.

CLAUDIA VESQUEIRA

que es menor respecto de las solicitudes de los hombres; el contraste entre la escasa participación de las mujeres en algunas áreas de ciencias e ingeniería y la mayor inserción en ciencias médicas y biológicas; y, finalmente, la reducida presencia de las mujeres en la cima de la jerarquía académica.

En EEUU el uso de indicadores de género mostró la baja presencia de mujeres y de integrantes de minorías entre las personas graduadas en ciencias e ingeniería y entre las que trabajan en dichas áreas; también

evidenció una sospechosa concentración de mujeres en campos socialmente definidos como femeninos. Las mayores tasas de empleo a tiempo parcial y de desempleo corresponden a las mujeres; los salarios más bajos se ofrecen a las mujeres; y las diferencias en el acceso a tecnologías de computación marcan diferencias entre mujeres y hombres.

En cuanto al seguimiento en ciencia y tecnología con perspectiva de género, en Iberoamérica se destacan las iniciativas del Programa de Política y Gestión de Ciencia y

Tecnología en América, ORCYT-UNESCO, el trabajo de la Organización de Estados Iberoamericanos, OEI, y el de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO, porque usan datos originales y metodologías para compensar la ausencia de estadísticas confiables. Dichas organizaciones han realizado estudios con la participación de Argentina, Uruguay, España, Venezuela, Costa Rica, México, Paraguay, Brasil, Colombia, Ecuador, El Salvador y Panamá, buscando la definición de indicadores de ciencia y género para dar cuenta de la participación de las mujeres en la región iberoamericana.

Con el apoyo de UNESCO, se han dado a conocer iniciativas que estudian la situación de las mujeres en los ámbitos de la ciencia y la tecnología, a través de las cátedras regionales o de los fondos específicos que auspician estudios en países de Latinoamérica. Algunos ejemplos son: el Programa Gentec, de la Oficina Regional de Montevideo, y el Programa de Ingeniería y Ciencias Básicas, que apoya estudios comparados sobre la situación de la mujer en actividades de investigación científica y para sensibilizar a quienes tienen a cargo las políticas de ciencia, tecnología e innovación.

La Comisión Interamericana de Mujeres, CIM, se ha convertido en el principal foro generador de políticas hemisféricas para la promoción de los derechos de la mujer y la equidad e igualdad de género. Como le corresponde asegurar el seguimiento al Programa Interamericano sobre la Promoción de los Derechos Humanos de las Mujeres y la Equidad e Igualdad de Género (PIA), coordina y evalúa acciones, sistematiza actividades de información sobre géneros, apoya al centro regional de intercambio de información sobre asuntos de género relacionados con ciencia y tecnología, y desarrolla mecanismos para integrar dicha información a los ministerios relacionados con temas de mujer.

La CIM ha participado en la Reunión de Expertos sobre Género y Ciencia y Tecnología^{vii}, formulando líneas de acción dirigidas a la Primera Reunión de Ministros y Altas Autoridades de Ciencia y Tecnología, patrocinada por el Consejo Interamericano para el Desarrollo Integral, CIDI, de la Organización de Estados Americanos, OEA^{viii}.

Entre sus recomendaciones se destacan: asegurar la integración de la perspectiva de género en las políticas y los programas de ciencia y tecnología de los Estados Miembros.



MARCELO LÓPEZ

vii Organizada por la Oficina de Educación, Ciencia y Tecnología de la OEA, la Comisión Interamericana de Mujeres (CIM), la Junta Asesora en materia de género de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de las Naciones Unidas (GAB, UN CSTD). Washington, agosto 24 y 25 de 2004.

viii. Consejo Interamericano para el Desarrollo Integral de la OEA, 11 y 12 de noviembre de 2004, Lima. Consejo Interamericano para el Desarrollo Integral de la OEA, 11 y 12 de noviembre de 2004, Lima.



En opinión de la autora, la inclusión de la perspectiva de género en ciencia y tecnología en Colombia ha sido tardía debido a los crecientes cúmulos de resistencias en el sistema que reglamenta las políticas del sector.

Dicha labor debe contar con una adecuada asignación presupuestal, para que mujeres y hombres alcancen una equitativa representación y promoción en ciencia, tecnología, ingeniería e innovación en el lugar de trabajo, incluyendo la industria y el sector académico, así como organismos y foros de formulación de políticas y toma de decisiones nacionales, regionales e internacionales.

Así mismo, sugiere prestar atención a la calidad de la educación científica y tecnológica en todos los niveles, eliminar los efectos de la discriminación de género y promover la creatividad y el espíritu crítico en todos los niveles, principalmente en la educación inicial. Finalmente, recomienda desarrollar e implementar políticas nacionales y regionales que reconozcan la relación entre género y desarrollo social y ciencia y tecnología^{IX}.

La lucha por ser visibles continúa

En una realidad surcada por reclamaciones que no terminan de ser respondidas políticamente, las exclusiones y desconocimientos, así como las desigualdades y segregaciones, dejan de ser admisibles en la vida democrática. Como consecuencia, dicha realidad exige acciones concretas para introducir indicadores y tomar decisiones que iluminen los aspectos menos conocidos de los procesos de investigación científica, tecnológica y de innovación en el contexto social y económico regional, nacional e internacional.

En otras palabras, todo análisis de esta clase comienza con la interrogación de los indicadores ya reconocidos por no aparecer en los registros desagregados según mujeres y hombres. Las acciones emprendidas no pueden seguir eludiendo las consecuencias de la invisibilidad de las mujeres y sus aportes a la ciencia y la tecnología, así como a la investigación y al desarrollo.

Disponer de estas herramientas de gestión permite, además de desarrollar indicadores de igualdad, promover la equidad de género dentro y fuera de las relaciones advertidas en este escrito.

ix. Consulta efectuada en agosto de 2005, disponible en http://www.science.oas.org/Ministerial/espanol/cpo_ini01.asp.

The background is a dark blue gradient with a subtle circular pattern. Numerous glowing, white-outlined oval shapes are scattered across the frame, some appearing as if they are floating or falling. In the lower-left quadrant, there is a faint, glowing grid of binary code (0s and 1s) that recedes into the distance, creating a sense of depth.

DISEÑO ORGANIZACIONAL A PARTIR DEL APRENDIZAJE

Es posible generar estructuras organizacionales articuladas con tecnologías informáticas que apoyen el trabajo de los usuarios. Diseñadas participativamente para construir entornos que respondan a su manera de habitar el mundo, les permiten producir resultados de calidad y una experiencia satisfactoria.

ERNESTO LLERAS MANRIQUE, LUISA GARCÍA MONTOYA.

Profesor titular y Profesora asistente Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes.

En el ejercicio de nuestra profesión de investigadores y consultores de negocios, hemos encontrado con bastante frecuencia que las personas describen el trabajo que realizan dentro de sus empresas utilizando la imagen de la máquina, pues es el referente mental que han elaborado a lo largo de sus prácticas.

Cuando los consultores de tecnología se dan a la tarea de diseñar soluciones informáticas para las organizaciones, dicho diseño se asemeja al de un artefacto, es decir, se incorporan de manera fragmentaria y con esto se pierde la oportunidad de generar entornos que faciliten el trabajo de la gente. En contraposición, se convierten en estorbos que con frecuencia impiden un trabajo armonioso y placentero, y por lo tanto productivo.

Paralelamente, con este enfoque en términos del paradigma de artefactos se refuerza la división de tareas, la supervisión jerárquica y un conjunto de reglas y regulaciones impositivas. Es posible que esta manera de diseñar las organizaciones y las tecnologías informáticas asociadas sirva para cierto tipo de procesos o productos. Por ejemplo, para la fabricación de automóviles, basada en una línea de producción metávida. Sin embargo, consideramos que esta metodología de diseño no es apropiada ni para las empresas de hoy, ni en el contexto colombiano, dada la importancia de la innovación y las características socioeconómicas actuales.

Tomemos como ejemplo las empresas proveedoras de telefonía celular o acceso a Internet. El desarrollo y mercadeo de nuevas ofertas, la consecuente provisión de servicios no sólo a un conjunto de clientes cercano geográficamente, sino potencialmente a un mercado ilimitado y distribuido globalmente, y la realización de actividades de mantenimiento, constituyen el día a día del negocio.

Estas organizaciones son una evidencia de lo que podría llamarse un nuevo modelo



VISTOCXPERT

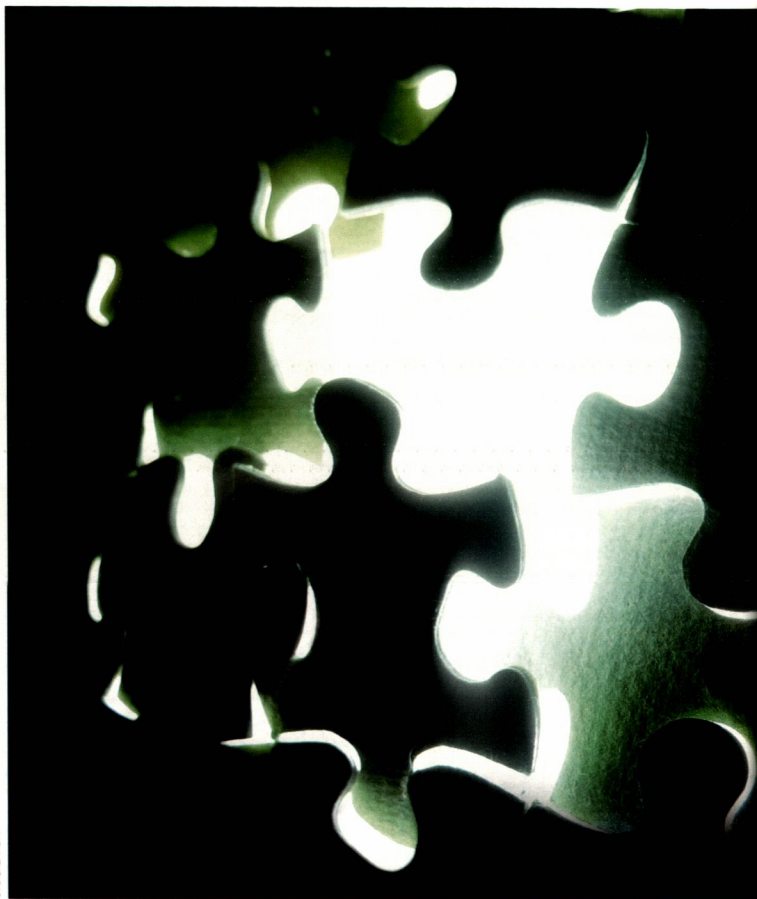
organizacional, por cuanto necesitan de las capacidades y la creatividad de las personas y de su autonomía, lo cual permite generar estructuras en red, heterárquicas y potenciadoras de las sinergias que surgen de asociaciones *ad hoc*, según las necesidades.

En cuanto al contexto colombiano, la microempresa abarca el 97% de las empresas del país y ocupa el 81% de la población económicamente activa. Cuenta en promedio con 1,1 empleados. Además, se ha contabilizado un 2% restante de empresas que tienen un promedio de 30,4 empleados, ocupando el 32% de la población económicamente activa¹. Estas cifras nos indican el predominio de las prácticas "artesanales" de gestión y procesos de negocio, en donde conceptos como el de línea de producción masiva son inapropiados.

Las estructuras organizacionales articulan usuarios con tecnologías informáticas que apoyan su trabajo.

¹ GUAPATÍN, Carlos. *Compilación estadística para 12 países de la región*. Observatorio MIPYME, División de Micro, Pequeña y Mediana Empresa. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo, 2003. p. 17

En su investigación, los profesores Lleras y García reconocen que, al contrario de la imagen de la máquina, en donde son parte de un engranaje, las personas también experimentan el mundo de una manera estética, ética, afectiva y emocional.



STOCKXPRT

Esto nos lleva a proponer una visión del diseño basada en el desarrollo de la capacidad emprendedora de las personas y, por lo tanto, articulado con su cotidianidad de manera integral.

En nuestro trabajo, hemos incorporado también el enfoque basado en redes de compromisos y acciones articuladas mediante nuestras conversaciones con otros, desarrollado por Fernando Flores y Rafael Echeverría². Como resultado, en lugar de generar la consabida "resistencia al cambio", se produce entusiasmo y capacidad de ser

ellas mismas las generadoras del cambio. Esto hace posible que las tecnologías informáticas se incorporen en el diseño organizacional.

Principio y práctica

Proponemos entonces estructuras organizacionales articuladas por los usuarios mismos con tecnologías informáticas que apoyen su trabajo. Estas son diseñadas participativamente para construir entornos que respondan a su manera de habitar el mundo, lo cual les permite producir resultados de calidad y una experiencia satisfactoria.

² FLORES, Fernando. "The Leaders of the Future". En: DENNING, P., METCALFE, R. Beyond Calculation. New York: Copernicus, Springer-Verlag, 1997. p. 178.



Al contrario de la imagen de la máquina, en donde las personas son parte de un engranaje, reconocemos que además de la dimensión racional que se privilegia tradicionalmente, las personas experimentamos el mundo de una manera estética y ética, afectiva y emocional.

Para llegar a esto, buscamos crear un entorno pedagógico. Nos ocupamos, en primer lugar, de construir interactivamente un entendimiento de la relación de las personas consigo mismas y, a partir de esto, de su relación con el negocio de la empresa y el contexto en el cual ésta existe. Dado que las personas no organizan los eventos en forma de



STOCKXPRT

datos con una secuencia lógica, el que este proceso se consiga es lo que denominamos 'narrativas'³, las cuales son interpretaciones prácticas que cada persona crea con el fin de tener éxito y darle sentido a su actuar en el contexto de la organización.

Con frecuencia, creamos narrativas de acuerdo con las particularidades de la situación a la cual nos vemos enfrentados, pero en general tratamos de recoger información de carácter económico, político, tecnológico, operativo y del mercado, sobre todo en términos de cómo lo experimentan las personas.

Además de entender las particularidades del negocio en donde nos encontramos, desarrollamos un lenguaje común que nos permite hablar posteriormente en tales términos que las personas se sientan entusiasmadas para participar en el diseño de su organización.

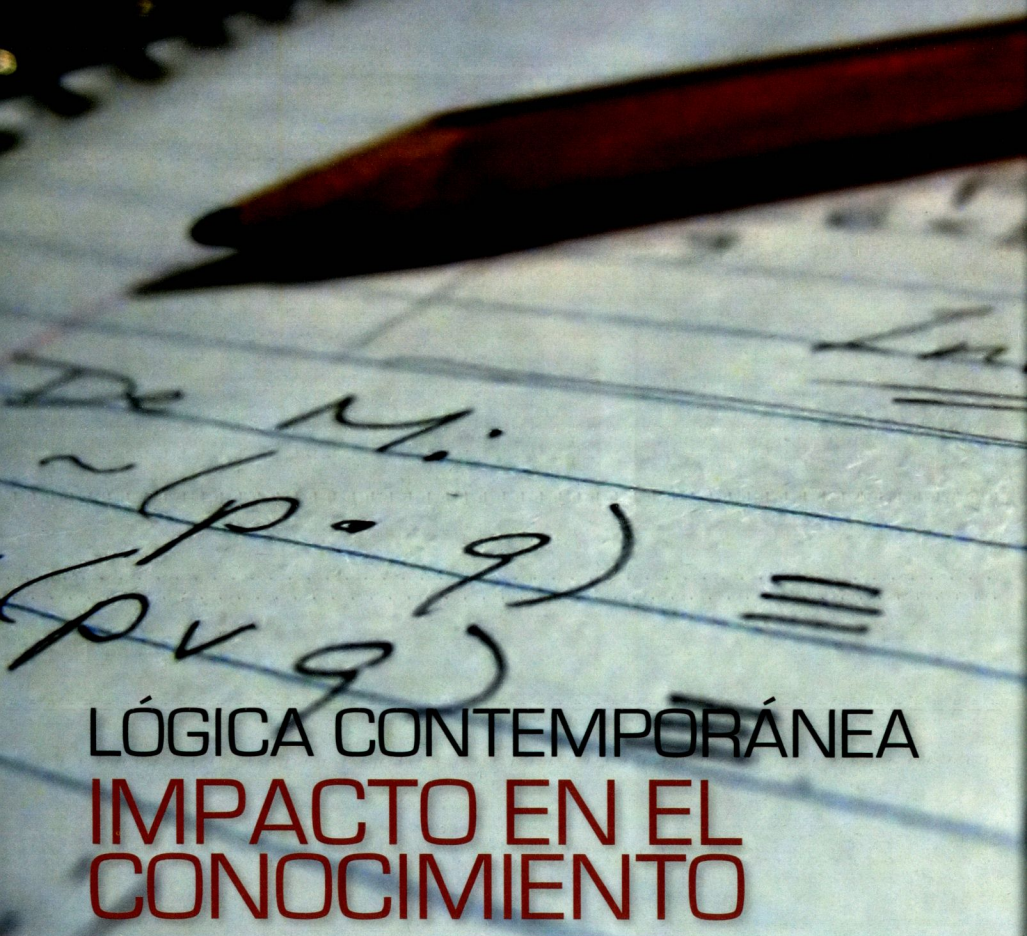
A la manera de trabajar con las personas de la empresa la denominamos el Enfoque TESO⁴, el cual posibilita el diálogo genuino entre los directamente involucrados a partir de observar relaciones, darse cuenta y cambiar los compromisos cuando ello sea necesario.

Nuestra propuesta busca hacer posible conformar organizaciones agradables para la gente, "inteligentes", que aprendan y sean flexibles para adaptarse a los entornos turbulentos del mundo de hoy.

El objetivo de esta propuesta es formar organizaciones agradables para la gente.

3 GARCÍA MONTOYA, L.F. *Systemic Narratives: A Study of an Information System for the Colombian Coffee Industry*. Tesis (Ph.D. en Tecnología, Organizaciones y Negocios). United Kingdom: University of Lincoln, School of Management, 1997. p. 10.

4 LLERAS MANRIQUE, E. "Enfoque TESO de Intervención Organizacional". En: GALVIS A., ESPINOSA A. [Comp.] *Estrategia Competitiva e Informática*. Bogotá: Ediciones Uniandes, 1997. pp. 138-148.



LÓGICA CONTEMPORÁNEA IMPACTO EN EL CONOCIMIENTO

Es un hecho innegable que las lógicas paraconsistentes constituyen, hasta el momento, el aporte original más extenso y sistemático de América Latina a la lógica matemática. Una mirada al caso de Brasil.

FERNANDO ZALAMEA, Departamento de Matemáticas, Universidad Nacional de Colombia.

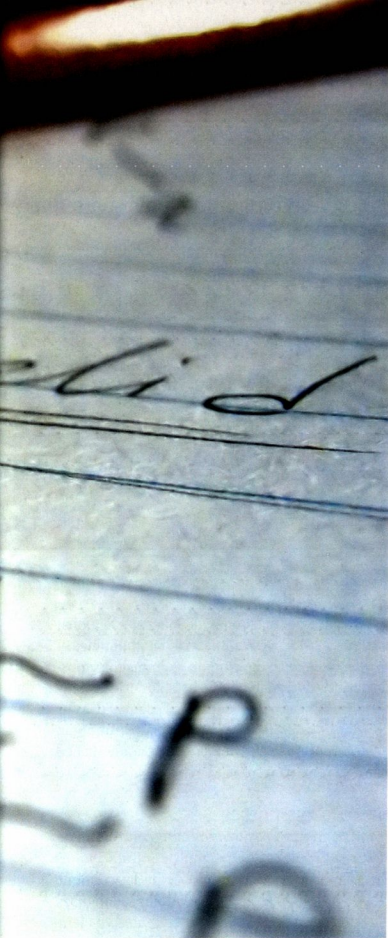
El ser humano razona para captar y tratar de controlar algunos de los aspectos multiformes de la realidad, mientras inserta datos en entornos de referencia donde la información es susceptible de ser asimilada. Los entornos pueden imaginarse como lugares cognitivos, con diversos relieves –llanos, abruptos, caóticos– producidos por acumulaciones de datos y por complejos entramados de relaciones posibles.

Atravesados casi siempre por fronteras difusas, los lugares cognitivos se constituyen en contextos de flujo y mediación, donde dialogan lo local

y lo global, lo interno y lo externo, lo particular y lo universal.

La lógica, que estudia la estructuración de esos lugares intermedios, puede verse entonces como una ciencia “geográfica”: simultáneamente descubre variaciones y detecta permanencias en el relieve. La problemática general de controlar transferencias y obstrucciones dentro de esa geografía compleja es una de las labores centrales de la lógica matemática.

Ya sea enfatizando aspectos “topográficos” –diseño de mapas con los relieves relativos de cada lugar cognitivo por separado–, ya sea aspectos “proyectivos” –diseño de proyecciones que



STOCK/PHOT

En el siglo XX, la lógica matemática contribuyó a que no se siguiera pensando el mundo únicamente desde un marco clásico.

permiten obtener comparaciones genéricas entre lugares variables-, la lógica provee un amplio y variado instrumentalario para precisar los tránsitos de la razón.

Del post al transmodernismo

Ante la diversidad de los tránsitos, la lógica también se multiplica a lo largo del siglo XX, aunque logra conservar una honda estabilidad detrás de los quiebres. La multiplicidad de la lógica matemática contemporánea—lógicas, en plural— y, a la vez, la profunda unidad subyacente—red de lógicas,

en singular—, conforman un notable ejemplo, a contracorriente, de disolución y unión, de diferenciación e integración conjuntas, dentro del fragmentado panorama de la cultura actual.

La lógica matemática contemporánea nos enseña a situarnos mucho más cerca de lo que podría llamarse un “transmodernismo”, que de un prematuro postmodernismo¹.

En efecto, más allá de ciertas características definitorias de lo Post moderno (ruptura, crisis, pretendidas muertes de la razón, la Historia, la estética, localidad, diferenciación, conjunción, imposibilidad de universales), lo Trans moderno apunta a un reentendimiento relativo del programa modernista, más cauto en su regreso a los orígenes amplios y no normativos del programa (Novalis).

En este último,—pendularmente con las características del postmodernismo— se potencian una reconstrucción transversal relativa del modernismo (en lugar de una ruptura), una dialéctica constructiva desde la negación (en lugar de una crisis), múltiples renacimientos (en lugar de muertes), enlaces profundos entre lo local y lo global, así como entre lo diferencial e integral, pegamientos coherentes (en lugar de conjunciones contradictorias) y el descubrimiento de universales relativos (en lugar de universales absolutos).

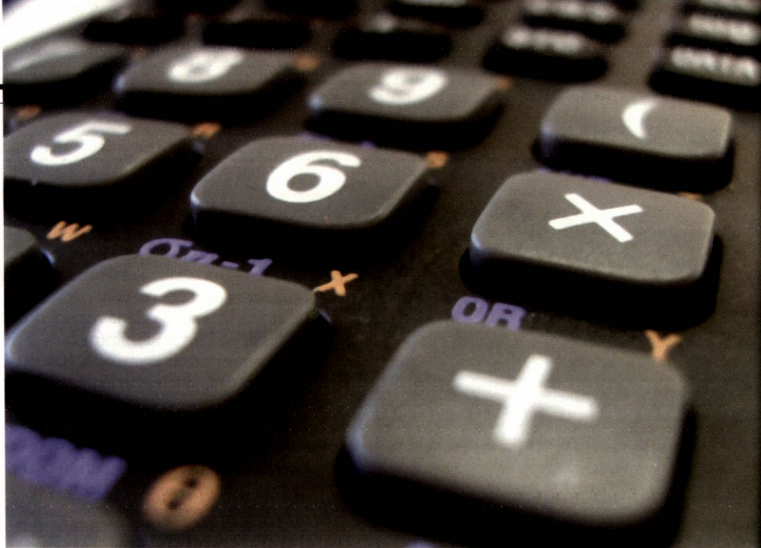
Resulta notable que, independientemente de una teorización filosófica alrededor del “transmodernismo”, la lógica matemática contemporánea hubiese ya estado recorriendo las tendencias recién mencionadas, y hubiese podido construir múltiples instrumentarios de gran finura técnica para entender las perspectivas del tránsito, así como las inevitables obstrucciones que esos movimientos conllevan.

Es ya patente que la matemática no constituye un cúmulo de “verdades eternas”. Los estudios en lógica matemática demuestran que cada parcela del universo (por ahora matemático, pero pronto físico y biológico) requiere de su propia lógica: lógicas de los modelos finitos, lógicas clásicas de primer y segundo orden, lógicas superintuicionistas, lógicas modales, lógicas paraconsistentes, lógicas no monótonas, etcétera.

La constatación de que la “verdad” no depende sólo del objeto, sino del entorno y del intérprete (una conquista definitiva del siglo XX, en todos sus horizontes, desde el cubismo hasta Rayuela, pasando por la mecánica cuántica, la sociología del arte de Francastel o las temporalidades de la historia según Braudel) es extendida por la lógica matemática al estudio detenido de cuáles parcelas de verdad pueden llegar a ser—más allá

1 RODRÍGUEZ MAGDA, Rosa María. *Transmodernidad*. Barcelona: Anthropos, 2004.

La lógica, que aborda la estructuración de lugares cognitivos, puede verse como una ciencia "geográfica": simultáneamente descubre variaciones y detecta permanencias en el relieve.



STOCKREPORT

de su diferenciación local- coordinables, comparables, jerarquizables, reintegrables dentro de un continuo de relaciones.

Tras la estructura

Revelar estructura es uno de los puntales del conocimiento. La matemática posee enteras líneas de su desarrollo, en las que el objetivo consiste en revelar metodológicamente estructuras subyacentes. Dos de las teorías más profundas de la lógica matemática contemporánea apuntan consistentemente a esa dirección: la teoría de modelos y la teoría de categorías, que han permitido revelar importantes conexiones entre lógicas, álgebras, topologías y computabilidades.

Por ejemplo, los "topos" de Lawvere son universos de la matemática que extienden la noción del espacio y modelan con precisión la idea de que los objetos se desenvuelven en el tiempo; en los topos se conjugan la lógica intuicionista, las álgebras de residuación, las topologías de Grothendieck y las aplicaciones a la semántica de los lenguajes de computación. En realidad, los espacios de la lógica (estudiados en teoría de modelos) tienen encadenamientos estructurales muy peculiares.

Por ejemplo, el teorema de Lindström demuestra que si tenemos una clase estándar de tales espacios que satisfice compacidad (i.e. si todos los pedazos finitos de una teoría son modelables entonces la teoría completa lo es, "pegando" en un modelo global las realizaciones locales) y si satisfice Löwenheim-Skolem (i.e. para adecuadas teorías sus clases de espacios "cubren" todo el transfinito) entonces tiene que ser necesariamente

la clase de modelos de la lógica clásica de primer orden.

Dentro del tronco de lo local y lo global que busca la lógica matemática contemporánea, y dentro de la investigación de los tránsitos y obstrucciones codificables y detectables en esa dialéctica, las lógicas paraconsistentes promovidas por Newton da Costa desde el Brasil² ocupan un lugar, si no central, si lo suficientemente paradigmático para ser tenido en cuenta.

Caminos y aportes

Las lógicas paraconsistentes enfrentan de lleno el problema de permitir contradicciones locales sin que el sistema global que las contiene llegue a trivializarse. Para eliminar la amenaza de la trivialización clásica (procedente, por ejemplo, de inconsistencias del estilo de la paradoja de Russell), había *a priori* dos caminos: restringir los procesos de formación de conceptos matemáticos y mantener en la base a la lógica clásica, o, viceversa, mantener los principios de formación en toda su fuerza y cambiar la lógica subyacente. El primer camino fue el adoptado de manera central en el desarrollo de la matemática en el siglo XX.

El segundo camino es el señalado por el programa paraconsistente: en este segundo camino se permiten cierto tipo de contradicciones, sin que por ello los sistemas resultantes se trivialicen. Después de un lento comienzo (en los años sesenta a ochenta), la comunidad académica internacional interesada por las lógicas y los sistemas paraconsistentes es ahora bastante extensa: incorpora contribuciones desde los más diversos ámbitos (Matemática,



STOCKREPORT

2 DA COSTA, Newton. *El conocimiento científico*. México UNAM, 2000.

Física, Ciencias de la Computación, Lingüística, Filosofía, Derecho) y engloba la participación de un gran número de estudiosos (brasileños, argentinos, chilenos, australianos, polacos, franceses, italianos, estadounidenses, por sólo mencionar los más representativos).

Uno de los signos inconfundibles de vida que gusta señalar da Costa, creador de las ideas fundamentales, líder y coordinador muy activo en el área, es el apunte de que las *Mathematical Reviews* –receptáculo bibliográfico de toda la información relevante en matemáticas producida a nivel mundial– ha creado un apartado especial para la discusión de la paraconsistencia: señal inequívoca de actividad y dinamismo.

Es un hecho innegable que las lógicas paraconsistentes constituyen, hasta el momento, el aporte original más extenso y sistemático de América Latina a la lógica matemática.

Aunque tal vez puedan existir, dentro del panorama creativo latinoamericano, otros aportes teóricamente más profundos y con mayores perspectivas de influencia en el hacer matemático, las lógicas paraconsistentes se sitúan con gran comodidad en el panorama general que hemos esbozado.

Uno de esos aportes teóricos profundos a los que hacemos alusión es la “lógica de los haces” del matemático colombiano Xavier Caicedo. Su trabajo ha unificado una gran cantidad de resultados fundamentales previamente desconexos y apunta a valiosos entronques con la geometría algebraica y la variable compleja, núcleos centrales del desarrollo matemático.

La multiplicidad de da Costa

Más allá de los aportes técnicos conseguidos con las lógicas paraconsistentes en una ampliación del concepto de contradicción (similar a la ampliación del concepto de espacio en los “topos”), deben resaltarse las enérgicas batallas que da Costa ha emprendido en filosofía de la ciencia en pro del pluralismo lógico y de un fino “pragmatismo estructural” (Ver pie de página 2).

Después de los rotundos avances de la lógica matemática en el siglo XX, seguir pensando el mundo desde un marco clásico únicamente, como lo hicieron Wittgenstein, Carnap o Quine, aparece como un contrasentido. Insertándose en la eterna dialéctica entre lo uno y lo múltiple, da Costa muestra que podemos optar por diferenciar una multiplicidad acorde a la complejidad del mundo, gracias a la pluralidad de las lógicas contemporáneas, pero que, ade-

más, podemos luego integrar lo plural gracias a un muy sensato pragmatismo, que busca (y encuentra) invariantes estructurales detrás del flujo de las diferencias.

Este asombroso cálculo abstracto diferencial e integral, que proveen la lógica matemática y un pragmatismo afligriado, es de una relevancia excepcional para nuestra época. La existencia de regularidades estructurales allende los sistemas de representación mismos –como lo indica, por ejemplo, la teoría abstracta de modelos, combinación de consideraciones lógicas y pragmáticas en un altísimo nivel de generalización– muestra contundentemente, por supuesto, cómo existen el mundo y lo real más allá del lenguaje, una conclusión que puede llegar a disgustar profundamente a algunas tendencias relativistas extremas del postmodernismo.

Como estandarte de independencia conceptual, corrección metodológica y robustez del pensamiento –opuesto al pensamiento “débil”, a pesar de conocer la lógica de la vaguedad y la lógica difusa mucho mejor que los propulsores de la *pensée faible*– el trabajo de da Costa abre muy interesantes perspectivas para la filosofía de la ciencia. Si debiéramos empezar a abrirnos con más cuidado hacia lo “transmoderno”, una vez superados los estereotipos propagandísticos postmodernos, tanto la lógica matemática contemporánea, como las indicaciones filosóficas que de allí se desprenden, podrían ayudarnos a movernos con algo más de seguridad dentro del panorama.



La lógica matemática contemporánea enseña a situarse mucho más cerca del transmodernismo que de un prematuro postmodernismo.





JOSÉ LEITE LOPES (1918-2006)

PROTAGONISTA DE LA LUCHA POR LA CIENCIA



STOCKPHOT

El recurso de la biografía contribuye a entender mejor el desarrollo del conocimiento en América Latina. Un ejemplo es la vida y obra del físico brasileño José Leite Lopes. Sus trabajos aportaron a la unificación de las fuerzas electromagnéticas y débiles.

OLIVAL FREIRE, Profesor asociado, Universidad Federal de Bahía, Brasil.

La biografía ha sido un género literario bastante utilizado por los historiadores de la ciencia en los últimos tiempos. El número 97, 2006 de *ISIS*¹, la revista más tradicional de historia de las ciencias, le dedicó su sección Focus a esa modalidad. En ella, los historiadores de la ciencia siguen de cerca a los académicos que en las últimas décadas decidieron rescatar su importancia para la disciplina de la historia.

San Luis de Jacques Le Goff² es probablemente el mejor ejemplo de ese rescate. Infelizmente, casi no disponemos de biografías de científicos latinoamericanos escritas de acuerdo con las exigencias contemporáneas de rigor histórico. El mejor argumento favorable a la biografía es la posibilidad de que se integren, a través de ella, narrativas sobre el individuo, su obra y su contexto, que de otro modo difícilmente podrían ser conjugadas. Argumentaremos con el ejemplo de un científico recientemente desaparecido, el físico brasileño José Leite Lopes (28/10/1918 – 12/06/2006), cómo esas posibilidades nos ayudan a entender mejor el desarrollo de la ciencia en América Latina.



www.cbpf.br/LeiteLopes/

Este artículo, publicado en un diario brasileño, fue uno de los tantos reconocimientos hechos a José Leite Lopes en su país de origen.

1 Revista *ISIS*, No. 97[2], 2006. Chicago, pp. 302-329.

2 LE GOFF, Jacques. *Saint Louis*. Paris: Galimard, 1996.

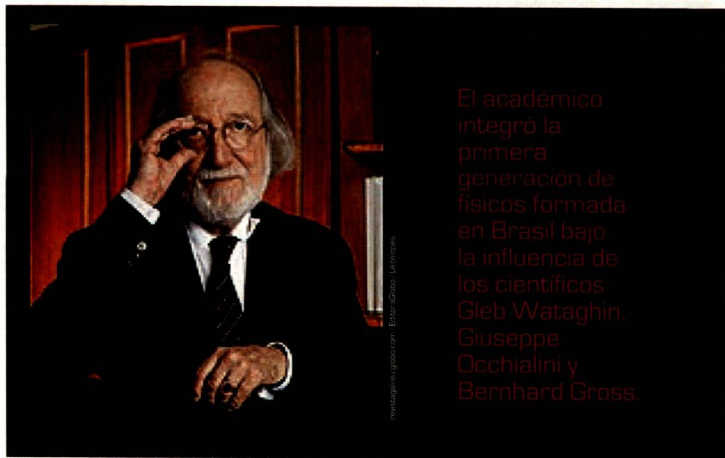
Leite Lopes nació en Recife, se graduó en química, en física, y realizó su doctorado en física en la Universidad de Princeton, bajo la tutoría del renombrado físico y Premio Nobel Wolfgang Pauli. Trabajó en la Facultad Nacional de Filosofía, hoy Universidad Federal de Rio de Janeiro, en el Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, del cual fue uno de los fundadores; en el California Institute of Technology, y en las universidades de Princeton, Orsay, Carnegie-Mellon y Estrasburgo.

Su mayor contribución científica sucedió en 1958, en trabajos que abrieron camino para la unificación de las fuerzas electromagnéticas y débiles (especialmente relevantes en el interior de los núcleos atómicos). Esta unificación, actualmente denominada de fuerza electrodébil, llevó a la concesión del Premio Nobel

Ciencia en acción social

El académico integró la primera generación de físicos formada en Brasil bajo la influencia de los físicos Gleb Wataghin, Giuseppe Occhialini y Bernhard Gross, los cuales llegaron a Brasil en la década de 1930; los dos primeros para la creación de la Universidad de San Pablo. Esta generación incluía a Mario Schenberg, César Lattes, Jayme Tiomno y a Marcelo Damy, entre otros. Fue una cohorte que se dedicó principalmente a la física nuclear de altas energías o física de las partículas elementales, formada bajo la influencia de Wataghin y Occhialini y atraída por el prestigio de ese campo de investigación en las inmediaciones de la post Segunda Guerra Mundial.

A lo largo de la década de 1950, con la utilización de los aceleradores de partículas en esa área, las grandes y costosas máquinas que



El académico integró la primera generación de físicos formada en Brasil bajo la influencia de los científicos Gleb Wataghin, Giuseppe Occhialini y Bernhard Gross.

de Física de 1979 a los físicos S. Weinberg, A. Salam y S. L. Glashow.

La contribución de Leite Lopes estaba bien acreditada en el discurso de Steven Weinberg al recibir ese premio. El científico brasileño publicó libros que se tornaron en referencia internacional, como *Fundements de la Physique Atomique*, publicado en 1967, *Lectures on Symmetries*, en 1969, y *Gauge Field Theories*, en 1981. El físico acumuló un número significativo de premiaciones científicas, entre ellas, la Ordem Nacional do Mérito Científico, condecoración brasileña, y la Ordre National du Mérite, otorgada por Francia.

señalaron el inicio de la *Big Science*, los investigadores brasileños, imposibilitados de competir en ese terreno, vieron gradualmente reducido el campo de sus potenciales contribuciones científicas.

Para la generación de Leite Lopes, la excelencia en la ciencia precisaba ser combinada con la acción política, capaz de crear las condiciones para la institucionalización de la investigación en física en Brasil. Fue una generación de victoriosos, pero con enormes costos personales.

Él fue uno de los creadores del Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), conformado al margen de la universidad, porque

la entonces Universidade do Brasil era manifestamente hostil a la dedicación exclusiva a la investigación. El CBPF, como muestra la historiadora Ana Maria Ribeiro de Andrade en su libro *Físicos, mésons e política*³ fue fruto de la traducción y convergencia de intereses de científicos, militares, políticos y empresarios nacionalistas.

Los resultados de la Segunda Guerra Mundial habían mostrado de modo inequívoco que no podía haber desarrollo e independencia sin desarrollo científico y tecnológico. La conciencia nacionalista llevó a Leite Lopes a una aproximación con los desarrollistas y a una militancia en el Instituto Superior de Estudos Brasileiros (ISEB), habiendo integrado el Conselho de Curadores de esa entidad.

El ISEB es considerado la principal institución responsable por la elaboración del desarrollismo, ideología que dominó especialmente en el gobierno del Presidente Juscelino Kubitschek (1955-1960). Fruto de esas actividades es el libro *Ciência e libertação*, Paz e Terra, 1969⁴, que se convirtió en lectura obligatoria para los interesados en los rumbos del desarrollo científico brasileño. Lopes fue también uno de los creadores del Centro Latinoamericano de Física, director del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), y Secretario Científico de la I. Conferencia Internacional de Energía Atómica, promovida por la ONU en 1955.

Militancia nacional-desarrollista

El régimen militar instalado en Brasil en abril de 1964 concretó, en la década del setenta, muchas de las medidas de apoyo a la ciencia y la tecnología que venían siendo propugnadas por Leite Lopes y su generación. La tragedia de la historia de Brasil es que ese mismo régimen perjudicó profundamente a la ciencia brasileña persiguiendo a muchos de sus más brillantes líderes científicos.

Entre los físicos, fueron destituidos o discriminados por variadas medidas Mário Schenberg, Jayme Tiomno, Elisa Frota-Pessoa y Roberto Salmeron, además de Leite Lopes. Este último fue preso el 4 de agosto de 1964, cuando se preparaba para dejar el país rumbo a Orsay, Francia. Al día siguiente, el agente del Departamento de Orden Político y Social (DOPS) que efectuó el arresto declaró al periódico *Última Hora* que: "no podría dejar



que el profesor Leite Lopes saliera de Brasil hasta que él no hiciese declaraciones sobre sus actividades en el ISEB".

Leite no militaba en partidos políticos, fue la militancia nacional-desarrollista la que lo transformó en enemigo de los militares que llegaron al poder con el golpe de abril. Después de 1969, jubilado forzosamente, partió hacia un largo exilio, inicialmente en los Estados Unidos y enseguida en Francia, donde fue acogido en Estrasburgo por una propuesta del investigador francés Michel Paty, su amigo. El largo exilio no aplacó ni su actividad científica ni su conciencia política y en el exterior publicó *Science and Latin-American dilemma: liberation or dependence* [Siglo XXI, 1978].

En el documental *Michel Paty e o Brasil*, realizado por Vitor Freire, Leite Lopes declaró, en diciembre de 2003: "en el tren yo miraba hacia Estrasburgo y decía 'este va a ser mi cementerio', porque no creía que la Junta Militar cediese hasta el fin del siglo". La resistencia del pueblo brasileño a la dictadura fue mayor, felizmente, que los temores del científico. Con la amnistía política, en 1979 pudo retornar al país.

Al finalizar el régimen militar, en 1985 asumió la dirección del CBPF, a petición del Ministro Renato Archer. Poco a poco, Leite Lopes fue transformándose en una leyenda viva, con sus conferencias llenas de humor y críticas que atraían multitudes. Se convirtió en una fuente de inspiración para científicos y estudiantes brasileños, tanto por sus contribuciones científicas como por su acción político-académica.

Los interesados en la vida y la obra de José Leite Lopes encontrarán una significativa documentación, incluyendo algunos de sus libros, en la *Biblioteca Virtual Leite Lopes*, instalada en la página: <http://www.prossiga.br/~leite/lopes/>.

José Leite Lopes acumuló un número significativo de premios científicos, entre ellos, la Orden Nacional del Mérito Científico, condecoración brasilera, y la Orden Nacional del Mérito, otorgada por Francia.

3 RIBEIRO DE ANDRADE, Ana Maria. *Físicos, mésons e política*. São Paulo: Hucitec, 1999.

4 LEITE LOPES, José. *Ciência e Libertação*. São Paulo: Paz e Terra, 1969.

COLOMBIA

Ciencia & Tecnología

Ciencia
y Arte

Ciencia y sociedad

El arte en la ciencia

Tan amplio como el desarrollo de las ciencias y de las artes es la historia de las relaciones entre estos dos sistemas simbólicos, estos sistemas de creencias. Su encuentro en el préstamo de metáforas, se ha dado en todas las áreas, en todos los niveles. La música de las esferas, la definición de la proporción y la armonía, el desarrollo paralelo de anatomía y pintura, la comprensión de la vida social como acción dramática, son tan solo algunos ejemplos de este encuentro lleno de palabras como de silencios. Este número presenta reflexiones de connotados autores sobre el estrecho vínculo entre Ciencia y Arte.

Según Gabriel Restrepo, ciencia y arte son dos dimensiones de la cultura que descienden de ancestros comunes y que en sus orígenes solían complementarse. Luego de andar por caminos distintos durante un buen tiempo, las nuevas tendencias del arte, como las instalaciones, el fractalismo, o las propuestas web, han convertido a las ecuaciones no lineales, la física de procesos disipativos, las nanociencias y la biología molecular en herramientas de apoyo para producir obras atractivas a un público postmoderno, variante y arriesgado.

Ofrecemos a nuestros lectores una mirada a la relación contemporánea entre la ciencia y el arte. Para ello se ha invitado especialmente a articulistas y personajes y renombrados en las áreas de medicina, física, literatura, historia de la ciencia, estética, ilustración y pintura.

En las páginas siguientes se hace un acercamiento al tema desde la antigüedad hasta nuestros días y se analiza a profundidad la relación en la nueva era digital y electrónica. Se presenta un interesante artículo en el que se le hace una disección a la creación artística a la luz de las neurociencias. En este viaje por la relación arte-cerebro, el profesor Roberto Amador nos ofrece un abrebocas de lo que es su próximo libro sobre cerebro, afecto y neuroestética, en el que se abordan los procesos biológicos que intervienen en la composición de un cuadro, la interpretación de una obra musical o la puesta en escena de un ballet clásico. Así mismo, Iliana Hernández nos introduce en cómo se producen las relaciones estéticas entre arte, ciencia y tecnología en las sociedades contemporáneas.

También presentamos el trabajo de una de las colecciones editadas por COLCIENCIAS, donde la unión de historia con literatura alrededor del tema científico presenta a los hombres y mujeres de ciencia como un ejemplo a seguir para las futuras generaciones.

La entrevista central es ocupada por Mauricio Zárate, un joven pintor y realizador de cine, quien se abre camino en los Estados Unidos con su arte fractal, una propuesta arriesgada e innovadora. El artista ha expuesto su trabajo en los estados más importantes del país norteamericano y se ha hecho acreedor a las mejores críticas de los científicos, que lo convierten en uno de los fractalistas más importantes del momento.

El profesor Juan Pablo Vergara, de la Universidad Javeriana, explica los pormenores de la historia y el proceso creativo que intervienen en la ilustración científica, un arte fundamental en un país tan biodiverso como Colombia, pero que aún no ha sido explorado en toda su extensión.

Para finalizar, en el campo de las experiencias, se divulga el esfuerzo del profesor de la Universidad Nacional Carlos Augusto Hernández y un equipo de realizadores de cine y televisión para llevar la vida y obra de Galileo Galilei a la pantalla chica y se introduce a los lectores en el mundo de la literatura científica con la iniciativa Serie Juvenil de Colciencias, que busca rescatar la historia de los padres de la ciencia en Colombia.

De esta forma, siete artículos le permitirán entender a los lectores el origen de la simbiosis ciencia-arte, sus variaciones a través del tiempo y las propuestas actuales que enriquecen la oferta artística colombiana y mundial. Sin duda, un buen ejemplo de cómo la interdisciplinariedad logra permear desde el mundo académico hasta lo más inesperado de la vida cotidiana.



CAMINOS DE IDA Y VUELTA

La conciliación e intercambio de saberes científicos, estéticos, éticos, filosóficos y religiosos será la llave de oro de la nueva sabiduría a la que apunta el mundo. Una mirada histórica a la relación ciencia-arte.

GABRIEL RESTREPO, Profesor especial del Instituto de Estudios en Comunicación y Cultura, IECCO, y del Instituto de Investigaciones en Educación, Universidad Nacional de Colombia.

Ciencia y arte son dos dimensiones de la cultura. Ambas descienden de ancestros comunes, ya que en tiempos muy antiguos no había diferencia entre pensar el mundo en términos de regularidades o tendencias (ciencia) y expresarlo en formas bellas (arte). Las dos se refieren a la experiencia humana, pero por diferentes vías, porque la ciencia remite a lo verdadero y el arte a lo bello. Con estas actividades sucede lo mismo que en las familias: los herederos comparten rasgos comunes, biológicos y mentales, pero cada uno busca su propio acomodo en el mundo.

Sin embargo, el asunto se complica un poco más, porque cuando se habla de filiación cultural se trata de una especie de familia extensa. Ciencia y arte vienen a ser como hermanos o hermanas de la ética y de lo trascendente. La ética comprende todas aquellas expresiones del saber vivir con los demás, como el derecho, la moral y las urbanidades. Y lo trascendente es un ámbito que remite al conjunto de la cultura: repensar pensamientos (filosofía), organizar nuestras creencias últimas (religión) y compendiar el saber de los saberes en relación con la vida (sabiduría).

De este modo, la cultura es un progenitor prolífico, contiene la cartografía de la experiencia humana. Es una suerte de enciclopedia y bitácora de navegación por la vida. Una especie de disco duro (*hardware*) respecto al cual nuestra existencia ensaya distintos programas (*software*). Un disco duro que almacena información de generación en generación y la transmite como formación para la enseñanza. Enseñar proviene de *in/signum*: mostrar, revelar los signos o significados de la cultura.

Tal como la conocemos hoy, la ciencia es la hermana menor de la cultura. Ciencia es la actividad sofisticada de descifrar el mundo en términos de leyes con alto grado de precisión lógica y matemática, enunciada en teorías sometidas al experimento, a la crítica y al uso como tecnología o técnica. Así entendida, la ciencia no tiene más de cinco siglos, tiempo que es apenas un episodio, aunque decisivo, en la evolución humana.

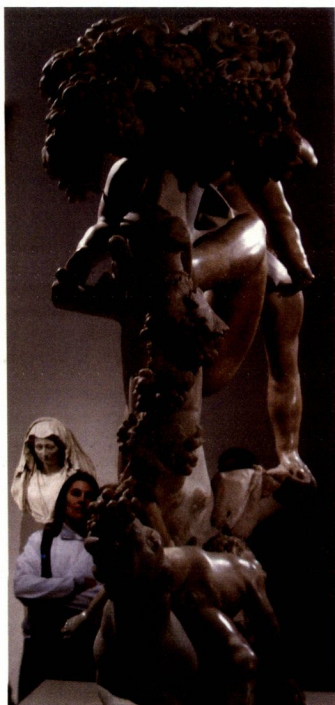
Pero esta advenediza se ha ganado el mayorazgo, sin necesidad del plato de lentejas que utilizó Jacob



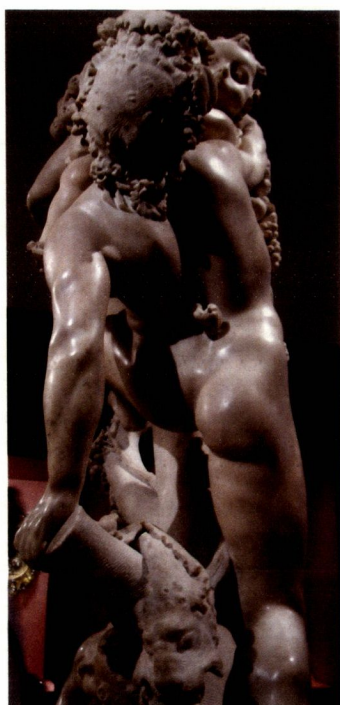
Escultura, obra arquitectónica y conjunto de vitrales presentes en el Museo Metropolitano de Arte de Nueva York, Estados Unidos.

MARIBEL VAQUILA LOPEZ

La ciencia no es ajena a la estética, ya sea porque considere al mundo como forma inteligible, ya sea porque en el enunciado de sus leyes proceda con cierto criterio estético.



MARCEL PAZ/A LOPEZ, J.



MARCEL PAZ/A LOPEZ, J.

para ganar la primogenitura a Esaú. La primacía de la cultura había sido ocupada hasta entonces por la religión, secundada por la filosofía y por la sabiduría. A la sombra de estas añosas actividades, seguían el arte y la ética, los miembros intermedios de esta familia extensa.

La religión se expresó primero como mito (de dónde venimos, hacia dónde vamos) y luego como dogma encerrado en los libros sagrados y en sus compilaciones infinitas. Ante la fragilidad de la vida, la religión proporcionaba el consuelo necesario para mitigar la angustia del único animal que sabe que va a morir. De allí también nacían los ideales éticos que ante la presencia del mal derivaban de las creencias religiosas, nociones de lo justo y de lo injusto (moral), de lo permitido y de lo prohibido (derecho) y de los modos de comportarse en sociedad (urbanidades o costumbres).

Armonía universal

Pero mito y dogma debían ser enseñados por medio del arte, actividad humana que fue por mucho tiempo subsidiaria de la religión. La conexión era el rito, como aún sucede en las comunidades indígenas nuestras, en las cuales toda la memoria de la comunidad es aprendida y escenificada por medio de los bailes, cantos, ornamentos, disposición espacial y arquitectónica, como en las malokas.

Un punto de inflexión ocurrió cuando la filosofía emergió para preguntarse por el orden inmanente del mundo, sin atenerse a la tradición de mitos, dogmas o ritos. Cuando empezó a interrogar e interrogar.

En el siglo VI antes de Cristo, en Grecia, se produjo ese milagro de atreverse a mirar el mundo desde el prisma de preguntas inaugurales. Y fue un concepto estético: el de armonía, el que abrió el camino a un nuevo pensar. En los ritos órficos y

pitagóricos y en sus nociones musicales, los filósofos encontraron un filón para considerar el universo desde el punto de vista de una armonía inmanente: cosmología, como armonía de los astros; física, como armonía de la naturaleza; política, como armonía de los integrantes de una sociedad; y medicina, como armonía de las partes del cuerpo.

La filosofía se emancipó entonces de la religión y se acercó al arte. Pero desde el siglo XVI, la ciencia se libró a su vez de la filosofía y siguió un curso diferente a la estética. Entonces, también el arte salió de las iglesias y halló sus modelos en la naturaleza y en la sociedad. Y, desde Maquiavelo, la ética, el derecho, las urbanidades y las costumbres siguieron su propio curso sin la tutela de la religión.

En el mundo moderno y contemporáneo, la autonomía de los hijos de la cultura ha llegado hasta tal punto que hoy no hay principio que la religión pueda subordinar, sin que en ello se pierda tampoco la necesidad de una dimensión religiosa de la existencia.

Pero aunque los hijos de la cultura marchan cada cual por su propia senda, en la distinción que mantienen unos respecto a otros todavía hay muchas zonas de entendimiento. Así sucede entre la ciencia y el arte. Ambas movilizan la imaginación y crean saberes, pero proceden por vías distintas: a la ciencia le interesan las leyes, al arte las formas o las expresiones que muestran en individuos o en casos del mundo.

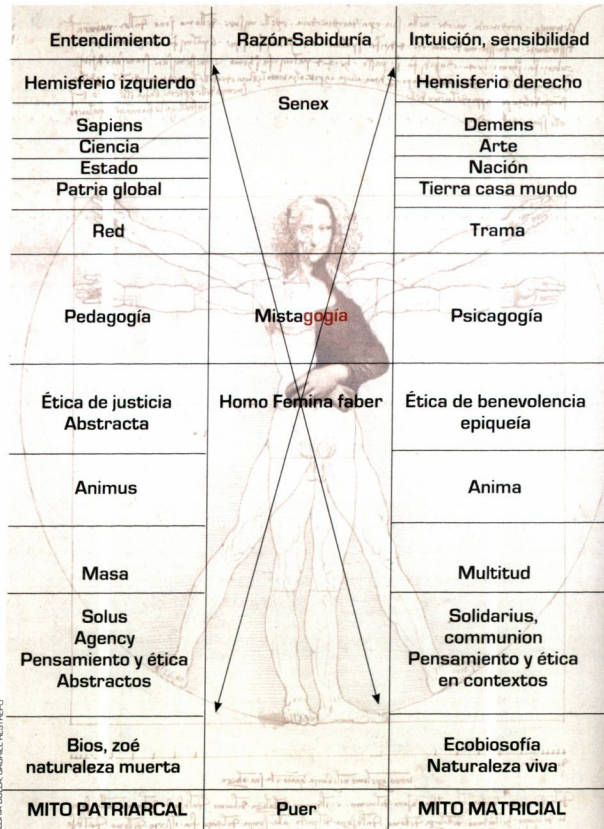
No obstante, la ciencia no es ajena a la estética, ya sea porque considere al mundo como forma inteligible, ya sea porque en el enunciado de sus leyes proceda con cierto criterio estético. A su vez, las artes aprenden no poco de la ciencia, de la tecnología o de la técnica: para sólo mencionar un caso, la pintura, la fotografía y el cine deben bastante a la óptica y a la química.

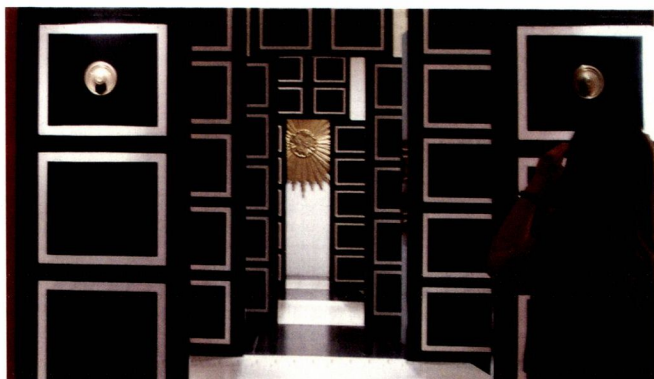
Composición de la artista Gloria Bulla, que parte de superponer dos cuadros de Leonardo da Vinci: Vitruvio, sobre las proporciones del cuerpo humano, y la Mona Lisa, con una serie de dilemas o conjunciones que forman parte de una indagación previa para el libro *Sujeto, Nación y Mundo*, de Gabriel Restrepo.

Enseñanza múltiple

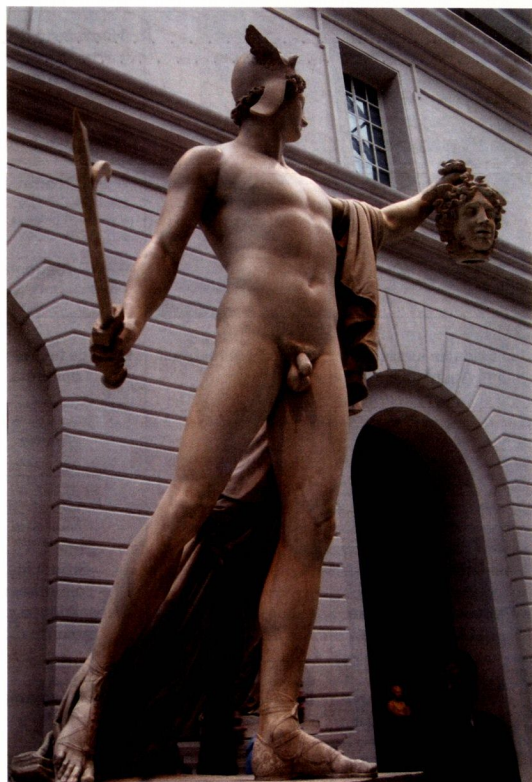
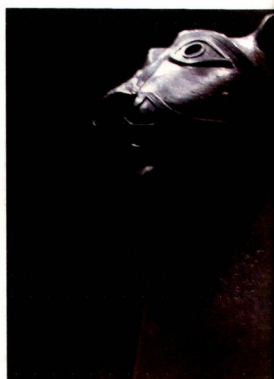
En un mundo como el contemporáneo, con una complejísima división del trabajo, queda ya poco espacio para que aparezcan figuras como Leonardo da Vinci, competente en la pintura y en el ingenio técnico.

Como sucede con la trayectoria de las familias, en la infancia y en la adolescencia los hermanos y hermanas juegan a intercambiar papeles. Así ocurría con el arte y con la ciencia. Pero el mundo y la vida imponen con el tiempo la obligación de elegir. No obstante, abdicar a cierta totalidad fáustica, esa de encarnar en sí mismo al científico, al artista, al legislador y al sacerdote, al filósofo y al sabio, no





MARCEL PAOLA LÓPEZ J.



MARCEL PAOLA LÓPEZ J.

En estas obras de las colecciones del Museo de la Ciudad de Nueva York y del Museo Metropolitano de Arte de la misma ciudad, se evidencia que las artes aprenden no poco de la ciencia. Para sólo mencionar un caso, la pintura, la fotografía y el cine le deben bastante a la óptica y a la química.

implica renunciar a hallarle un sentido más rico a nuestra actividad, cultivando los pasajes entre ciencia, estética, ética y trascendencia.

Esta perspectiva entraña dos lecciones para un país como el nuestro, tan complejo. La primera, contamos con tradiciones múltiples, las propias de comunidades indígenas y las acumuladas en nuestra travesía por un mundo cada vez más globalizado. Travesía en la cual hemos debido imitar a españoles, europeos y norteamericanos, en una especie de escuela para grandes actores mestizos con un libreto teatral cósmico.

Por lo indígena o por lo español nuestras proclividades son estéticas. Y aunque en la imitación del mundo hayamos incorporado ciencias, tecnologías y técnicas, todavía nos falta asimilarlas en forma colectiva. Sin embargo, podemos hacerlo si sabemos partir de nuestra predisposición estética. De hecho, hemos logrado ser universales en la música, las letras y las artes. No se ve por qué no lo podríamos hacer en la ciencia y en la tecnología, en lo cual ya hay importantes indicios.

La segunda lección pertenece al ámbito de la educación. Como hemos dicho, enseñar es revelar significaciones de la cultura. En una educación integral, aquella que enseña a saber, saber hacer, saber ser y



saber vivir, se impone diseñar una relojería muy fina para articular los distintos componentes de la cultura. Nuestro destino en este siglo dependerá del modo como integremos, a tenor de nuestras tradiciones, la enseñanza de la ciencia, la tecnología y la técnica con el arte, la ética, la filosofía, la religión y la sabiduría.

No todos los estudiantes seguirán el camino de la ciencia, la tecnología o la técnica, pero para vivir hoy en un mundo cambiante y dominado por estas actividades se requiere una alfabetización en la comprensión básica del saber científico, de la tecnología y de la técnica. Ahora bien, esta enseñanza será tanto más amable si sabe aliarse con las otras esferas de la cultura y en particular con las artes.

Sucede de nuevo como en el ejemplo que ha servido de guía a este artículo: una familia que cuando crece sabe mantener pasajes y comunicaciones de ida y vuelta entre todos, se beneficiará de las diferencias, en lugar de hallar en ellas motivos de distancia.

En esa familia extensa que es la educación formal, la conciliación e intercambio de saberes científicos, estéticos, éticos, filosóficos y religiosos será la llave de oro de esa nueva sabiduría a la que se apunta en el mundo. Por fortuna, ya tenemos muchos ejemplos de educación con pasajes creativos entre artes y ciencias, movilizandolos al mismo tiempo nuestra tradición cultural recreativa, como es el caso del museo de ciencia y tecnología Maloka y de muchos otros programas y pedagogías.





Neuroestética: sentir, pensar, crear

Está comprobado que no existe arte sin pensamiento y emoción. Una mirada al proceso artístico desde la neurobiología ofrece pistas interesantes para entender el papel del pintor, el músico o el bailarín más allá de la inspiración.

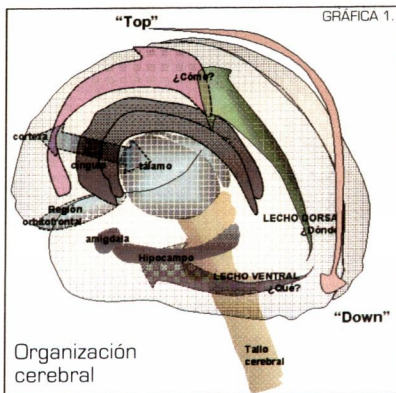


VICTOR HUGO VILLAMIZAR ROJAS

LUIS ROBERTO AMADOR LÓPEZ, Investigador de la Fundación Instituto de Inmunología de Colombia.

Durante siglos, la pintura ha servido para capturar momentos, personajes, naturaleza y emociones. Sus representantes se han movido del realismo (Van Eyck) a lo abstracto (Picasso) y han pasado de la exageración de la línea (Kandinsky) al uso extremo del volumen (Botero) y el color (Matisse). Pero más allá del interés por generar una sensación en el espectador con estos recursos, ¿a qué procesos biológicos se enfrenta el artista para lograr su obra? ¿Por qué no existe una forma estándar de plasmar la realidad o de interpretar un cuadro?

El mundo interno y el mundo externo tienen diferentes sistemas de coordenadas como marco de referencia. La interacción con el segundo se hace a expensas de la decodificación de la energía (electromagnética, química, cinética) en el organismo, que se traduce en un código cerebral de tipo electroquímico por excitabilidad neuronal. Así se generan patrones eléctricos oscilatorios locales y globales, que vienen a ser nuestros pensamientos, percepciones, sueños y, por lo tanto, nuestra autoconciencia: representaciones o "abstracciones".



LUIS ROBERTO AMADOR LÓPEZ

La abstracción o formación de "ideales" es un proceso cognitivo por medio del cual se forman los conceptos; es un sistema de adquisición de conocimiento innato. Se omiten rasgos particulares y se preservan los relevantes, lo saliente (forma o fondo). Dicho proceso garantiza la representación de objetos y eventos independientemente de su presencia.

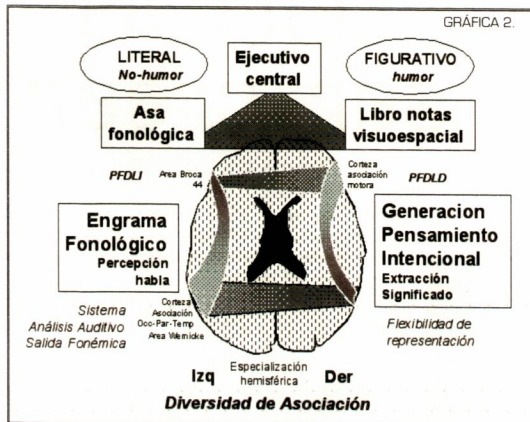
Se basa en la sincronía o iteración resonante mediante la activación a 40 HZ entre la corteza cerebral y una región interna central denominada tálamo, que conduce a una conjunción temporal de los atributos de la realidad para generar la subjetividad, amplificada dentro de un contexto atencional/emocional (ver gráfica No. 1).

El ser humano o cualquier otro organismo es incapaz de representar el mundo con exactitud, de allí que la ambigüedad sea una característica de la función perceptual cerebral. La capacidad de completar provee muchas soluciones y hace el trabajo más universal para lograr cubrir un amplio espectro de situaciones.

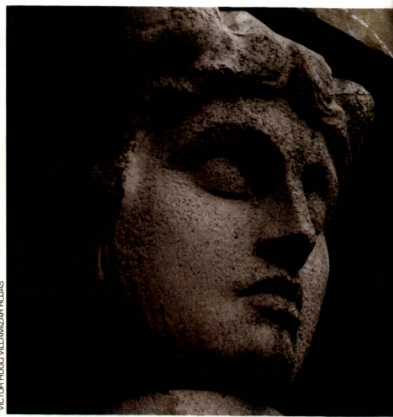
Esto quiere decir que la abstracción no es la duplicación de la realidad, es la activación virtual de procedimientos motores y perceptuales, lo que permite reconocer objetos e interactuar

Organización cerebral bi-hemisférica relacionada con lo verbal y no verbal

GRÁFICA 2.



LUIS ROBERTO AMADOR LÓPEZ



VECTOR HERO/VELOCIDAD/RELIAS

La investigación de Luis Roberto Amador apunta a demostrar que el arte es un subproducto de la abstracción formadora de conceptos.

con ellos. Podemos decir que la capacidad de reconocimiento dependerá, entonces, del mayor y mejor manejo de variables multimodales en función de las competencias, el entrenamiento y la experiencia particular.

El arte sería así un subproducto de la abstracción formadora de conceptos, un sistema cerebral de adquisición de conocimiento, y sólo puede ser entendido biológicamente dentro de este contexto¹.

El ¿qué?/¿dónde? cerebral o la forma/fondo del arte

Si bien el concepto descriptivo de lateralización cerebral ha enfatizado en la dicotomía de lo verbal/visuoespacial, analítico/holístico, lógico/intuitivo, parte del reconocimiento de objetos y la imaginaria visual se han propuesto a través de la distinción entre el procesamiento de las relaciones espaciales en términos de propiedades visuales categóricas (relaciona propiedades generales de las estructuras espaciales de los objetos y escenas sin definir las proporciones físicas) y las coordenadas (relaciones o localización espacial precisa de objetos o partes en términos de unidades métricas).

En arte se habla de la dicotomía figura/fondo como la base del desarrollo entre el arte abstracto y el figurativo. La organización cerebral (teoría evolutiva cerebral dual) parece seguir esta misma dicotomía de forma/fondo basada en el origen cortical de los

mamíferos superiores. Parte de la amígdala y el hipocampo, dando origen respectivamente a los sistemas funcionales ventral motivacional (significado/ motivación), es decir el ¿Qué?, y el dorsal organizador temporo-espacial en el cerebro (tiempo/espacio/motilidad²) o el ¿Dónde? Estos se ubican cerebralmente en el lecho visual ventral y el lecho visual dorsal, respectivamente, en orientación bottom/up y top/down (Ver gráfica No. 1).

La identidad del objeto y los datos espaciales se procesan simultáneamente y de forma paralela dentro de estas redes corticales. Se presentan así interacciones bicamerales y dinámicas entre los sistemas ventral y dorsal y la transferencia "vertical" de información entre ellos.

Una de estas interacciones importantes es la del control de la atención dirigida en el espacio (Ver gráfica No. 2). Los movimientos oculares voluntarios generados dentro de la región prefrontal dorso lateral (PFDL) traen secuencialmente objetos específicos, mapeados en la región parietal posterior y tomados de la visión central o macular, apropiando el objeto para su procesamiento.

Los sectores amigdaloides y prefrontales ventrales facilitan la fijación de la atención a localizar el objeto a través del procesamiento dorsal contextual/espacial. La región PFDL

contribuye a la función ejecutiva central para mantener el procesamiento en contexto, es decir, en figura/fondo. Su disfunción parece

1 ZEKI S. "Neural concept formation and art". En: Journal of consciousness studies, No. 9, 2002, pp.53-76

2 GIACIO, RG. "The dual origin hypothesis: An evolutionary brainbehavior framework for analyzing psychiatric disorders". En: Neurosciences and behavioral reviews, No. 1, p. 25.

afectar parte de la cognición en pacientes con esquizofrenia³, por ejemplo.

La tendencia a identificar lo global sobre lo particular es costo/efectivo. El artista usa estrategias especiales en el campo de la atención. Utiliza los rasgos y trazos de los cuadros realistas o abstractos, pero contrario a lo esperado, apela menos al priming de los movimientos oculares (menos fijaciones en lugares seleccionados en miradas secundarias).

En el arte figurativo se requiere de una habilidad obtenida por actividad repetitiva motora, que se puede lograr de forma similar a los músicos o bailarines, quienes con su entrenamiento desarrollan habilidades finas en conjunción con el proceso cognitivo. Para dibujar y pintar con veracidad a partir de modelos, se requiere de un alto grado de coordinación ojo-mano, particularmente en el caso de modelos humanos, pero en el procesamiento de cuadros abstractos se lateraliza al hemisferio derecho. Es decir, no hay una comparación en línea de los rasgos en el medio con movimientos precisos de brazo mano y todo el cuerpo.

Estética y emoción

Todos somos artistas potenciales, capaces de estructurar, de dar significado y establecer lo especial de nuestra propia experiencia. La estética, más que un lujo, es una necesidad biológica. Está ligada al apareamiento, al gusto, al olfato, a la vida cotidiana. Van Gogh en elCafé nocturno trata de expresar pasiones de humanidad por

medio de rojos y verdes, Rodin o Miguel Ángel a través de músculos y posturas, en el cubismo de Picasso a través de la forma, o Botero y los artistas del paleolítico (Venus de Willendorf) a través del volumen.

Para Gombrich y la mayoría, una mujer con velos o telas es más atractiva que desnuda, ya que construye formas novedosas permanentemente, donde el lienzo, el vestido y el cuerpo se amalgaman en el arte de la cotidianidad (la moda). Cada uno selecciona una exageración propia para explotar áreas visuales correspondientes como las del color, el movimiento o las formas.

Sin embargo, los procesadores físicos del reconocimiento y respuesta se localizan en toda la estructura del cerebro sin estar limitados a las áreas visuales. Comprometen tacto, olor... de manera multimodal, para ser exteriorizados a través del cuerpo. Lo estético será entonces la interpretación de distintas dimensiones del estímulo en los mecanismos neuronales (multimodal) no conscientes, donde solo habrá una configuración resultante que represente la coherencia en la conciencia y produzca placer.

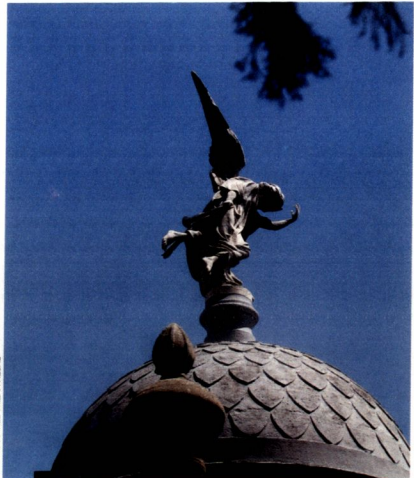
Una configuración puede ser la mirada, la sonrisa, la postura del cuerpo, los gestos de la mano, podemos agregar un corte de pelo suelto, un pantalón descaderado, o escote, un jean apretado, una blusa vaporosa con pliegues, una acentuación de labios y ojos, con lo cual buscamos en los otros la interpretación natural de la exageración, base de la atracción.

3 BARCH, D.M. "What can research on schizophrenia tell us about the cognitive neuroscience of working memory?". En: Journal Neuroscience, 2005.

Hoy en día el objetivo de los artistas es darle a la representación una experiencia somática, autoreflexiva y crítica.



VICTOR HUGO VALLANZAR RELIAS



VICTOR HUGO VALLANZAR RELIAS



Escultura presente en el cementerio de La Recoleta, en la ciudad de Buenos Aires.

El placer de la percepción

En el ser humano, contrario a otros animales, la atracción por lo bello es intrínseco a la hembra y biológico (el feminismo no lucha por la "mirada masculina" sino por la falta de equidad, producto de las normas paradigmáticas culturales, filosóficas y religiosas). La música y por ende la danza, por su esencia de movimiento a través del tiempo, pueden potenciar más fácilmente la emoción, pero no debemos olvidar que las mal denominadas artes visuales también tienen implícita la temporalidad y el movimiento, porque la percepción siempre es multimodal y no de contemplación pasiva; es acción.

Median diferentes sistemas cerebrales: gozo, miedo, tristeza, ira y otras emociones sociales. Sobre esta base, el artista o cualquiera de nosotros, construye estructuras cognitivas. Lograr la satisfacción estética es el sentimiento de plenitud emocional. Todas las artes, como parte del pensamiento, facilitan la emoción, manifestación humana universal que dará coherencia a la estética.

Existe un componente de éxtasis que puede responder a lo sensual o a las propiedades psicofisiológicas de la obra de arte. El humano está biológicamente predispuesto con ciertas tendencias que le son evolutivamente ventajosas y a su vez reforzadas por la emoción que permite guiar y restringir el comportamiento. En un concierto hay público que aplaude porque la melodía le produce placer, mientras que para otro la composición e interpretación no es adecuada y sólo es detectada por alguien con cerebro musical, capaz de decodificarla a profundidad.

En la danza clásica, la capacidad de predecir cada movimiento que biológico produce cierto placer, contrario a la danza contemporánea, en la que algunas obras pueden impedir la predicción y el intérprete observador entra en cansancio o malestar por el conflicto perceptual.

Ante una obra de Picasso alguien diría "eso es feo", "no entiendo", "no veo nada", "puede hacerla un niño". Vemos entonces que una obra de arte va más allá de lo bello o lo sublime. Nos llama la atención lo conceptual.

Entre gustos no hay disgustos. No existen una realidad ni una verdad única. La verdad es reemplazada por la interpretación y la universalidad por el punto de vista. Para construir o interpretar el mundo se necesita de una sensibilidad individual. El proceso depende de las relaciones de los actores y los espectadores, así como del estado de su mente en ese momento.

Es necesaria la integración lógico-estética. Para responder estéticamente a una obra de arte, uno debe estar familiarizado con el código. Algunos desean por ejemplo, apreciar construcciones de formas puras que carezcan de contenido referencial. Para otros es importante el contexto en el cual se hizo la obra, o sea,

VICTOR HUGO VALANZUELA/REUTERS

la memoria o cultura del autor y además la del intérprete. Esta capacidad es por tanto innata y cultural y en consecuencia modificable.

Creación postmoderna o transmoderna

Para Humberto Eco, el arte, al abandonar la belleza en su expresión, se trasladó a otras expresiones de la vida cotidiana como la comunicación y el consumo de masas, la publicidad o la moda, quedando al alcance de la "inmensa minoría". La vida cotidiana se convirtió en expresión de lo contemporáneo y surgió el concepto de postmodernismo como uno de los movimientos más importantes de nuestros tiempos, una de las aproximaciones analíticas al mundo actual, un proceso de redefinición de todos los valores y creencias que habíamos seguido hasta ahora, o por lo menos, un intento de redefinición, como elemento de transición o como nuevo paradigma cultural.

Pero a diferencia del postmodernismo, el transmodernismo va más allá. No se sustituye la modernidad (positivista/newtoniana, individual) sino que se complementa, pasa de un pensamiento lineal a un pensamiento no lineal o sistema complejo. En otras palabras, se trata de aprovechar el conocimiento generado mediante la búsqueda analítica reduccionista, pero aplicado en el contexto real para comprender los procesos emergentes. La meta será la sustitución de la globalización homogeneizadora por una "convivencia global", una enriquecedora y armoniosa experiencia de vivir juntos. Es una nueva forma de modernidad que respeta los valores y los estilos de vida de las culturas tradicionales.

Si bien el reduccionismo en el arte y en la ciencia del siglo XX nos llevó a comprender las bases del pensamiento, hoy en día, dentro de este escenario de la complejidad, podemos entender moléculas, gestos y rasgos en contexto, como propiedades emergentes. Se trata de un proceso complejo, en el que el resultado es más que la suma de sus partes. Una obra de arte es el producto emergente o pensamiento extremo del ser humano, del intérprete generador que comunica, del intérprete-observador que interpreta y uno tercero: el intérprete-artista, como sería el músico, el actor o la bailarina.

Por eso hoy en día, al cambiar la noción de estética, cambia el trabajo de los artistas. Su objetivo es darle a las representaciones una experiencia somática, auto reflexiva, crítica, filosóficamente hablando. Es un retorno al empirismo pero no el del siglo XVIII, sino el



MOTOPH / AGENCE FRANCE PRES

del siglo XXI, con toda la instrumentalización de los medios. Ya no se trata necesariamente de lo bello, puede ser lo novedoso, conceptual o incluso la trasgresión social.

Sin embargo, la estética desde el punto de vista de lo bello o lo sublime no puede separarse del pensamiento, porque es biológica. Entre gustos no hay disgustos, el poder crítico del arte no es universal, recordemos que la capacidad de la experiencia estética no es común a todos porque está dada por las competencias innatas de construcción de la emoción, siendo regulada por lo social⁴. Pero lo social depende del contexto del individuo, del momento, el lugar y, además, de su propio pasado: su memoria autobiográfica.

La estética es fundamentalmente cognitiva, biológica en su esencia, es pensamiento con sentimiento, siempre existirá y es la esencia del pensamiento, es Neuroestética.

Una obra de arte va más allá de lo bello o lo sublime, en ella llama la atención lo conceptual.

4 KESTER, GH. "Aesthetics alter the end of art: An interview with Susan Buck-Morss". En: *Art Journal*, No. 56, 1997, pp. 38-45.

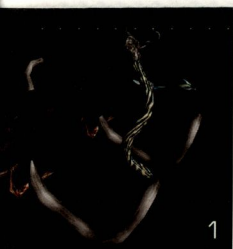


Obra de la serie *Life Species II*, de los artistas Christa Sommerer y Laurent Mignonneau.

TOMADA DE [HTTP://WWW.INTERFACELIFE.GAT/CHRISTALAUREN/](http://WWW.INTERFACELIFE.GAT/CHRISTALAUREN/)

ARTE Y NUEVAS TECNOLOGÍAS: MUNDOS POSIBLES

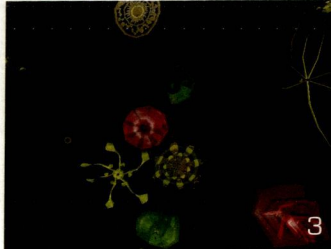
¿Cómo se producen las relaciones estéticas entre el arte, la ciencia y la tecnología en la era digital y electrónica? Un acercamiento a las creaciones numéricas y electrónicas, a las instalaciones interactivas e inmersivas.¹



1



2



3

TOMADAS DE [HTTP://WWW.INTERFACELFG.AC.AT/](http://WWW.INTERFACELFG.AC.AT/), CHRISTA LAURENT/

ILIANA HERNÁNDEZ, Directora del Departamento de Estética de la Pontificia Universidad Javeriana.

Para llevar a cabo sus obras, los artistas, arquitectos y diseñadores de hoy están empleando elementos teóricos y funcionales de ciencias tales como la física cuántica (explica el comportamiento de la materia a nivel de partículas) y la física de procesos disipativos, la genética y la biología molecular, la nanociencia y las tecnologías de la información y la comunicación. Con mayor exactitud, estas ciencias y tecnologías se han convertido para ellos no sólo en instrumentos para la representación, sino en el objeto mismo de estudio en la obra que realizan. Algunos artistas, continuando con su intención de producir una reflexión crítica e innovadora del entorno sociocultural (que incluye a la ciencia), se están ocupando con frecuencia de pensar de otra manera los resultados y las posibilidades de la ciencia.

A su vez, los científicos están involucrando el enfoque del arte (proceso creativo, crítica, innovación y pregunta por el sentido) en las acciones que adelantan, para llevar a cabo una experimentación y hacer emerger una nueva teoría. De tal suerte que artistas y científicos están trabajando en equipos transdisciplinarios.

Han emergido otras formas del espacio/tiempo y de la percepción, por ejemplo, el ciberespacio (originado en Internet por teorías científicas sobre redes y tiempo); el espacio/tiempo amplificado perceptivamente (tecnología de realidad virtual, originada en laboratorios de ciencias no clásicas); el espacio integrado al tiempo (tecnologías de la actualización de cambios en tiempo real, iniciadas por la teoría de la relatividad de

Einstein); y el espacio como información (tecnologías de tele-presencia que integran la informática y las telecomunicaciones). Interesa en ello leer qué características estéticas y qué nuevas poéticas sobreviven en las creaciones realizadas con ciencia y tecnología.

Giros creativos

La práctica artística se transforma cuando se utilizan las ciencias de la vida artificial en general las heurísticas computacionales. Se plantea un diálogo crítico e innovador con estos procesos originados en la genética, la física, la matemática, la informática y que se concretan en algoritmos genéticos para la computación de imágenes; en autómatas celulares para simular vida en un proceso de crecimiento; en nano-robótica para desplegar objetos en movimiento y que reaccionan en tiempo real a los gestos del cuerpo; en realidad virtual para crear entornos completamente inmersivos, que son mundos virtuales¹ con reglas autónomas de funcionamiento.

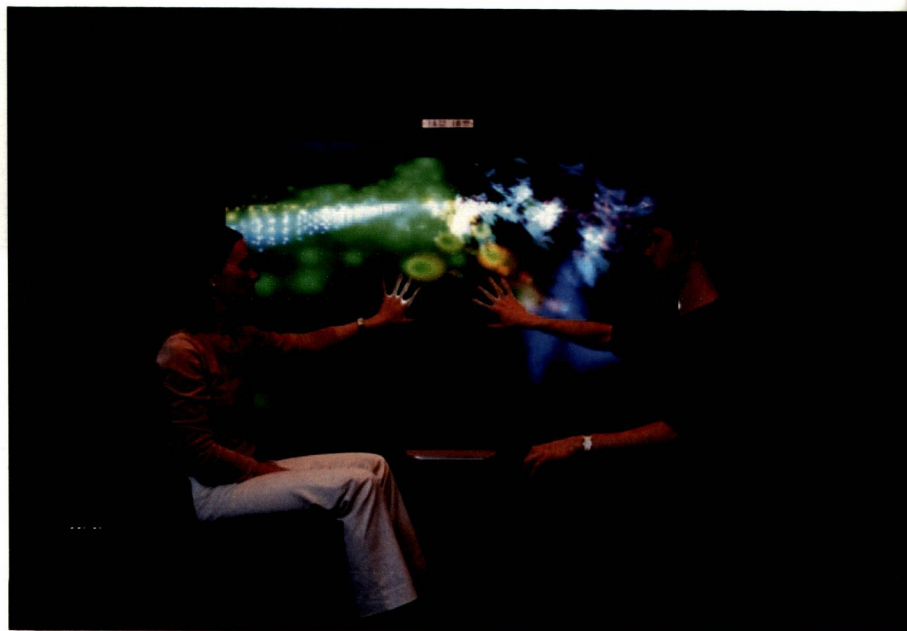
Estos instrumentos computacionales (conceptuales) han sido recursos para propuestas de ficciones, preguntas en el arte e híbridos entre las poéticas de lo virtual y lo real y las poéticas de lo tecnológico. Son potentes maneras de generar preguntas y de crear mundos posibles, con la particularidad de contar como base con descubrimientos recientes provenientes de la tecnociencia, que el arte está indagando paralelamente.

Pero, ¿en qué se transforma la creación? Un proyecto artístico basado en procesos computacionales de vida artificial, por ejemplo, supone la creación matemática de un autómata celular y de un algoritmo genético que se encargará de “crear y controlar” la interactividad que las imágenes-objeto (digi-

1. Obra *Genma*.
2. Obra de la serie *Life Spaces II* de los artistas Christa Sommerer y Laurent Mignonneau.
3. Obra *Phototropy*.

¹ Resultado de la investigación Estética de las creaciones electrónicas, grupo de investigación “Estética de las Nuevas Tecnologías”, Departamento de Estética de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá.

1 HERNÁNDEZ, Iliana. *Mundos virtuales habitados: espacios electrónicos interactivos*. Bogotá: Centro Editorial Javeriano, 2002. *Estética contemporánea: producción de subjetividades en el cruce entre arte, ciencia y nuevas tecnologías*. Bogotá: Centro Editorial Javeriano, 2000. HERNÁNDEZ, Iliana [comp.]. *Estética, ciencia y tecnología: creaciones electrónicas y numéricas*. Bogotá: Centro Editorial Javeriano, 2005.



TOMADA DE [HTTP://WWW.INTERFACELFGACAT/CHRISTALAURENT/](http://WWW.INTERFACELFGACAT/CHRISTALAURENT/)

Para Iliana Hernández, la práctica artística se transforma cuando se utilizan las ciencias de la vida artificial. Aquí el ejemplo de *Riding the net*.

tales) tienen con su espectador o visitante. De manera que el proyecto no tendrá como objetivo materializarse en un artefacto en el mundo real, si bien su capacidad para interactuar con nosotros y con el medio real y físico es de gran impacto (a través de interfaces como guantes de datos y cascos visores).

Estos modelos matemáticos son fórmulas que operan en programas informáticos diseñados por la física-matemática, la ingeniería de sistemas y el mismo artista. De suerte que lo que se crea es la forma de interactividad entre el objeto-imagen y el espectador. Este objeto-imagen (mitad objeto, mitad imagen) no es simplemente un producto terminado y representado en el computador, sino que es algo vivo, en proceso de evolución y sensible a la herencia de características como en la genética. Cambia permanentemente, según las afectaciones que recibe de nosotros.

Este objeto-imagen puede emular una célula en proceso de crecimiento, un fractal en mutación (objeto en el que las partes y el todo tienen formas idénticas), o una planta

artificial que reacciona a nuestro tacto y que está en el computador, accesible a nuestros ojos o a nuestros otros sentidos biológicos a través de sensores para el olfato o el tacto. Dicho objeto-imagen también puede ser un espacio que opera a la manera de la célula de un organismo vivo y su función es crecer a partir de su constitución en sí y también en reacción al medio externo.

Estas creaciones parten de emular el proceso de la vida, de los organismos vivos, para generar "seres" en los que no existe necesariamente una continuidad entre idea, modelo, proyecto y objeto construido, sino donde el proceso puede detenerse en el modelo, pues él mismo ya es la conclusión. Puede ser que haya también un repliegue de la obra y el proyecto se disemine en el modelo, y que la habitual obra o el objeto y su representación en condiciones matéricas tangibles esté contenida simbólica y funcionalmente dentro del objeto-imagen.

El proyecto podría entenderse contenido dentro de la totalidad del proceso, aludiendo a la acción o a la intención del artista de forjar



TOMADA DE [HTTP://WWW.INTERFACE.UFG.AC.AT/](http://WWW.INTERFACE.UFG.AC.AT/) CHRISTA LAURENT/

un experimento, un conjunto de interacciones entre la máquina y el usuario mediadas por modelos matemáticos y diseños de formas e imágenes digitales.

Nuevas estéticas

Con la tecnociencia han surgido nuevas características estéticas de creación, percepción y experimentación del arte. Estas no son resultado solamente del uso de la tecnociencia en sí, tampoco se concluyen a partir de ella, pero sí han transformado ampliamente el proceso creativo y el arte mismo, al conferir nuevos sentidos, símbolos y razones de funcionamiento estético (también operacional) a las obras.

El artista es quien construye la manera como la obra será percibida (la manera de interactuar con ella, recurriendo a ciencias del comportamiento y de la cognición), el tipo de espectador (matriz de comportamientos empleando matemáticas no-lineales) y la relación simbólica que ella establece entre los mundos virtuales y el "mundo real." Dicho conjunto de invenciones es prioritariamente

de orden estético-subjetivo y de producción de sentido, pero en ocasiones también está inscrito en el orden de la ciencia.

Esto quiere decir que las cualidades estéticas que emergen y por las cuales se definen las nuevas morfologías de las creaciones electrónicas, no se explican solamente por el uso de la ciencia o de las tecnologías, y tampoco es suficiente pensarlas desde los paradigmas científicos, sino que estas creaciones se distancian de los instrumentos iniciales para conquistar otros campos de lo estético ligados a la subjetividad, lo sensible, el arte, la filosofía y los procesos culturales y sociales.

Así se insertan dentro de la historia de las artes y pueden ser comprendidas desde la perspectiva de examinar la transformación de tales prácticas en los campos dedicados a lo subjetivo. Con ello se obtienen razones acerca del por qué estas obras emergen justo en este momento histórico: después de la imagen del cine, del video y de la televisión.

Ahora la ciencia y la imagen numérica interactiva son abordadas por los artistas, no

Con la tecnociencia han surgido nuevas características estéticas de creación, percepción y experimentación del arte.

de manera utilitaria exclusivamente, sino para conferir sentido (uno nuevo) tanto en los objetos y las obras artísticas como en el impacto social de la ciencia misma.

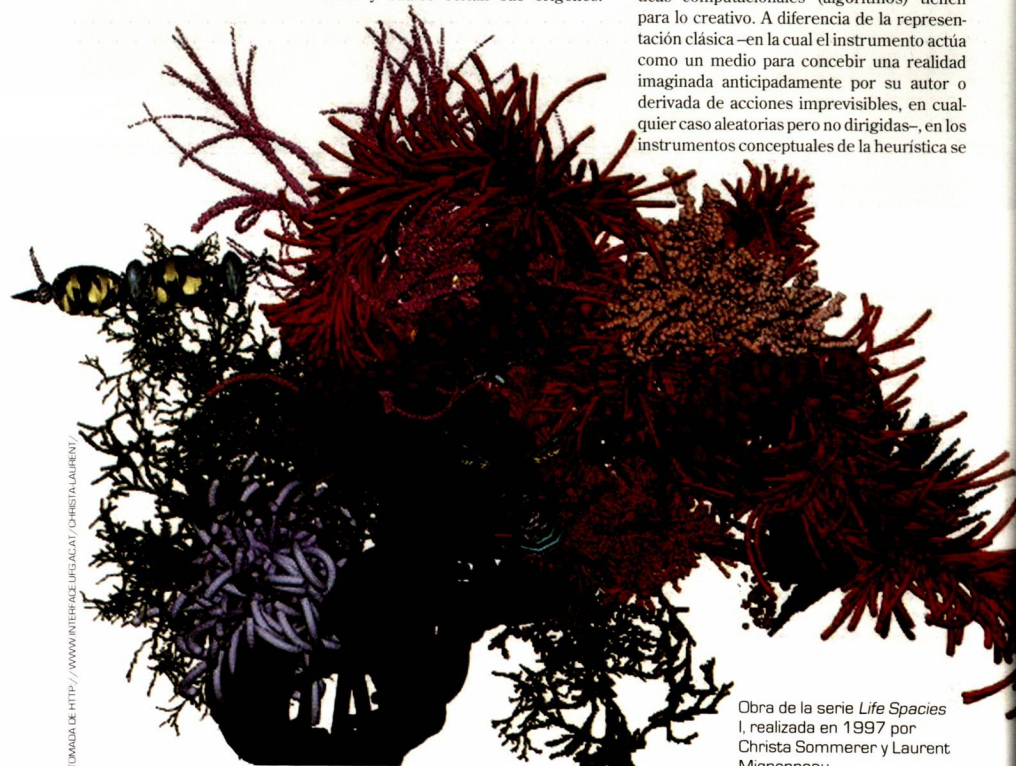
¿Cómo son posibles las relaciones entre arte, ciencia y tecnología y cómo se pueden caracterizar estéticamente las prácticas artísticas que proponen una relación crítica e innovativa con las ciencias? ¿Es el paso del arte a la ciencia una relación empírica? ¿Cómo reconducen los artistas las diferencias de sentido e intencionalidad tanto del arte como de la ciencia? ¿Qué estimula a los artistas a pronunciarse sobre la ciencia y sus instrumentos? ¿Cómo se amplía el campo del arte con las prácticas que se realizan con ciencia y tecnología? ¿Qué características estéticas emergen en estas creaciones? ¿Es posible pensar en una teoría estética de la relación arte-ciencia y cuáles serían sus orígenes?

(Las teorías y visiones de Guattari, Deleuze, Bergson, Maturana y Prigogine plantean un camino posible). ¿Qué nuevas condiciones han emergido en la relación mencionada que no se hayan presentado antes?

Realidad intervenida

En las instalaciones inmersivas e interactivas se plantea una relación con las ciencias de la complejidad o ciencias de los sistemas dinámicos no-lineales o complejos que se basan en el concepto de emergencia como lo que es generado o creado, no a partir de la intuición, del gesto de la mano en la representación como en la pintura, la escultura, el dibujo, inclusive la fotografía o el cine, sino más allá de la dependencia de lo creado por quien lo genera (habitualmente el ser humano).

Se trata de las posibilidades que las heurísticas computacionales (algoritmos) tienen para lo creativo. A diferencia de la representación clásica –en la cual el instrumento actúa como un medio para concebir una realidad imaginada anticipadamente por su autor o derivada de acciones imprevisibles, en cualquier caso aleatorias pero no dirigidas–, en los instrumentos conceptuales de la heurística se



Obra de la serie *Life Species I*, realizada en 1997 por Christa Sommerer y Laurent Mignonneau.



Propuestas como *The last creature* conjugan las razones del científico, que se interesa por nuevas realidades, y las del artista, que ilustra, revela y explora conceptos científicos.

trata de una autonomía de otro (la máquina), la cual de manera sistemática, reorganizada, planeada y parcialmente controlada, produce algo que, por una fuerte semejanza con el funcionamiento de la vida, genera la idea de que ha emergido algo inédito en el ámbito de la creación.

La razón por la que se considera inédito aquello que es producido de forma independiente por un instrumento radica en que éste realiza procedimientos autónomos por medio de replicamientos de los procesos humanos y en que la novedad sería una cualidad que sólo se podría encontrar cuando se dispone de nuevos instrumentos o cuando los procedimientos para formular problemas (aproximar soluciones) son distintos a los habituales. La novedad también emergería de las heurísticas porque tienen justamente una existencia independiente de lo humano. Las heurísticas mencionadas son instrumentos conceptuales que operan en el computador y que alimentan la pregunta de la ciencia: ¿cómo pueden emerger otra y otras realidades? Esta pregunta está basada en uno de los intereses principales de la ciencia de nuestra época, que consiste en abanderar una evolución de la realidad y de la vida misma que sea resultado de su propia intervención (de la ciencia).

En otras palabras, que la evolución biológica sería acelerada, inclusive orientada, a partir de la evolución tecnocientífica que ya no simplemente describe la vida y el mundo, sino que lo interviene, creando otras realidades a partir de nuevos instrumentos.

En la ciencia, la realidad no es o no existe como un todo ya determinado de antemano, como una naturaleza preliminar y origen permanente de todo lo que surge, como un espacio-tiempo *a priori* del cual solo se trataría de ir develando o descubriendo sus partes para hacerlas emerger, sino que la realidad es algo que se crea.

Es en este sentido donde se ve una integración entre las razones del científico, que se interesa por la emergencia de otras realidades, y el artista, que se ocupa de generar metáforas, ilustrar, revelar, explorar los conceptos planteados por la ciencia. Esto equivale a generar otras formas de vida, donde el artista busca una creación, inédita por definición, de nuevos sentidos a través de nuevos instrumentos.

Su objetivo también consiste en crear nuevas realidades o mediar a través de ellas nuevas preguntas o procesos de la obra y la práctica, que le permitan experimentar dialécticas entre la apuesta de novedad en ciencia,

su representación, *voir* simulación a través de funcionamientos simbólicos o significativos y la urgencia de alcanzar siempre lo inédito, que recorre al arte en la contemporaneidad.

Vida recreada

Las instalaciones inmersivas e interactivas (empleando vida artificial) de los artistas Christa Sommerer¹¹ y Laurent Mignonneau proponen la idea de presentar horizontes posibles de interacciones entre los seres de diferentes orígenes, ya sea vida terrestre o vida artificial, orgánica o no. Esto se observa especialmente en sus trabajos *A-volve* (1994) y *Life Spaces* (1997), realizados en Japón.

Se trata de concebir la obra de arte o el ambiente como algo que se diseña a la manera de la vida o que evoluciona emulando el proceso de la vida. Es un estadio de creación de abstracciones realistas (no figurativas), de seres en un estado indefinido, de indeterminaciones que no son o no tienen existencia y, sin embargo, interactúan entre sí y con el observador del sistema en un entorno real y físico. Una piscina interactiva donde nadan seres diseñados en computador pero que evolucionan, nacen, crecen, se reproducen y mueren, y conforman una especie viva artificialmente.

Ello se evidencia en la obra *Life Spaces: 97*, de Sommerer y Mignonneau, en la cual hay un espacio donde a distancia se puede interactuar con otros a través de formas e imágenes en evolución. Los visitantes pueden integrarse en un mundo virtual complejo que se anuncia como de tres dimensiones. Dicho entorno está compuesto de organismos artificiales que reaccionan al movimiento y a los gestos del cuerpo de los visitantes.

Estas entidades artificiales interactúan entre sí y crean un universo artificial, donde se pretende que lo real y la vida artificial produzcan una interrelación a través de la interacción y permitan ampliar las preguntas. Entre ellas qué tipo de intercambio se está propiciando o es posible propiciar a través de un comportamiento de relación entre dos entidades de origen diferente, ya no de dos tipos de especies, sino de vidas de historias distintas: la vida terrestre (o la del entorno que solemos llamar real por convención, el sociocultural humano) y la vida artificial (hasta ahora la del mundo científico tecnológico, pero que se proyectará hacia el sociocultural expandido más allá de lo humano). Se expone así la reflexión que suscita para el observador (visitante) el concepto



IMAGEN DE HTTP://WWW.INTERFACE-LEFACAT/CHRISTALAURENT/

¹¹Ver: <http://www.mic.atr.co.jp/~christa>



de alteridad, de relación entre diferentes seres, en un universo de biopolítica.

Son experimentos en proceso, en los cuales la atribución de cualidades es pensada en proporción a la cantidad de soluciones imaginarias que el mundo de la vida artificial, el científico, el artista, puedan plantearse, esperando que el sistema efectivamente se vaya ampliando en horizontes, en posibilidades de respuesta, a medida que se sucede la interacción o posiblemente con versiones actualizadas del mismo sistema.

En algunos casos continúa siendo una representación, una ilustración de la ciencia, de la vida artificial, en el sentido de presentarse como modelos cerrados donde los roles y las posibilidades aparecen paradójicamente determinadas de antemano: relación predador-presa, cazar, etc.

Pero conforme avanza la exploración, otros roles pueden ser asumidos por cada uno de estos elementos y seres, el artista puede plantear nuevas reglas de juego, indagando sobre otras formas de evolución. Así, el sistema creado no es una representación de la evolución del mundo en un tiempo comprimido, sino una pregunta por cómo podría ser el mundo.

La vida artificial es una ciencia que trata acerca de lo que ella misma va creando. Ya no se busca explicar el mundo, sino crear instrumentos conceptuales que inventen horizontes posibles y obturen una solución creativa. En los sistemas de vida artificial creados por estos artistas se proponen relaciones inéditas de comportamiento entre seres artificiales que se auto-organizan como una especie.

Mundos posibles

Es de interés la relación espacial y perceptiva que el espectador (visitante) tiene con estos sistemas de seres artificiales, en el sentido de lo inhabitual de enfrentarse con seres mitad imagen - mitad entidad, con cualidades orgánicas y vivas en términos de comportamiento.

El entorno espacial que implica la relación con estas obras tiene que ver con la idea de hacer aparecer algo que no está allí desde el punto de vista estético kantiano, pero que sí está desde el punto de vista de la razón y de la ciencia kantiana. También es un conocimiento científico representado a través de un realismo no de mimesis en general (imitación de la naturaleza), sino de detalle en su relación con lo pensado o descrito desde la ciencia.

Es el asombro de establecer un vínculo de

En el centro se muestra la obra *A-Volve*, elaborada por los artistas Christa Sommerer y Laurent Mignonneau entre 1993 y 1994.



Obra *Anthroposcope*.



Obra serie *The living web*.



Obra serie *Riding the*

afección entre un observador humano –lo cual no quiere decir otra cosa que una historia de interpretaciones atribuidas a éste en términos de estética, percepción, etc., según Merleau-Ponty, Hegel y Kant lo han señalado– y una

imagen que actúa colectivamente con otras (seres artificiales), pero que comparten en una relativa autonomía de comportamiento con el ser que la mira y que la afecta.

Se trata de una interacción del mundo

En las obras de Christa Sommerer y Laurent Mignonneau, como *A-Volve*, la imagen aparece como entidad no mimética o humana.



TOMADA DE HTTP://WWW.INTERFACE.UFG.AC.AT/CHRISTA-LAURENT/



Obra de la serie *The living room*.

TOMADA DE HTTP://WWW.INTERFACE.UFG.AC.AT/CHRISTA-LAURENT/



Obra de la serie *The living room*.

real con mundos posibles, en el sentido de espacio tridimensional en el cual otra escala de seres es viable, intentando superar los límites kantianos. Las propiedades del espacio/tiempo, como las conocemos

en términos de diferenciación y fronteras establecidas por el mundo occidental, se quiebran para hacer pensar en un mundo extraño, híbrido, prácticamente sin denominaciones aún, al que sólo podemos llamar por ahora mundo artificial. En las obras de Mignonneau y Sommerer la imagen aparece como entidad no mimética o humana o con atribuciones de éstas, que no repite tipo alguno de organismo vivo, un animal doméstico, etc., sino que busca inventar una especie, un conjunto de seres vivos que tengan existencia desde el punto de vista de la vida artificial y del nuevo paradigma biológico.

La apertura del sistema de vida artificial pretende que éste evolucione y cree sus propias reglas, que progrese hacia pautas que emergen también del contexto histórico y social de las interacciones del medio, incluyendo el medio ambiente social humano en el cual lo que logran estas piezas es el asombro de estar en contacto perceptivo con lo más o menos desconocido. Estar en contacto con un ser creado artificialmente, con un conjunto de organismos que se desplazan como cardúmenes, creer en que una interacción, por más leve que parezca, obtura un cambio fundamental en el sistema, como es producir la muerte o el nacimiento de un organismo de este sistema o inclusive hacer que éste muere o se produzca una especiación.

Se revela así una relación colaborativa y extendida entre el arte y la ciencia, especialmente con las nuevas ciencias y tecnologías, de lo cual ya se cuenta con múltiples ejemplos en todo el mundo e inclusive con precursores colombianos desde los años setenta.

Esta historia estética puede ser ampliada en las investigaciones y publicaciones de la autora².

² HERNÁNDEZ, Iliana. *Estética de la habitabilidad y nuevas tecnologías* (coautora y compiladora). Bogotá: Centro Editorial Javeriano, 2002. *Habitabilité des images en mouvement. Vers une architecture transformable*. Tesis de doctorado en arte y ciencias del arte, énfasis en estética. Universidad de Paris-I Pantheon Sorbonne, 1997. Paris: Editorial Septentrion, 1999.



Pilar Lozano

MANUEL
URIBE ÁNGEL

EL MÉDICO Y GEÓGRAFO
QUE AMÓ A SU PAÍS

Ilustraciones
Liliana Ramos


COLCIENCIAS

LITERATURA CIENTÍFICA CREA NUEVOS HÉROES

La unión de historia con literatura alrededor del tema científico logra que los hombres y mujeres de conocimiento se conviertan en el ejemplo a seguir para las futuras generaciones de colombianos. El escritor Gonzalo España habla sobre su experiencia con la Serie Juvenil de Colciencias.

Redacción Revista Colombia, Ciencia y Tecnología.

“La profe María Concepción se puso el traje elaborado con papel de panela, espuma en la parte interna y pintura plateada. Luego despegó con sus alumnos hacia Marte. Cindy Córdoba, Jennifer David Ramírez, Juan Carlos Vera y Jorge Jaramillo la acompañaron en el viaje por el espacio, con la imaginación y los conocimientos que aprendieron del libro *De Colombia a la Luna*, sobre Julio Garavito Armero” (el personaje de los billetes de 20.000 pesos).

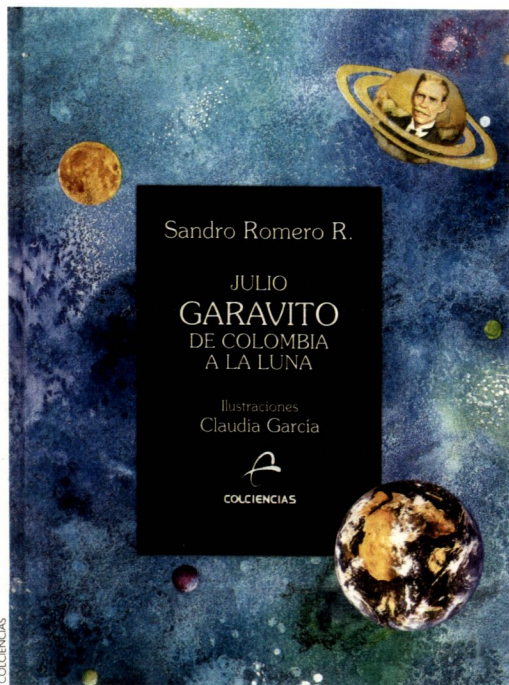
Así comienza la crónica con la que el periódico *El Colombiano* referencia la experiencia lúdica de cuatro estudiantes de grados séptimo y noveno de la Institución Educativa San Luis Gonzaga, de Santa Fe de Antioquia, con uno de los textos de la Serie Juvenil de Colciencias en el 2005.

Este y otros 1.159 grupos del resto del país se acercaron, dentro del concurso nacional Encarrétate con la lectura, a 13 libros-perfil escritos por reconocidos narradores colombianos y latinoamericanos, que dan cuenta de la vida y obra de los pioneros de la ciencia y la tecnología en Colombia desde el siglo XVIII.

A comienzos de la década del 90, Colciencias se planteó como reto reconocer en las historias de vida de estos padres de la ciencia nacional ejemplos dignos de imitar por las futuras generaciones de colombianos. Se trata de humanistas, médicos, naturalistas, ingenieros y demás académicos que traspasaron las fronteras del país y del conocimiento para hacer ciencia y desarrollar tecnológicamente las regiones donde realizaron sus investigaciones.

La Serie Juvenil de Colciencias reúne a la fecha 22 volúmenes. Con ella, personajes famosos como Francisco José de Caldas, José Celestino Mutis y Agustín Codazzi, al lado de otros poco conocidos en las escuelas y colegios





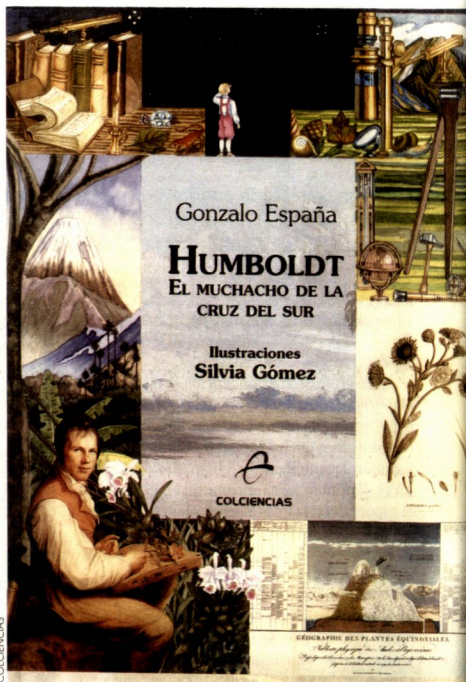
La Serie Juvenil de Colciencias reúne a la fecha 22 volúmenes que divulgan la vida y obra de personajes famosos como Francisco José de Caldas, José Celestino Mutis y Agustín Codazzi.

del país, pero no menos importantes, como José María Villa, Soledad Acosta de Samper o Lino de Pombo, se convierten en los nuevos héroes de la infancia y la juventud. Aquellos que inspirarán a los estudiantes a convertirse en biólogos, médicos, historiadores, inmunólogos, matemáticos o antropólogos.

Colombia, ciencia y tecnología habló con uno de los autores de la Serie Juvenil sobre el proceso mediante el cual se combina la historia con la literatura para hacer que los niños y jóvenes se enamoren de la ciencia. Gonzalo España, especialista en las guerras civiles de finales del siglo XIX, se adentró en el pasado del sabio Caldas, Humboldt, Pierre Bouguer, José Celestino Mutis y Boussingault, para crear "noveletas de aventuras" destinadas a que los lectores se interesen por la botánica, la astronomía y los ciclos de la materia.

Ciencia y romance

La historia de amor entre una jovencita payanesa y un excéntrico astrónomo francés



en pleno siglo XVIII fue el nudo argumental que Gonzalo España empleó para narrar la vida de Pierre Bouguer.

En la ficción, el científico se enamoró de la abuela materna de Francisco José de Caldas y le heredó el borrador de unos trabajos geodésicos efectuados en el Ecuador entre 1736 y 1742, que le sirvieron de inspiración al sabio neogranadino tiempo después. En estricta historia, Bouguer y los Caldas jamás se conocieron, no obstante, los escritos del francés que llegaron a América fueron una importante fuente intelectual para Francisco José.

Contar la vida de Bouguer desde la mera ficción era arriesgarse a cometer toda suerte de imprecisiones, pero hacerlo sólo con rigor histórico significaba que la narración perdiera ritmo y suspenso para los niños y jóvenes lectores. Por esa razón, Gonzalo España tomó la decisión de ligar la historia con la imaginación.

"El secreto radicaba en hacerle creer al lector que lo inventado estaba al mismo nivel de lo sucedido". Y el resultado fue de tal cali-



COLCIENCIAS

dad que años después de finalizar la historia de Bouguer, Gonzalo España fue contactado por un científico de la marina de los Estados Unidos que se dedicaba al diseño de barcos de alta velocidad. El texto del colombiano le pareció realmente esclarecedor sobre la faceta de Bouguer como constructor de navíos, pero necesitaba establecer qué tanto era cierto y qué tanto imaginación, pues buscaba un manuscrito del francés que España mencionaba en su libro. La solución fue preguntarle directamente al escritor.

“Pienso que si el científico norteamericano se intrigó y no fue capaz de dilucidar qué era cierto y qué no, con toda seguridad a un estudiante de colegio la historia le va a causar impresión. Y en la medida que corrobore que efectivamente la expedición de Bouguer a América existió, el libro se va a convertir en una fuente grata de aprendizaje”.

En el caso de Boussingault, un minero europeo que estaba al servicio de Simón Bolívar, la ficción se teje alrededor de un anillo

que debe ser entregado a una enamorada del libertador para salvar su honor. Lo real es que en sus correrías por las minas de la Nueva Granada Boussingault llega al territorio de Supía, donde los esclavos morían de hambre. Decide entonces cultivar alimentos básicos y en el proceso descubre el ciclo de la materia, mediante el cual las plantas absorben los nutrientes para crecer. Dicha experiencia daría origen a su tratado sobre los abonos, que contribuiría a la agricultura moderna.

Para Gonzalo España lo curioso de la Serie Juvenil de Colciencias es que cambia el concepto de lo historiable en Colombia. “Lo tradicional era que los escritores narraran la vida de los grandes héroes militares o de las aventuras amorosas de Manuelita y las Hinojosa, pero hasta que se inició la serie nadie se había fijado en estos héroes anónimos. Muchas veces se trataba de científicos menores que fueron resolviendo grandes problemas. Al final de cuentas, sabios decisivos para la humanidad”.

La colección se consolida como una alternativa literaria y artística para conocer la vida de quienes han sido los pioneros de la ciencia y la tecnología en Colombia.



Carolina Alzate

SOLEDAD ACOSTA
DE SAMPER
UNA HISTORIA
ENTRE BUQUES
Y MONTAÑAS

Ilustraciones
Juanita Isaza



meses a la casa de su hermano en Santander para escribir un texto que ha llegado a ser de consulta universitaria, "pese a que es producto de mi intuición como investigador y no de la educación formal".

Su especialidad son las guerras civiles, pero de vez en cuando se da ciertas licencias para redactar novelas policíacas que le imponen documentarse hasta la minucia sobre el mundo castrense y el quehacer judicial. En materia científica se ha inclinado por los hitos de la botánica y la astronomía del siglo XIX. Actualmente prepara una biografía extensa de Caldas para una editorial venezolana, a la que se suma otra de "La Pola", esta sí una heroína clásica.

En 1994 figuró como ganador en la Lista de honor IBBY (Internacional Board on Books for Young People), por su libro Galería de piratas y bandidos de América, una muestra de su talento para escribir literatura juvenil; además fue finalista de la convocatoria de Colcultura en ese mismo año con la novela *Señorita*, centrada en la violencia de mediados del siglo XX en Colombia.

Como todo intelectual inquieto, se esmera por darle rienda suelta a sus pasiones e interrogantes, así sea tardíamente. Por ello estudia latín, devora literatura y al tiempo aprende la historia y el funcionamiento de la imprenta, desde la de Gutenberg hasta los modelos más sofisticados de hoy.

Los sabios dictan

Hacer historia ficcionada y aún más, historia de la ciencia, no es tarea fácil. Hay que ser un conocedor del tema y documentarse lo suficiente como para plasmar atmósferas, situaciones, pensamientos y la cotidianidad de la época sobre la que se está escribiendo. Es decir, en palabras de España, "saber vestir a los personajes".

Humboldt, el muchacho de la cruz del sur; Mutis, el sabio de la vacuna; Pierre Bouguer, el maestro del sabio; y Boussingault, el padre de la agricultura moderna, los cuatro libros que Gonzalo España escribió para la Serie Juvenil de Colciencias, le significaron al literato meses y meses en el Archivo General de la Nación y en la Biblioteca Nacional, horas y horas de lectura de libros biográficos (fuentes secundarias) y minuciosos esquemas para ordenar las obras por capítulos con coherencia total.

"Había que combinar el hecho científico con la ficción y respetar el suceso histórico, pero hilvanando todo de tal manera que ocu-

Según Gonzalo España, uno de los autores de la Serie, para hacer "historia ficción" de la ciencia hay que documentarse lo suficiente como para plasmar atmósferas, situaciones y pensamientos.

De las guerras al laboratorio

De no haber sido por la Historia, Gonzalo España se habría graduado como economista de la Universidad de Antioquia. El pasado heredado de su abuela materna a través de anécdotas sobre la Guerra de los Mil Días (1899-1903) llegaba una y otra vez a su mente, hasta que se vio obligado a dejar la universidad para enclaustrarse en los archivos y reconstruir lo sucedido en la última batalla de 1900 en Palonegro, su pueblo natal.

"Prácticamente todos los hombres tuertos, cojos o inválidos que conoció mi abuela fueron víctimas o parte de ese episodio histórico que le dio fin a la guerra más larga de la historia de Colombia". Producto de ese ir y venir se fue tres

rriera un episodio de aventuras grato a los jóvenes lectores”.

Según explica Gonzalo España, para escribir las “noveletas científicas” comienza con una referencia de un diccionario enciclopédico y ahí empieza a leer y leer textos hasta que se entera de prácticamente todo lo que se sabe de los sabios.

En el caso de Caldas, las fuentes son profílicas en información sobre su vida. “Existen biografías detalladas escritas por Alfredo Bate-man y Lino de Pombo, entre otros autores”. No obstante, la mayor parte de los trajes con los que España vistió al intelectual en Pierre Bouguer, el maestro del sabio, fueron obtenidos de la colección Cartas de Caldas, que se encuentra en la Biblioteca Nacional, una serie de epístolas dirigidas por el sabio a un amigo residente en Santa Fe, en las cuales le cuenta todas sus aventuras y manifiesta sus inquietudes por la astronomía y la botánica.

Para plasmar a Bouguer, el personaje central del libro, el autor se remitió al texto *Los caballeros del punto fijo*, en el que se cuenta la historia de la Expedición de la Condamine. Esta consistió en un viaje de varios científicos europeos al Ecuador para medir un punto de la tierra, con el fin de establecer si el planeta tenía forma de naranja, calabaza, pepino o de melón.

Humboldt, por su parte, “se vistió solito”, pues dejó para la posteridad cinco tomos sobre sus viajes a América, escritos a manera de novela de aventuras y en los que el elemento

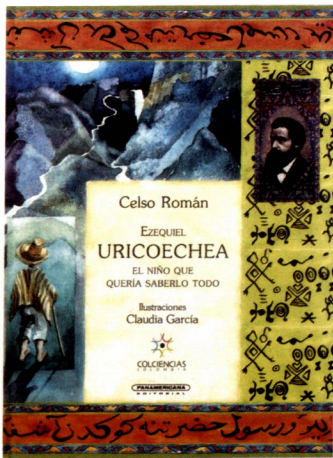
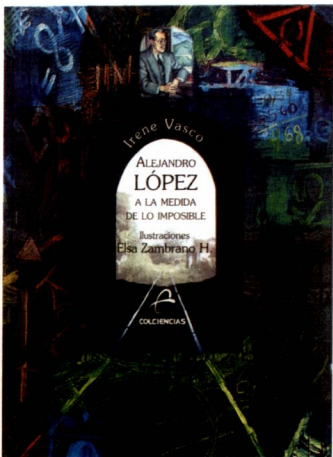
sorprende es constante. “Esas memorias y los mismos personajes son de mucha ayuda a la hora de redactar. Caldas, por ejemplo, era muy fecundo en su escritura y sus cartas permiten construir las escenas con mayor exactitud”.

Letras para el futuro

La Serie Juvenil de Colciencias día a día se consolida como una excelente alternativa literaria y artística para conocer la vida de quienes han sido los pioneros de la ciencia y la tecnología en Colombia e Hispanoamérica. Un grano de arena para formar nuevos ciudadanos que dejen atrás el pasado violento del país y asuman los valores derivados de la ciencia.

Algunos de los libros hablan de los sueños locos de un joven intelectual a finales de la Colonia, otros de los esfuerzos de la mujer por abrirse camino en la academia, varios nos llevan de la flora nacional directo a las estrellas, pero en todo caso hablan de un sueño común: pese a los escasos recursos, a las distancias y al oscurantismo de ciertas épocas, elevar la ciencia nacional al nivel de las mejores del mundo.

Los científicos del XVIII, XIX y XX ya hicieron lo suyo, la tarea ahora queda en manos de los niños y jóvenes que se deleitan con las aventuras plasmadas en estos libros gracias al esfuerzo de Colciencias por divulgar el saber nacional. “Quizás en unos años alguien nos cuente que se decidió a estudiar antropología, botánica o astronomía inspirado en uno de estos héroes”. Ese es el otro sueño, el de España y sus colegas escritores.



Se espera que los personajes inspiren a los estudiantes a convertirse en biólogos, médicos, historiadores, inmunólogos, matemáticos o antropólogos, entre otros científicos.

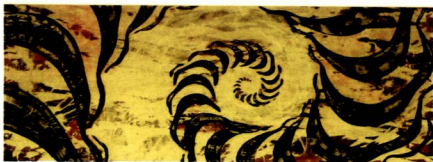
ARTE FRACTAL: LA CIENCIA SALTA AL LIENZO



MAURICIO ZÁRATE

El pintor colombiano Mauricio Zárate se abre camino en los Estados Unidos con una novedosa propuesta que combina el expresionismo con la teoría del caos. Su obra se presentó también en Canadá.

MABEL LÓPEZ JEREZ, Editora Revista Colombia, Ciencia y Tecnología.



MAURICIO ZÁRATE

Una de las obras realizadas por Zárate para la serie *Evolutiva*.

Es posible que del caos derive la belleza, que de la complejidad surja el arte? Un pintor colombiano ha dedicado 15 años de su vida a responder esta pregunta en una exitosa exploración inacabada que ha tenido como vitrina gran parte de los Estados Unidos de Norteamérica.

Mauricio Zárate, caleño de 38 años, pero bogotano de crianza, es uno de los primeros artistas latinoamericanos que decide arriesgarse a hacer propuestas plásticas a partir de lo fractal. "Es decir, de la geometría de las formas irregulares de la naturaleza, que surge de ecuaciones no lineales y que se caracteriza por un infinito detalle en todas sus escalas y ausencia de suavidad (derivada)", explica. Quizás algunos de los referentes más comunes de este tipo de geometría sean aquellos fractales en los que las partes y el todo tienen formas idénticas.

Muchas de sus obras evocan temas científicos inherentes a las matemáticas, la microbiología o la física, y en el fondo comparten la intención de hacer pensar al espectador en la relación entre complejidad y sencillez, presente en momentos como los primeros uno por diez a menos 50 segundos en la historia del universo (Big bang).

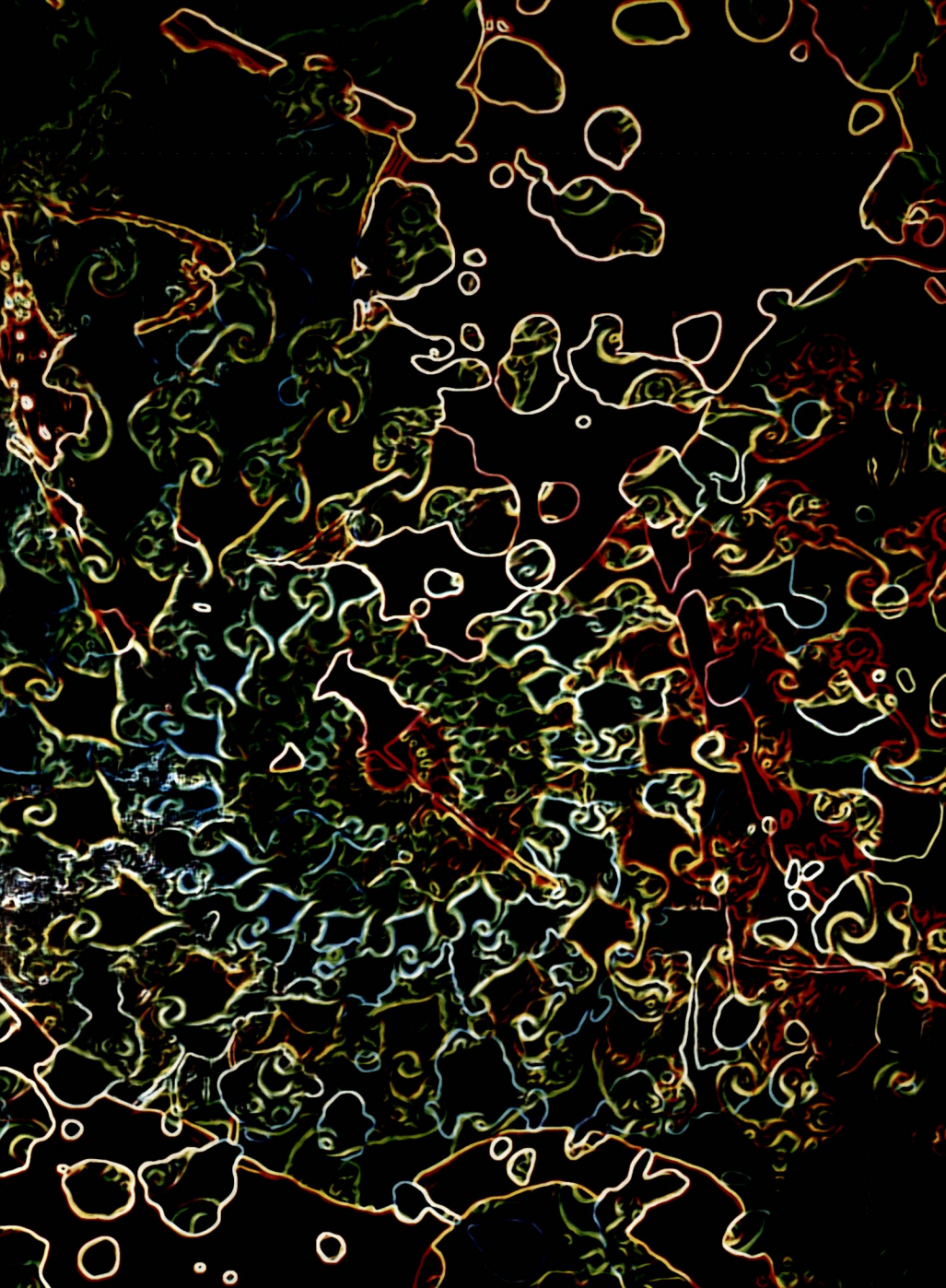
En enero de 2005, treinta óleos, acrílicos, collage y fotografías de Mauricio fueron recibidos con comentarios muy positivos por la crítica norteamericana en Washington D.C. En la exposición "Evolutiva", organizada por la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, el artista colombiano deleitó a un selecto público de matemáticos con su intento de hacer converger el arte con la teoría del caos.

Hoy en día Zárate es considerado como uno de los artistas plásticos latinos que mejor ha plasmado el tema fractal y lidera un proyecto audiovisual y otro arquitectónico en los Estados Unidos para reivindicar las complejas teorías matemáticas que le dan origen a su arte, al tiempo que crea un espacio museo para que los espectadores vean toda su obra: "cerca de 800 óleos y no menos de siete mil fotografías".

Rumbo a la libertad

Desde que era estudiante del Colegio San Carlos en Bogotá, emprendió una frenética carrera en busca de un camino que le permitiera expresar libremente todas sus emociones. De allí que años después decidiera cursar música en la Universidad de los Andes, que curiosamente alternó durante un buen tiempo con administración de empresas, "pues también tenía que pensar en el dinero".

La música provenía de sus años de baterista en el colegio, pero el intento de estudiarla a nivel formal no dio buenos resultados.



“Lo que hizo la academia fue matar mi deseo de expresar el sentimiento puro”. Una frustración que lo condujo, de manera radical, a cambiar de profesión, de universidad, de país y de sueños. “Lo único cierto era que quería ser artista”.

Poco antes de marcharse de Colombia rumbo a Los Ángeles (Estados Unidos) tuvo la oportunidad de conocer a una pupila del pintor David Manzur, que lo introdujo en el mundo de la plástica y le mostró la obra del español Salvador Dalí (1904-1989). De él retomaría el efecto derretido que tienen casi todas sus obras. Así lo evidencia su primera pintura (1991): una denuncia de la problemática del calentamiento global, en la que se observa un globo terráqueo cuyos polos se deshuelan.

Arte: música, pintura... Todavía le quedaban otros espacios por explorar, la fotografía y el cine, por ejemplo, razón suficiente para inscribirse en la Escuela de Cine de la Universidad del Sur de California, en la que aprendería a ver con otra óptica a través de las cámaras y en donde estaría en total libertad de proponer su narrativa.

En ese contexto, donde la creatividad desbordaba, descubrió una especial fascinación por lo complejo, que de cierta forma se había anunciado en su infancia, cuando de la mano de su padre conoció la obra de Jackson Pollock (1912-1956) en el Museo Metropolitano de Nueva York y en la Galería Nacional de Arte de Washington.

Un buen día, en la clase de documental se arriesgó a explicar varias tragedias griegas a partir de un juego de esferas con cortes de edición. Acto seguido se puso a pensar en un dato que había escuchado por radio: a las calles de Los Ángeles salen cada día ocho millones de carros. “Ocho millones de variables dentro de un sistema. ¿Cómo se puede manejar tal grado de complejidad? En la práctica eso debería ser un caos”.

Ahí apareció la palabra clave. Quería hacer un documental sobre el tema y en un rastreo exhaustivo por el recién creado protocolo *www* la teoría del caos lo condujo directo a los avances de investigación de diversos matemáticos del mundo. “Empecé a sacar los libros de esos autores, pero de todo aquello no entendía sino una fracción”.

Con el tiempo se rodeó de amigos científicos que le explicaron lo que sucedía con el sistema y la complejidad. En cinco años de charlas logró tener una comprensión básica del tema, suficiente para que sus obras tuvieran total coherencia con la parte teórica.

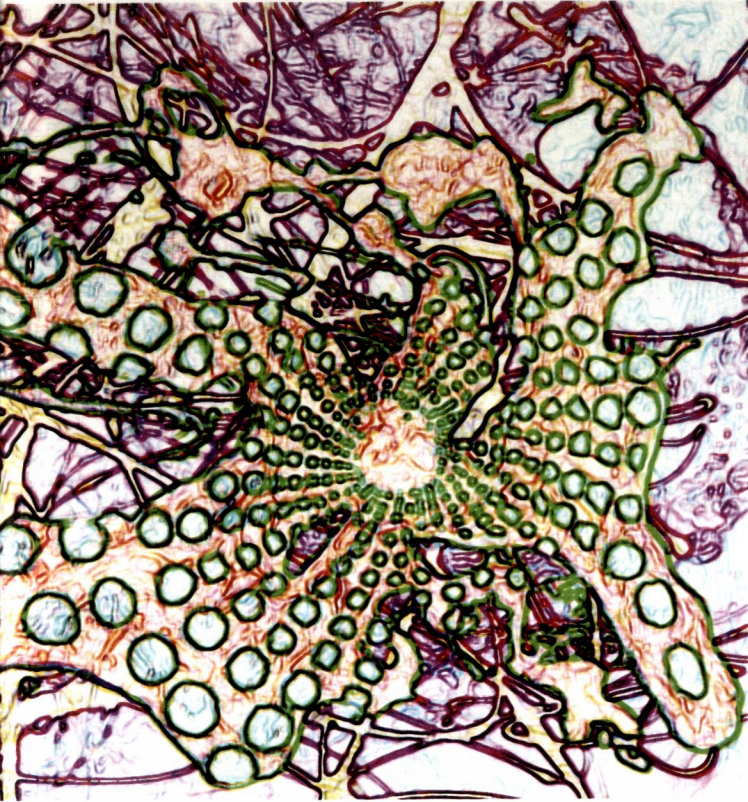


MAURICIO ZARATE

Creatividad híbrida

La obra de este artista plástico se divide en 13 miradas asociadas con la teoría del caos. La primera de ellas es *Apocalipsis en la línea*, una serie de pinturas derivadas de la necesidad de confrontar el pensamiento lineal y “fractalizar el panorama”. La segunda es *Dendritas*, un tema que aparece entre 1995 y 1998, cuando Zárate estudiaba las morfologías persistentes en las diferentes escalas del universo.

Atracción, una de sus favoritas, es una exploración de la espiral, “calificada por Goya como el centro de la vida”. En esta línea se inscriben *Attractor over fractal planet*, en la que se observa el planeta tierra en rojo y azul, que pareciera ser absorbido por la galaxia; *Hurricanes*, una imagen satelital de huracanes



La producción de Zárate se presentó bajo el sello *Visual de Dynamic Paradigm* en las ciudades de Miami, Washington, Baltimore, San Francisco y Vancouver.

en formación, y *Vortex*, un remolino de fuego, entre otras pinturas.

Sistema evolutivo trae a la mente la microbiología y el proceso en el que la vida parte de la célula para convertirse en organismo. *Expresionismo fractal* deja ver la influencia de Dalí y de Pollock en su obra, mientras que *Expresionismo Random* es "el azar de lo aleatorio contenido en el caos: una madeja de hilo".

Hiperespacio es un arte abstracto más universal. *Turbulencia* es el caos contenido en el flujo turbulento. "Múltiples atractores esculpando la complejidad, y el color negro como capa inicial que revela la dinámica presente en el acto pictórico". Y *Cosmologías*, la colección en la que trabaja actualmente, es una propuesta que recrea el origen del universo.

Cada una de estas miradas, agrupadas en la colección central del artista, fueron presentadas durante 2007 en Washington D.C., Baltimore, San Francisco (Estados Unidos) y Vancouver (Canadá). La idea de Mauricio Zárate era que los científicos especializados en el tema fractal hicieran un balance de la evolución de su obra. Ésta, según el pintor colombiano, ha tenido una maduración lenta que no se encuentra atada a las tendencias mundiales o a los estilos de galería.

En el marco de "un proceso experimental, cambiante y fractal", Mauricio se ha enclaustrado día y noche en su estudio de Miami, solo, frente al lienzo, y con la complejidad en mente. Le ha dado rienda suelta al expresionismo abstracto que lo caracteriza y luego de trabajar capas y capas sobre la tela, ha logrado que los



MAURICIO ZÁRATE

La obra de este artista plástico se divide en 13 miradas asociadas con la teoría del caos. *Apocalipsis en la línea, Dendritas y Atracción* son algunas de ellas.

elementos de la obra se parecen al contorno general. El resultado: "una pintura totalmente original, pues parte de un gesto del espíritu y de la intuición. Es el resultado del proceso, no un diseño preconcebido".

Cuando habla de arte, saltan a la vista las influencias que los expresionistas como el Greco, Van Gogh, Gauguin o Kandinsky han tenido en él. Por algo se dedicó al expresionismo fractal, aunque en realidad dice llamarse "hiper realista de las formas fractales". No obstante, hay una práctica que suele tomar prestada de los surrealistas como Picasso y que lo convierte en un pintor no sólo original sino excéntrico: cada cuanto pinta de blanco obras ya terminadas para partir de cero, o recorta fracciones de cuadros para componer otros más grandes. Esa es su forma particular de mutar y re-crearse.

Constructor de encuentros

A pesar de que es conocido como pintor, Mauricio Zárate ha tenido el privilegio de experimentar con diversas expresiones de la imagen. Su otra cara es la de fotógrafo y realizador de cine de 35 y 16 milímetros. "Cuando tenía 24 años era difícil sobrevivir en Colombia y monté una productora con mi amigo Felipe Londoño". Gracias a esa iniciativa tuvo la oportunidad de "hacer locuras con presupuesto estatal", pues firmó varios contratos para elaborar comerciales institucionales de contenido profundo.

Ahora retoma sus años de realizador para dirigir un documental que resumirá el encuentro entre el arte y la teoría del caos a la luz de los matemáticos más famosos del mundo. Uno de ellos es el padre de los fractales: Benoit Mandelbrot. "Es un polaco que se formó en Francia y

estableció ecuaciones matemáticas para definir el comportamiento aleatorio de un mercado en la economía. Pero la particularidad es que le asigna a sus ecuaciones una geometría que no es natural sino fracturada, de ahí salen los fractales". Estos también son susceptibles de ser generados por computador.

Mauricio lleva algunos meses entrevistando a científicos a los que les pide que expliquen, a partir de esquemas gráficos universales como la espiral, las ecuaciones que tienen en su cerebro. Una vez esté editado, espera que su trabajo sea presentado en el Festival Silverdocs, que realiza anualmente Discovery Channel con los mejores documentalistas de todos los continentes.

Pero este es apenas uno de los proyectos que tiene para mostrar. Con un grupo de amigos concibió una galería en el pleno corazón de Miami. Así mismo, trabaja de la mano de un afamado arquitecto en el "edificio fractal", un espacio para exponer todas sus obras elaboradas entre 1991 y 2006, que han sido presentadas en Miami, Los Angeles, Chicago, Oregon, Virginia, Washington D.C. y ciudad de Nueva York, entre otros lugares de Estados Unidos. Estas compartirán escenario con las de sus pares fractalistas de distintas partes del mundo.

El espacio obedece a su idea de que el artista contemporáneo debe ser un generador de cultura en sí mismo. "Debe ser el museo". Mauricio Zárate no acepta que los pintores esperen a que un tercero organice sus exposiciones en una galería. En su opinión, éstos deben asumir todo el liderazgo. El, en todo caso, no es amigo del arte comercial, pinta para satisfacción propia y por una necesidad permanente de explorar.

Artista en proceso

"La posibilidad de crecimiento de un artista no está condicionada por el país donde uno se encuentra", señala cuando se le pregunta por el papel que ha jugado Estados Unidos en su carrera. No obstante, agradece muchos elementos de la cultura y el sistema norteamericanos, la libertad de expresión presente en ese país y la complejidad de sus gentes. "Estados Unidos es una nación que quiero y respeto profundamente", señala.

Para Zárate existen dos tipos de artistas, los que quieren seguir vigentes y se mueven paralelamente a las tendencias y los que tumban la puerta. Sin duda alguna él pertenece a los segundos. Su máxima es la búsqueda de la libertad personal y a ello se ha dedicado toda la vida.



MAURICIO ZARATE

Muchas de sus obras evocan temas científicos como la matemática, la microbiología o la física.

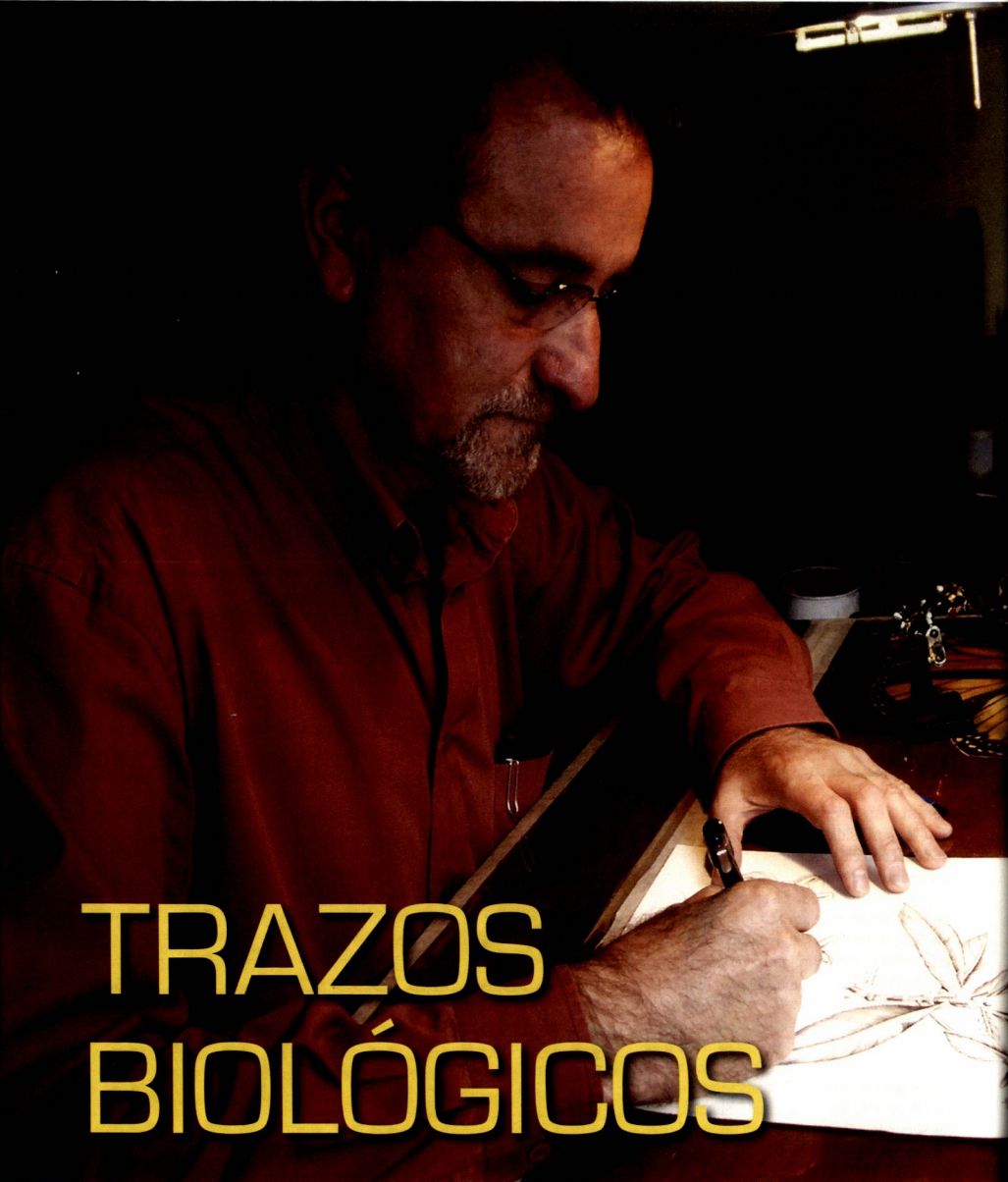
Desde Miami lidera procesos arriesgados en el ámbito de las artes plásticas. En el ambiente artístico se mueve como pez en el agua, o mejor dicho, como científico en el laboratorio, pues en este momento su vida es un tejido de proyectos, unos a un año y otros a 10. "El 80% de mi obra todavía está sujeta a cambios".

Su vida es un fractal, la pintura, la fotografía, la música y el cine son partes y todo al tiempo. El tema ahora es el *Big bang*, mañana quizás hará una disección de sus obras para descubrir qué dibujo o mancha les dio vida. Complejidad y sencillez, dos palabras que definen a un colombiano que hace patria con su ciencia hecha arte. ¿o será su arte hecho ciencia? "El público lo dirá".

Las obras de la serie *Evolutiva* fueron expuestas en Estados Unidos durante el año 2005.



MAURICIO ZARATE



TRAZOS BIOLÓGICOS

Colombia divulga su riqueza natural con lápiz y papel. Dibujantes, pintores, diseñadores y publicistas retoman la ilustración científica, una tradición que data de los primeros años de la Expedición Botánica.

JUAN PABLO VERGARA, Profesor titular, Departamento de Artes, Pontificia Universidad Javeriana.

Colombia es considerado el segundo país con más biodiversidad en el mundo después de Brasil. Incluso, algunos científicos señalan que cuenta con cerca del 10% de la biodiversidad conocida en el planeta. Esta cifra haría suponer que las disciplinas asociadas con el estudio de las plantas y animales se encuentran altamente desarrolladas en nuestra nación.

Sin embargo, esa idea es equivocada cuando de la ilustración científica se trata. Aunque los botánicos y zoólogos requieren invariablemente del apoyo de dibujos taxonómicos para describir las especies que son objeto de sus estudios, este arte al servicio de la ciencia no es muy extendido en el país, y apenas es representado por un grupo de dibujantes que no pasa los 20.

En contraste, otros países menos biodiversos pero más avanzados en el ámbito científico, como Estados Unidos o algunos europeos, tienen en su haber numerosos dibujantes que no sólo plasman plantas y animales sobre el papel, sino que además están al servicio de la Medicina, la Odontología, la Astronomía, la Microbiología y la Antropología, entre otras disciplinas.

En aquellas latitudes existen poderosas asociaciones que agrupan a cientos de ilustradores científicos, hay apoyo institucional, capacitación a nivel de postgrado y excelentes salarios. Colombia, por su parte, apenas cuenta con cinco cátedras en universidades de Bogotá y el Eje Cafetero, y prácticamente limita el campo de acción a las iniciativas gubernamentales que registran nuevas especies, que llaman la atención sobre las amenazadas o que estudian el potencial de ciertas plantas y animales.

En medio de una frontera prácticamente invisible entre arte y ciencia, el ilustrador científico debe contar con conocimientos mínimos de dibujo y biología, para combinar la belleza con la exactitud. Y aunque el ideal sería que fuera biólogo de profesión y artista de vocación, son pocos los ilustradores que se mueven en los dos campos.

El perfil del ilustrador científico en Colombia abarca desde artistas plásticos hasta empíricos, pasando por diseñadores gráficos y publicistas. El oficio se enseña en unas pocas universidades como curso de contexto abierto a todas las carreras, no obstante, despierta especial interés en los biólogos y ecólogos, por la utilidad a la hora de describir plantas, animales y ecosistemas.

Pero si este tipo de ilustración se ubica en el campo científico como una herramienta invaluable para la descripción taxonómica, también cabe dentro del arte cuando se observa el complejo proceso de elaboración y el alto costo económico



MARIEL PAZOLA LÓPEZ, J.

que puede tener cada obra. Sin embargo, estos artistas no siempre son alcanzados por la fama, pues su producción no es expuesta en galerías de renombre, sino en libros científicos de circulación restringida.

Una tradición que renace

Las bases que Carlos Lineo diera para proceder a la clasificación taxonómica de los distintos seres que habitan el planeta han sido, desde hace más de tres siglos, uno de los principales argumentos para que los biólogos incluyan en sus publicaciones las artes finales de un dibujante. Y ello se debe a que solamente así se logran reproducir fielmente los detalles que hacen únicos a cada planta y animal, tales como la disposición de las hojas, la forma de las flores, el escamado, las plumas, el pelaje,

El ilustrado científico elabora múltiples bocetos para capturar fielmente en el papel los rasgos de la planta o animal, objeto de su trabajo.

el patrón de las manchas, entre muchos otros.

Este exótico arte es ubicado por algunos historiadores 250 años antes de Cristo, pero al parecer tomó forma siglos después cuando científicos de la antigüedad como Crateu y Diocle lo utilizaron para hacer sus descripciones botánicas.

En el siglo XV, el interés se volcó hacia el cuerpo y el dibujo científico comenzó a ser empleado para apoyar las descripciones anatómicas. Quizás el representante más conocido de dicha modalidad sea Leonardo Da Vinci. Este científico y artista se basó en cadáveres, pese a que su profanación estaba prohibida en aquella época.

En plena Ilustración, la aparición de la imprenta y el interés por las plantas medicinales suscitaron la publicación de libros que combinaban textos con dibujos detallados. Dicha corriente despertó tal fiebre de conocimiento sobre el Nuevo Mundo que a América llegaron importantes científicos como Humboldt, Bompand, Kunt y Göering.

La ilustración científica entró en escena en Colombia con la Expedición Botánica de José Celestino Mutis a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX. Desde entonces ha cumplido la labor de divulgar los detalles de la flora y la fauna nacional.

Uno de los primeros esfuerzos por enseñar el arte de describir a las plantas y a los animales mediante las ilustraciones fue la "Escuela Gratuita de Dibujo", fundada por Salvador Rizo, pintor de la Expedición. Sin embargo, el oficio dejó de ser transmitido de forma académica durante muchos años, hasta que hace cuatro décadas comenzó a retomarse en Bogotá.

Naturaleza hecha arte

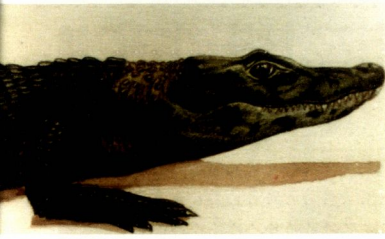
Por lo general, los dibujos científicos parten de una ardua fase de investigación que puede durar entre días y semanas. En ella se conjuga la observación directa con la fotografía, la consulta bibliográfica y las entrevistas con especialistas, para obtener todas las características de la especie a ilustrar. Posteriormente, se elaboran bocetos, que tras una serie de correcciones le dan vida a un arte final, tan realista que a veces pareciera ser el ejemplar mismo.

Con diapositivas, plantas secas y prensadas —conocidas como exsicados—, animales conservados y, cuando se puede, en el campo, el dibujante se lanza al reto de plasmar las especies en el papel.

En lo que a la flora se refiere, la pequeña es la más fácil de trabajar, pues el dibujante puede



MARCELA LOPEZ



JUAN PABLO VEGARÁ

valerse de un aparato llamado la cámara lúcida, que le permite calcar la planta, acortando el camino. Los detalles, entre tanto, son obtenidos mediante un compás de doble punta que ayuda a reproducir todas las estructuras de las ramas basándose en el esxiado. Entre las plantas más difíciles de captar están las palmas y los helechos, por sus grandes tamaños y delgadas estructuras.

Los animales, por otro lado, entrañan diferentes grados de dificultad. Los más complejos son algunos insectos y los reptiles, especialmente los cocodrilos y caimanes, pues los detalles de su piel (escamados) varían de especie a especie, algo similar a lo que sucede con las guacamayas, en las que la especificidad está marcada por el color del plumaje.

Las técnicas de ilustración no han cambiado mucho a través de los años: uso de lápiz para los bocetos y rapidógrafo para el arte final. Sin embargo, actualmente éstas son complementadas con el escáner, retoques y coloreados digitales.

Gremio en construcción

Uno de los grandes esfuerzos por reunir a los ilustradores científicos colombianos ha sido el nodo temático en Internet creado por el Instituto Humboldt, que pretende integrar a los profesionales que se dedican a esta área y establecer una herramienta de comunicación que presente información de interés para este colectivo.

A dicha iniciativa se sumó el II Concurso Latinoamericano de Ilustración Botánica, realizado en Cartagena de Indias en el 2002, en el marco del VIII Congreso Latinoamericano de Botánica, y un concurso de ilustración liderado por el Jardín Botánico de Bogotá en asocio con Adpostal para buscar la imagen de la edición postal conmemorativa de sus 50 años de fundación.

No obstante, aún no se ha logrado consolidar un gremio de ilustradores científicos

JUAN PABLO VEGARÁ

colombianos, como los que existen en el exterior. Algunos de ellos son la Academia Mexicana de Ilustración Científica, la American Society of Botanical Artists: ASBA, el Guild of Natural Science Illustrators, de Estados Unidos, la Fundación Margaret Mee, de Brasil, y el Colectivo de ilustradores científicos de Cataluña, España.

Pese a las dificultades por agruparse, el exótico arte logra tener cada vez más espacios académicos y adeptos en el país. Nada extraño si se tiene en cuenta que no sólo sirve de vehículo para mostrarle al mundo la riqueza natural de Colombia, sino que logra recrear especies desaparecidas e incluso llama la atención sobre el valor, la belleza y el potencial de las plantas y animales nacionales que por alguna razón se encuentran en peligro. Sin duda, una forma de rendirle culto al arte de la vida.



JUAN PABLO VEGARÁ



El pelaje, las escamas y las texturas de las hojas son algunos de los detalles más difíciles de lograr.



CARDY AUGUSTO HERNÁNDEZ

FÍSICA

EN PANTALLA CHICA

La vida y obra de Galileo Galilei se ha presentado en los canales regionales del país gracias a una realización televisiva de la Universidad Nacional de Colombia, que contó con el apoyo de Colciencias y la Fundación Mazda. A través del argumental, los maestros de los colegios públicos han logrado que sus estudiantes interioricen los principios de la ciencia moderna.

CARLOS AUGUSTO HERNÁNDEZ, Profesor titular, Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia.



CARLOS AUGUSTO HERNÁNDEZ

Franz Biberkopf, director del argumental.

Con razón se le ha reconocido a Galileo Galilei, fundador de la ciencia moderna y creador del Método Experimental, un lugar de honor entre los grandes hombres. Gracias a su trabajo, el desarrollo de la ciencia basada en la matematización de los fenómenos no se ha detenido desde hace 400 años y su aplicación a la técnica ha transformado el mundo.

Desde su muerte, en 1642, se han escrito sobre Galileo cientos de miles de páginas. Pero sólo a partir del texto de Panofsky (1954), Galileo como crítico de las artes, comenzó a explorarse la relación entre los trabajos del ilustre italiano y la pintura y la música del Renacimiento.

Esa relación es muy interesante: los valores estéticos del arte renacentista (la proporción, la unidad armónica, la simetría) son también valores de la ciencia en cuya construcción está empeñado Galileo y es posible que sus gustos expliquen ciertas elecciones que tomó en su imagen del mundo. Algunas referencias a este fascinante vínculo se encontrarán en lo que sigue.

En los primeros días de agosto de 1609, Galileo Galilei construyó un telescopio a partir de las informaciones que su amigo Paolo Sarpi pudo darle sobre la estructura de ese misterioso aparato de dos lentes que acercaba los objetos lejanos. Cinco meses más tarde, al comenzar enero de 1610, pudo mirar el cielo con un telescopio de 30 aumentos. El instrumento le reveló los accidentes de la superficie de la Luna y la existencia de incontables estrellas invisibles a simple vista. Gracias al telescopio, en esos primeros días de 1610 Galileo descubrió cuatro cuerpos celestes que acompañaban a Júpiter, adelantándolo y siguiéndolo rítmicamente. Estos resultaron ser cuatro satélites o lunas que giraban en torno al planeta.

Pero si la Luna era un cuerpo como la Tierra, no una esfera perfecta de éter, como creían los sabios de entonces, seguidores de Aristóteles, y se movía en su círculo alrededor de la Tierra, y si había cuatro lunas girando alrededor de Júpiter, ¿no era de esperar que la Tierra, igual que Júpiter, se moviera en torno al Sol, como había dicho Copérnico? ¿No tendría más razón que nosotros un habitante de Júpiter, con cuatro satélites, para creer que su planeta era el centro del universo? Galileo llegó a la conclusión de que el Sol y no la Tierra, era el centro del mundo.

Cuando en 1610 publicó sus descubrimientos en un pequeño libro llamado *Sidereus Nuncius* (El Mensajero Sideral), Galileo, que hasta entonces había sido profesor de matemáticas de la universidad de Padua se convirtió en filósofo matemático de la corte de Toscana. Las matemáticas tenían un reconocimiento muy inferior al de la filosofía, ciencia más prestigiosa y respetable en el siglo XVII. Pero, gracias al telescopio, Galileo dejó de ser un desconocido maestro que visitaba a sus amigos más prestantes en Venecia y se convirtió en filósofo del Gran Duque Cosme II de Médicis, en Florencia, la ciudad de sus ancestros, para envidia de los profesores de filosofía de la Universidad de Pisa, en donde había enseñado también matemáticas y había estudiado medicina sin obtener el grado.

El cargo era apetecible para cualquiera que se sintiera filósofo y algunos pensaron que tenían más mérito que Galileo para ocuparlo. La envidia convirtió a Galileo en blanco de ataques que no había imaginado. El movimiento de la Tierra le daría luego las mayores glorias y los mayores sufrimientos. Galileo estaba decidido a probar que el mundo era como lo imaginaba después de mirar el cielo con el telescopio.

El gran problema era que el movimiento de la Tierra no se siente. No lo sentimos nosotros y tampoco lo sentían, claro está, los contemporáneos de Galileo. ¿Por qué habrían de creer una idea tan extraña como la existencia de un movimiento invisible? Nos parece que la Tierra está sólidamente soportada en su centro y sólo algún temblor ocasional, que nos produce pánico, podría sacarla momentáneamente del reposo. ¿Por qué al saltar caemos en el mismo sitio, cuando la Tierra debería desplazarse mientras

estamos en el aire? ¿Por qué no sentimos el viento que produciría el movimiento vertiginoso de la Tierra sobre su eje? ¿Por qué los pájaros no se quedan atrás y podemos saltar la misma distancia en todas las direcciones?

Para responder a estos interrogantes, Galileo debía probar que el movimiento de la Tierra se comunica a todo lo que hay sobre ella. Pero sabido era, otra vez gracias a Aristóteles, que para mover algo se necesita una fuerza. ¿Qué fuerza arrastra la Tierra y todo lo que vive o descansa sobre ella? La explicación de Galileo en su Diálogo de 1632 resultaba asombrosa para un aristotélico: las cosas sobre la Tierra la siguen sin necesidad de fuerzas externas porque el movimiento se conserva¹. Si las cosas fueran dejadas libremente en un mundo sin obstáculos, mantendrían su movimiento sin necesidad de motores de ningún tipo, porque el movimiento sólo se extingue cuando una fuerza se opone a él.

Esta idea de la conservación del movimiento, que debía servir para refutar los argumentos contra el movimiento de la Tierra, sería la primera ley de la física, la ley de la inercia, la primera ley de la mecánica, el principio de la ciencia experimental moderna. Se trataba de una ley que serviría de base a toda la ciencia natural posterior; sin embargo, el sentido común no ofrecía suficiente evidencia para que resultara sencillo aceptarla.

Ciencia en televisión

Ocupémonos ahora un momento del modo como se presenta este problema en nuestro tiempo. La investigación en enseñanza de las ciencias y las pruebas aplicadas a los jóvenes que finalizan la educación media muestran claramente que el concepto de inercia contenido en la ley de la conservación del movimiento no es de fácil comprensión; que se requiere trabajar sobre él para hacerlo accesible y para lograr que sea cabalmente comprendido.

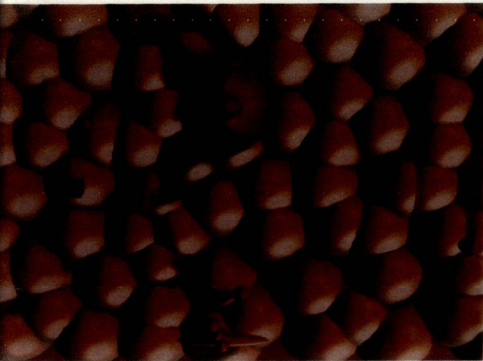
Por otra parte, la clase de física parece particularmente difícil y, a veces, árida, carente de emoción y de sentido para los estudiantes. Con frecuencia se decide aprenderla de memoria para satisfacer las exigencias de la escuela. La necesidad de obtener una nota para pasar un curso no tiene nada que ver con las razones de la física. Al contrario, el relato, casi cualquier relato bien construido, se sostiene por sí mismo (ya se verá más adelante qué tiene que ver aquí el relato, que parece "traído de los cabellos" a competir con la física).

i. Para Galileo, el movimiento circular de la Tierra alrededor del Sol y el de los cuerpos atados a la superficie del planeta alrededor de su centro no necesitan explicación. La Tierra se sostiene en su órbita sin necesidad de fuerzas a distancia porque mantiene el movimiento circular que le fue infundido desde la creación. No se requiere ninguna fuerza para moverla porque el círculo con centro en el Sol es la trayectoria natural de nuestro planeta. Podríamos hablar aquí de una "inercia circular".

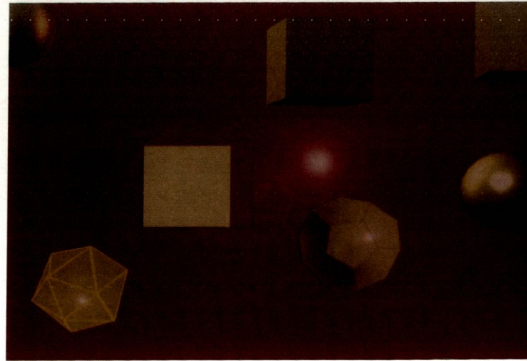


PROGRAMA DE LA TELEVISIÓN

Animación que ilustra uno de los experimentos de Galileo.



PROGRAMADORA UN TELEVISIÓN



PROGRAMADORA UN TELEVISIÓN

Los videos enseñan divirtiendo. Apelan a recursos como las simulaciones en tres dimensiones para facilitar en los niños la comprensión de la ciencia.

El relato genera suspenso y plantea interrogantes que es difícil evadir. Una vez incitada la curiosidad al plantear una situación problemática para un protagonista, el interés por el desenlace arrastra al lector de la historia o al espectador de la película. El asunto es generar el interés y mantenerlo.

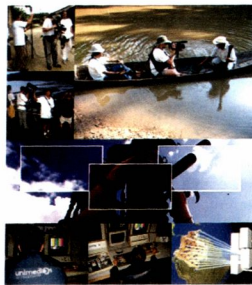
Las telenovelas crean una tensión en cada capítulo para mantener atados a los televidentes durante semanas y meses. Es una dinámica conocida desde los tiempos en que se escribió la *Poética* de Aristóteles. El gran filósofo refutado por Galileo en sus teorías sobre la naturaleza, pero seguido con atención por el fundador de la ciencia moderna en la lógica, conocía las claves de la atención que algunos maestros emplean. En efecto, hay maestros capaces de generar la curiosidad suficiente para llevar a los alumnos a la siguiente clase con la expectativa del desenlace de un dilema o la continuación de una historia.

Jesús Martín-Barbero y otros estudiosos de la comunicación han subrayado lo que los maestros de aula constatan con frecuencia: la cultura de la escuela se enfrenta con dificultades a la cultura audiovisual que seduce cada vez con mayor eficacia. El texto escrito tiene pocas probabilidades de vencer a la imagen en la lucha por

la atención de los niños y los jóvenes. Y frente a este dilema no le queda otra opción a la escuela que recoger y emplear las imágenes que pueda poner a su servicio.

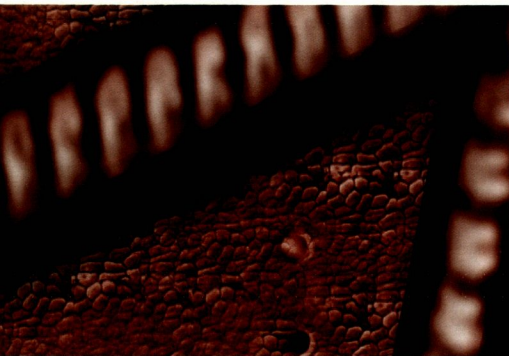
No es fácil convencer de las ventajas de la cultura escrita a quienes se forman desde muy pequeños en la cultura audiovisual. La cultura de la imagen es hedonista; la imagen produce placer, mientras que la escuela exige disciplina. La imagen es inmediata y la comprensión del texto es lenta. La cultura escrita de la escuela requiere asumir el aplazamiento que la imagen no exige. Podría decirse que mientras la lectura comprensiva está del lado del trabajo, la interpretación de las imágenes está del lado del consumo.

Añadamos un aspecto más a los problemas de comprensión de la física en la escuela básica y media. En el aula muy raramente hay ocasión de discutir las preguntas de carácter epistemológico que sería conveniente responder para alcanzar una mayor comprensión de la explicación científica: ¿Qué tipo de descripción de los fenómenos de la naturaleza (distinta de la del pintor, de la del agricultor o de la del viajero que contempla el paisaje) ofrece la ciencia moderna? ¿Qué supuestos existen detrás de la aceptación de la matemática

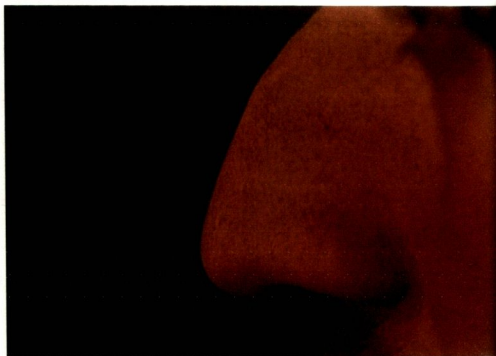


PROGRAMADORA UN TELEVISIÓN

El argumental fue realizado con el apoyo de la Programadora de la Universidad Nacional de Colombia, UN Televisión.



PROGRAMADORA UN TELEVISIÓN



PROGRAMADORA UN TELEVISIÓN

Secuencia de imágenes sobre el encuentro de Galileo Galilei con el científico Mario Guiducci (1585-1646).

como lenguaje adecuado para la descripción de los fenómenos? ¿Qué hace al experimento diferente de la experiencia del contemplador no científico?

El trabajo realizado a lo largo del proyecto *El video argumental en la enseñanza de las ciencias: videos sobre Galileo Galilei* se enmarca en las consideraciones que acabamos de hacer. Se trata de enseñar divirtiendo, de emplear la imagen y el relato para suscitar el interés en la física, de poner en evidencia los elementos "epistemológicos" involucrados en la comprensión de la ciencia inaugurada por Galileo. Se trató, como se infiere, de hacer la historia de la vida y la obra de Galileo Galilei en una serie de videos que pueden ser empleados como ayuda en el aula¹.

En cada video se plantea un problema y se confrontan dos visiones, la de un maestro de historia de las ciencias que enseña Galileo en primer semestre de filosofía y la de Carolina, su alumna, nieta de un estudioso de Galileo, que defiende las posiciones de su abuelo y se ve obligada a investigar para hacerlo.

En su trabajo de investigación, Carolina recibe la ayuda de su hermano Mateo, más joven que ella y con otros intereses, quien se va entusiasmando con la exploración de su hermana, a pesar de la prevención que le inspira explorar los papeles viejos en el cuarto clausurado del abuelo fallecido. El primero de estos videos narra los descubrimientos que hizo posible el telescopio y expone la argumentación de Galileo sobre el movimiento de la Tierra y sobre la ley de la conservación del movimiento.

El debate de los cometas

Volvamos, pues, a Galileo, a quien dejamos en Florencia, convertido en matemático filósofo del Gran Duque de Toscana, en 1610. En el año de 1616 tuvo éxito la conjura entre Ludovico delle Colombe, arrastrado por la envidia, y los sacerdotes dominicos Casini y Lorini, convencidos de que atacar a Galileo (incluso desde el púlpito) era enfrentar la herejía. Galileo fue advertido de que el Santo Oficio consideraba herético el movimiento de la Tierra y debió callar en adelante y guardar para sí sus teorías sobre el sistema del mundo.

En los últimos meses de 1618 aparecieron tres cometas en el cielo. Los astrónomos los descubrieron gracias a los telescopios que Galileo había enviado a distintos sitios de Europa. Galileo estaba enfermo y no pudo verlos. Los padres jesuitas vieron en los cometas la oportunidad de deshacerse del sistema de Aristóteles que no correspondía a los cálculos y sustituirlo por el sistema de Ticho Brahe, que dejaba la Tierra inmóvil en el centro del mundo y ponía a todos los planetas a moverse alrededor del Sol, mientras este daba vueltas a la Tierra.

Ticho había visto un cometa a finales del siglo XVI y los tres cometas de 1618 corroboraban que había sido correcta su observación. El sistema de Ticho era equivalente al de Copérnico, pero salvaba la inmovilidad de la Tierra y no era, por tanto, sospechoso de herejía. Por añadidura, el movimiento de los cometas no seguía un círculo y el sistema de Copérnico estaba basado en círculos. Así, el sistema de Ticho era coherente con la observación y derrumbaba simultáneamente los sistemas de Aristóteles y de Copérnico. Los

1 HERNÁNDEZ, Federico (Franz Biberkopf). Galileo Galilei: el arte de la ciencia. Dirección serie de videos. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia y Colciencias, 2004.



PROGRAMADORA UN TELEVISIÓN



PROGRAMADORA UN TELEVISIÓN

cometas, por tanto, refutaban a Galileo y abrían el campo a una imagen conveniente del cielo.

Precisamente, el segundo video comienza con la noticia de los cometas que llega a Galileo enfermo. Guiducci, un alumno del protagonista de nuestra historia, le cuenta cómo los cometas serán empleados como una prueba contra Copérnico. La respuesta de Galileo es sorprendente: "quienes vieron los cometas fueron engañados; los cometas no existen; quienes creyeron descubrirlos sólo vieron reflejos del sol en vapores muy altos y los confundieron con cuerpos celestes".

Algo muy importante impedía a Galileo aceptar los cometas: no se movían en círculos. El círculo era para él la figura perfecta escogida por el Creador como forma del mundo. El Dios de Galileo es un artista divino y los artistas del Renacimiento que el filósofo matemático tanto admiraba preferían las figuras perfectas. Galileo no había aceptado el descubrimiento de Kepler que señalaba que los planetas se mueven en elipses porque las elipses son círculos alargados, figuras deformadas como las que pintan los manieristas, y Galileo rechazaba el Manierismo.

El segundo video estudia las relaciones entre arte y ciencia y conecta el rechazo de Galileo a los cometas con su rechazo a las elipses de Kepler. Volveremos sobre el tema de los cometas después de examinar muy brevemente el problema del método, del cual se ocupa el tercer video.

En sus tiempos de Padua, Galileo se había dedicado a estudiar matemáticamente el movimiento y había desarrollado el método experimental. El tercer video estudia el problema de la medida de los tiempos (los tiempos medidos en el experimento de la caída, aproximadamente en 1609, eran asombrosamente exactos para la época) y muestra la importancia que tuvo para

Galileo ser músico e hijo de un músico. En el video se estudia el método experimental siguiendo la sugerencia de Stillman Drake (1975) de que Galileo usó la música para medir exactamente los tiempos. Nuevamente aquí asistimos al encuentro entre arte y ciencia.

Las matemáticas y el mundo

Regresemos para introducir el cuarto video, al momento en que Galileo, enfermo, fue sacudido por el descubrimiento de los cometas. La crítica violenta contra el padre jesuita Orazio Grassi, quien defendía la existencia real de los cometas, apareció en 1623 en *El Ensayador*.

Galileo había tenido que esperar para defender su hipótesis de los cometas como simples reflejos desde cuando Grassi, en 1619, atacó a nuestro filósofo matemático y a Mario Guiducci, el alumno que la expuso valientemente en la Academia Florentina. Pero en el año afortunado de 1623 un amigo suyo, el cardenal Mafeo Barberini, ascendió al trono papal con el nombre de Urbano VIII. Este libro, dedicado al Papa, es una especie de manifiesto epistemológico de la nueva ciencia; en él aparece la famosa frase que sintetiza el pensamiento de Galileo: "la naturaleza está escrita en lengua matemática".

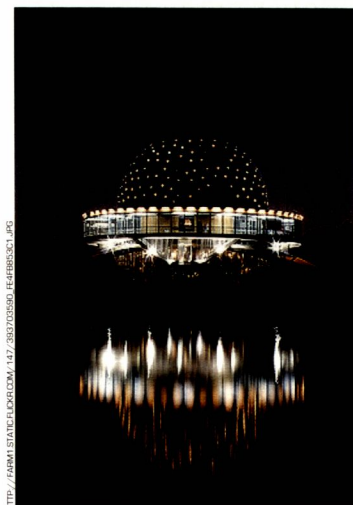
En ese libro extraordinario, que llevó al fundador de la ciencia moderna a instalarse también entre los grandes de la literatura italiana, se distinguen las cualidades matemáticas de las cualidades sensibles, se explica que la ciencia de la naturaleza se ocupa de las cualidades matemáticas y se defiende la idea de que la materia está constituida de átomos, como había enseñado Demócrito.

El cuarto video se detiene a examinar las relaciones entre las matemáticas y el mundo.

La historia de las ciencias es apasionante, pero requiere mucho tiempo y esfuerzo para ser apropiada e incorporada en la enseñanza. Los videos pretenden ahorrarle una parte del trabajo al maestro que se interese por este problema.

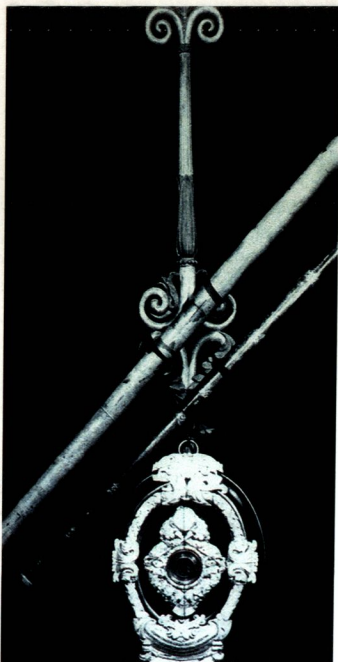


Los videos ponen en evidencia los elementos epistemológicos involucrados en la comprensión de la ciencia inaugurada por Galileo.

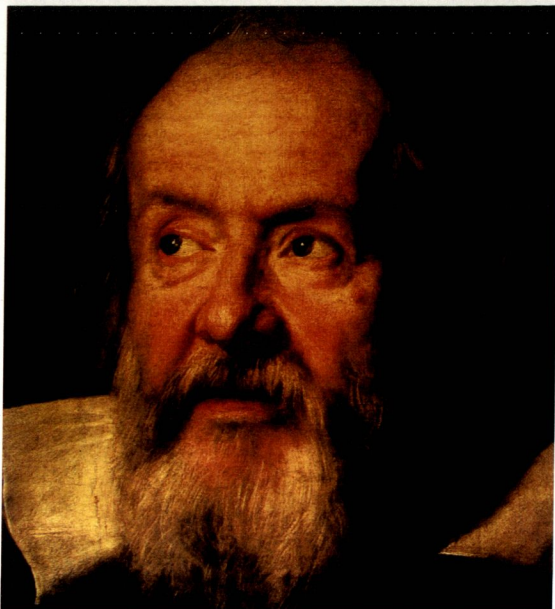


Allí se expone la teoría de los átomos y se ofrece la imagen del universo matemático que Galileo intentaba construir. ¿Acaso el universo es matemático? ¿Qué explica, si no es así, el hecho de que sea posible expresar las regularidades de la naturaleza en leyes matemáticas? ¿Creía Galileo que la naturaleza es esencialmente matemática o sólo pensaba que algunas de sus regularidades pueden expresarse matemáticamente? Detrás de la narración de acontecimientos interesantes, el tercero y el cuarto video plantean los que a nuestro juicio son los problemas centrales de la epistemología de la física.

“Los átomos hicieron sufrir a Galileo”, habría sentenciado el abuelo de Carolina en alguna parte de sus manuscritos. ¿Pero acaso no fue condenado nuestro héroe por el movimiento de la Tierra, por el copernicanismo, esto es, por el heliocentrismo? La historia es muy clara en ese asunto y los documentos disponibles del juicio a Galileo son muy explícitos a ese respecto. Por esa razón, el libro de Pietro Redondi, Galileo Herético (1990), produjo cierto malestar en más de un historiador de las ciencias.



HTML: BRUNOZELVAZQUEZ/CM/ GALILEO GALILEI. I. P. 1914.



WWW.PFPAASHU/TK/CS/LA/ GALILEO GALILEI. P. 1914.

Según Redondi, Galileo habría sido condenado por el heliocentrismo y él habría aceptado esa condena... para evitar ser juzgado por una herejía mucho más grave: el atomismo. El atomismo pondría en duda nada más ni nada menos que el dogma de la transustanciación. Si el atomismo fuera cierto, pensaron quienes acusaron a Galileo en 1624 (una acusación mantenida en secreto hasta 1982), la eucaristía no podría transformar la sustancia del pan en el cuerpo de Cristo. Se ha silenciado relativamente el escándalo, pero no nos parece que las dudas levantadas por Redondi se hayan resuelto. El quinto y último video se ocupa de este tema y muestra el contexto histórico en que vivió Galileo, determinado por la guerra de los 30 años.

Aprendizaje lúdico

La historia de las ciencias es apasionante, pero requiere mucho tiempo y esfuerzo para ser apropiada e incorporada en la enseñanza. Los videos sobre Galileo pretenden ahorrar una parte del trabajo al maestro que se interese por este problema. Pero para conducir una buena

discusión sobre los videos se ha escrito también un libro: Galileo: el arte de la ciencia (2004), donde se sigue la secuencia de los videos y se profundiza sobre los problemas planteados en ellos. Muy pocos maestros han leído el libro, pero muchos han podido ver los videos en los canales regionales de televisión, comenzando por los docentes que generosamente colaboraron en el proyecto.

La aventura de la investigación que condujo a los videos es tan interesante que no dudamos en invitar a los maestros y a otros investigadores a explorar las posibilidades que brinda la imagen en movimiento. No es fácil reunir los recursos para una puesta en escena de época, pero hemos visto experiencias como la de la Institución Educativa del barrio Arboleda Altaⁱⁱ, donde prácticamente sin recursos se hizo una original reconstrucción de nuestra historia. Estamos convencidos, con razones, de que la escuela debe acudir a las imágenes para cumplir la tarea de convertir el deseo de saber en voluntad de saber. Existen más conexiones de las que podamos imaginar entre la ciencia y la vida.

ⁱⁱ Los videos Galileo Galilei: El arte de la ciencia han sido presentados mediante conferencias relativas a sus contenidos en el Programa de Formación Permanente de Docentes (PFPPD) Galileo y Newton: Orígenes de la ciencia moderna, ofrecido a los maestros del Distrito por la Secretaría de Educación de Bogotá y la Universidad Nacional. Dentro de las actividades de este PFPPD se presentó el video de la Institución Educativa Distrital Arboleda Alta, al que hacemos referencia.



INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

Colombia: Ciencia y Tecnología es la revista de carácter divulgativo de Colciencias. Es una publicación trimestral sobre la actividad científica y tecnológica de Colombia e instrumento de información y actualización para la comunidad de investigadores y público en general. Los temas seleccionados para cada edición son aprobados previamente por un Comité Editorial encargado de asegurar la calidad de la revista.

Ninguna publicación, nacional o foránea, podrá reproducir o traducir sus artículos o resúmenes, sin previa autorización escrita del editor.

La revista tiene un tiraje de 2.000 ejemplares y se distribuye por suscripción, canje o donación a miembros de la comunidad científica, sector académico, empresarios, bibliotecas, entidades gubernamentales, centros de investigación y público en general.

CONDICIONES PARA LA PUBLICACIÓN DE UN MATERIAL

1. Colombia: Ciencia y Tecnología publicará las siguientes categorías temáticas:

- a. Artículos originales: documentos inéditos derivados de una investigación científica y tecnológica que produce información nueva sobre aspectos específicos y contribuye de manera relevante al conocimiento y estructuración del movimiento científico del país.
- b. Estados del arte en un campo de estudios de interés estratégico para el país.
- c. Relaciones internacionales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y Colciencias.
- d. Dinámica de la investigación en el país: estudios sociales (historia, sociología, antropología, prospectiva) de CyT.
- e. Estrategias y políticas dentro del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y su desarrollo por Colciencias.
- f. Comentarios bibliográficos breves y críticos sobre libros recientemente publicados que, por su impacto, merecen ser explicados.
- g. Cartas al editor de los lectores solicitando aclaraciones o presentando comentarios sobre algún material publicado en la revista

2. Requisitos para la publicación de los artículos:
 - a. Extensión: Siete cuartillas, tamaño carta (21.5x27.5 cm) a espacio y medio.
 - b. Lenguaje de fácil comprensión para el lector no especializado.
 - c. Definir todos los símbolos y abreviaturas la primera vez que sean usados dentro del texto.
 - d. Entregar el material en disquete, con indicación del software empleado (preferiblemente en Word).
 - e. Incluir propuesta del título del artículo, que sea atractivo y significativo.
 - f. Incluir datos del autor con nombres, profesión, institución y cargo.
 - g. Enviar el máximo número de diapositivas o ilustraciones en blanco y negro de excelente calidad para tener un margen de selección. Este material debe ser original o contar con la debida autorización del autor.
 - h. Acompañar cada material gráfico con una breve leyenda evitando que esta contenga frases que ya están incluidas en el artículo.
 - i. Limitar el uso de notas de pie de página.
 - j. Incluir sólo las citas bibliográficas que tienen referencia en el texto. Estas citas deberán ser completas con autor, nombre del libro, editorial, fecha y página y no deben exceder las 10.

OBSERVACIONES GENERALES

El material recibido será evaluado por un experto externo a Colciencias. Esta evaluación es presentada ante el Comité Editorial de Colciencias para su estudio. Si el artículo es retenido para su publicación, el Comité sugerirá al autor las modificaciones que considere pertinentes y el número de ilustraciones y fotos que complementarán el texto en la revista. El autor deberá devolver la versión final una semana después de su remisión por el Comité Editorial.

Todo el material adicional al texto recibido por Colciencias, como diques, fotografías, dibujos ilustraciones, diapositivas será devuelto al autor después de la impresión de la revista, a la dirección que éste haya precisado.

La redacción del material deberá ser consecuente con el carácter divulgativo de la revista y la diversidad de sus lectores.



COLCIENCIAS
C O L O M B I A

Kr 7B Bis # 132-28
Teléfonos (57 1) 625 84 80
Fax: 625 1788
www.colciencias.gov.co
Bogotá D.C., Colombia