

Innovación y Ciencia

VOLUMEN V, N° 3, 1996

El renacer de los marsupiales



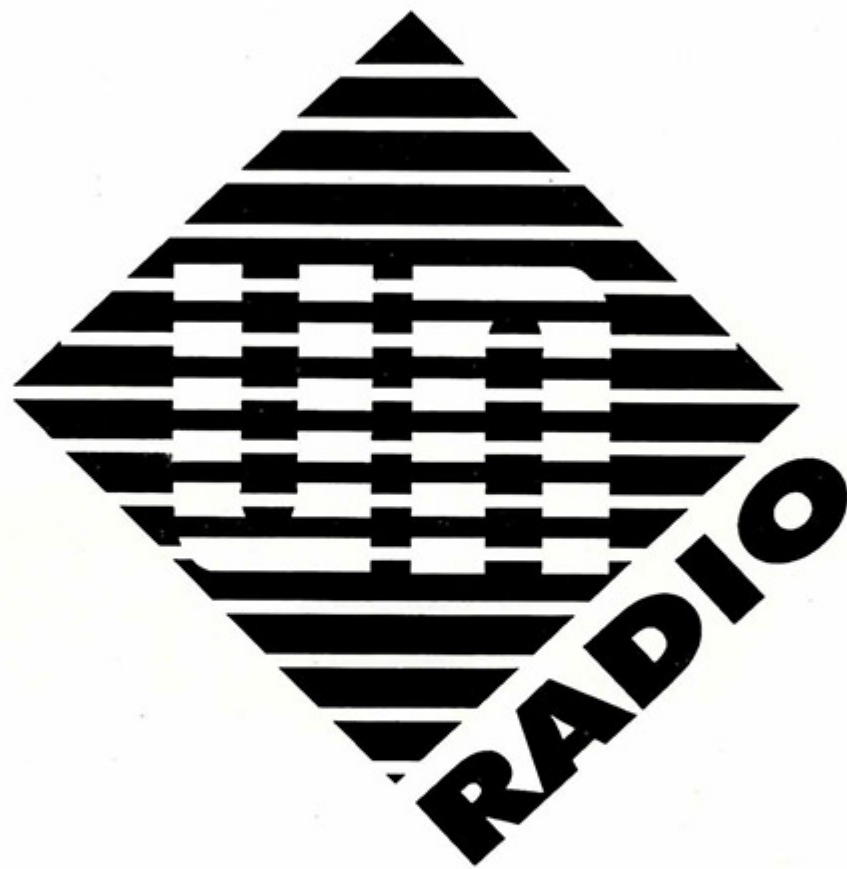
TARIFA POSTAL REDUCIDA 769. Precio: \$5.200.00

ISSN 0121-5140



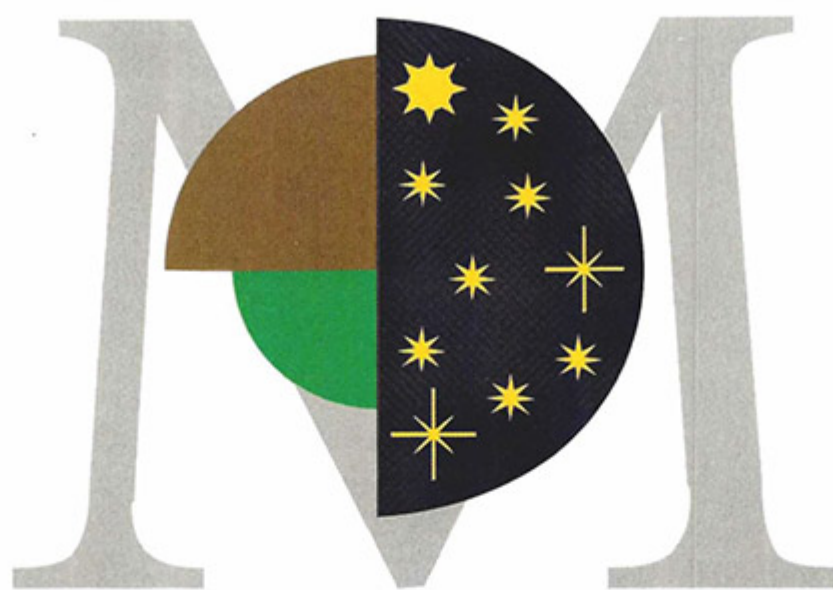
9 770121 514007

Avances recientes en satélites

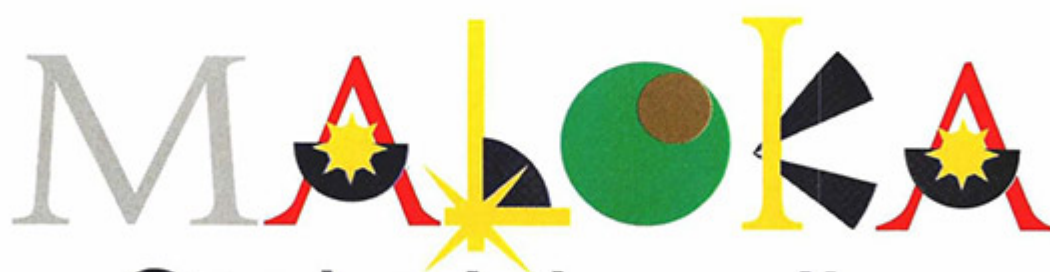


98.5 F.M.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Vive una Experiencia
con La Ciencia
y La Tecnología...



Centro Interactivo



ASOCIACION COLOMBIANA
PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA
A.C.A.C.



CIUDAD
SALITRE



ASOCIACION COLOMBIANA
PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA
- A.C.A.C. -

JUNTA DIRECTIVA NACIONAL 1995-1997

PRINCIPALES

Eduardo Posada	Presidente
Guillermo Hoyos	Vicepresidente
María Cristina Plazas	Secretaría
Carlos Corredor	Tesorero
Pedro Amaya	Vocal
Gloria Tamayo de Echeverry	Vocal
Paulo Orozco	Vocal

Asociación Colombiana
de Sociedades Científicas
Instituto Colombiano del Petróleo
Centro de Investigaciones Oceanográficas
e Hidrográficas - CIOH

Veedor
Marcelo Riveros

Directora Ejecutiva
Nohora Elizabeth Hoyos T.

Asistente de Dirección
Rosario Martínez

Asesoría Editorial
Mauricio Pérez Gil

Jefe División de Publicaciones
Manuel Cardozo

Revisora Fiscal
Teresa Bonilla

Administradora
María Paulina Rubio

Consejo Editorial Internacional
José Fernando Escobar, Leon Lederman,
Isabel Llano, Rodolfo Llinás, Abdus Salam

Consejo Editorial Nacional
Carlos Corredor, Rodrigo Escobar Navia,
Rodrigo Gutiérrez, Guillermo Hoyos,
Luis Eduardo Mora-Osejo, Antonio Ordóñez-Plaja,
Efraim Otero, Manuel Elkin Patarroyo,
Jorge Rodríguez Arbeláez, Jorge Eliécer Ruiz

Comité Editorial
Nohora Elizabeth Hoyos, Alberto Ospina,
Eduardo Posada, Manuel Cardozo,
Martha Patricia García, Rosario Martínez

Diseño Gráfico y Producción
Vesalius - Arte y Ciencia Ltda

Publicidad
María Elena Cabrera
Clara López

Fotografía
Photo Images Ltda., Image Bank, Stock Visual

Corrección de Estilo
Germán González

Digitación de textos
Yenny Yuliett Arias

Pre-prensa Electrónica
Elograf Ltda

Impresión
Printer Colombiana S. A.

DERECHOS RESERVADOS.

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización
expresa del Consejo Editorial. La publicación no es
responsable legal del contenido de la publicidad de la revista.
Resolución Ministerio de Gobierno N° 5447 del 9 de Octubre
de 1992. ISSN 0121-5140. Tarifa Postal Reducida N° 789
de Adpostal. Venc. Dic/96. A.C.A.C. Cra. 50 N° 27-70,
Edificio Camilo Torres, A.A. 92581. Fax: 2216950.
Tels: 2213313 - 2217348 - 2216769.

E-MAIL: acac1@colciencias.gov.co
Santafé de Bogotá - Colombia.
Precio de venta al público \$5.000.

CONTENIDO



PORTADA
Descubrimientos
recientes en torno a la
fisiología metabólica y
reproductiva de los
marsupiales han
cambiado la visión de
los zoólogos.

NOTA DEL EDITOR

La apropiación social de la ciencia y la tecnología.

7

NOTICIAS Y COMENTARIOS

Vida en Marte. ¿Mito o realidad?

8

En nombre de la ciencia. Cuando eso suceda, estaremos empezando a reencontrar "el don de la creatividad como expresión superior de la inteligencia humana".

10

Ciencia y Magia.

14

Radiocirugía estereotáctica con X-Knife. Una tecnología disponible ahora en Colombia.

18

Avances en nanolitografía con monocapas poliméricas

20

VISTAZOS

La nave Galileo visita el satélite Ganimedes.

Turismo ecológico en Africa.

Combinaciones de drogas para combatir el SIDA.

El computador más rápido del momento.

El Bore: nueva alternativa para la alimentación y la industria.

La pesca en estuarios del pacífico: una perspectiva histórica.

24

Innovación y Ciencia

Volumen V, N°3 - 1996

ARTICULOS

El cólera

El cólera, enfermedad intestinal aguda causada por dos serotipos de la bacteria *Vibrio cholerae*, está íntimamente relacionada con la pobreza y se presenta en lugares donde hay hacinamiento y carencia de medidas de higiene y de agua potable. La prevención de esta enfermedad está ligada al mejoramiento de la calidad del agua y a la implementación de medidas elementales de sanidad.

28

El renacer de los marsupiales.

A pesar haber sido considerados durante años mamíferos poco avanzados, descubrimientos recientes en torno a la fisiología metabólica y reproductiva de los marsupiales han cambiado la visión de los zoólogos. En este artículo se discute algunos de los hallazgos más relevantes y se explica porqué la biología de los marsupiales debe ser considerada alternativa a la de los mamíferos placentarios, pero no necesariamente más primitiva. Se Resume la importancia de las investigaciones con marsupiales; delineando caminos para trabajos futuros y enfatizando las posibilidades con especies colombianas.

36

Avances recientes en satélites artificiales.

El lanzamiento del Sputnik I, el primer objeto de fabricación humana en orbitar la Tierra, dió inicio a la colocación en el espacio de miles de satélites diseñados para cumplir una gran variedad de funciones, desde observar los objetos más fríos y calientes del universo hasta permitir comunicaciones a escala global o conocer con una precisión asombrosa la posición geográfica de cualquier objeto. Sin embargo, la excesiva tasa de colocación de satélites genera también inconvenientes.

42

La sociobiología: una disciplina.

Se enumeran diferentes modelos que permiten ver la manera como los hechos y las ideas están siendo sustraídos a la luz de los principios de la genética y la ecología.

48

Semilleros de pequeñas y medianas empresas.

Las incubadoras de empresas de base tecnológica apoyan a los investigadores para que conviertan sus ideas, innovaciones e inventos en una empresa exitosa, con altas posibilidades de comercialización. El artículo describe las

experiencias a nivel nacional y algunas de orden internacional y plantea que aunque pueden presentar un mecanismo útil para fomentar el desarrollo de nuevas firmas, basadas en la investigación científica y tecnológica, aún hay vacíos que pueden superarse.

56

NOVEDADES EDITORIALES

62

EN EL CAMINO DE LA CIVILIZACION
SIEMPRE SERA EL MAS RENTABLE



MAZDA ALLEGRO HATCHBACK

UNA PODEROSA INVERSION



INVIERTA EN PODER

DISEÑADO PARA CORTAR EL VIENTO. CONSTRUIDO PARA DEVORAR EL ASFALTO. CREADO A IMAGEN DE QUIEN LO LLEVA. ASI ES EL MAZDA ALLEGRO HATCHBACK. CON SU BRISO MOTOR A INYECCION ELECTRONICA DE 1600 C. C., 4 CILINDROS, 16 VALVULAS QUE LO IMPULSAN CON EL NERVIJO DE TODO UN DEPORTIVO, CON SUS LLANTAS RADIALES Y SU SUSPENSION INDEPENDIENTE TIPO McPHERSON QUE LO ADHIEREN AL ASFALTO, CONVIERTEN SU CONDUCCION EN TODA UNA APASIONANTE EXPERIENCIA VIVIDA CON DEPORTIVIDAD, PERO CON EL EQUIPAMIENTO DE UN AUTOMOVIL DE GRAN LUJO.

INVIERTA EN SI MISMO

QUIEN DEMUESTRA SU CARACTER AL ELEGIR UN AUTOMOVIL COMO EL MAZDA ALLEGRO HATCHBACK, DICE MUCHO DE SI MISMO. PORQUE ELIJE UN VALOR SIEMPRE EN ALZA, LO QUE GARANTIZA UN ALTO VALOR DE RECOMPRA. Y ESO ES ALGO QUE HABLA POR SI MISMO.



MAZDA
Allegro

UN VALOR EN ALZA.

mazda

En el camino de la civilización

NOTA DEL EDITOR

La apropiación social de la ciencia y la tecnología

La Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, convocada por el presidente César Gaviria a finales de 1993, cuyo informe "Colombia al Filo de la Oportunidad" fue presentado a mediados de 1994, propuso entre otros planteamientos la creación de un programa nacional de endogenización de la ciencia y la tecnología, cuyo objetivo central a largo plazo debería ser el de integrar la ciencia y la tecnología a todas las actividades de la sociedad. Dicha propuesta es de vital importancia si consideramos que hoy, en los albores del siglo XXI, es imposible que una nación alcance un nivel adecuado de desarrollo económico y social sin dar a la ciencia una altísima prioridad en sus planes de desarrollo. Así lo han hecho en las últimas décadas países que, al igual que los llamados tigres asiáticos, han alcanzado en muy pocos años niveles de vida cercanos a los de las naciones más industrializadas. Muchas de las propuestas formuladas en el mencionado documento quedaron plasmadas en el Plan Nacional de Desarrollo aprobado por el Congreso Nacional a comienzos de 1995, que compromete al Gobierno a alcanzar una inversión del 1 por ciento del PIB para ciencia y tecnología, y a desarrollar ambiciosos programas de formación de investigadores e incentivos al desarrollo científico y tecnológico. Debemos reconocer que, a pesar de las dificultades por las que atraviesa actualmente el país, se están realizando por parte de COLCIENCIAS y otras entidades grandes esfuerzos para lograr esos objetivos.

Un componente esencial de la propuesta, es el de establecer un plan nacional de apropiación social de la ciencia y la tecnología, encaminado a conscientizar al público en general sobre la importancia de esos temas, familiarizándolo con sus métodos y permitiéndole gozar de la maravillosa aventura de la exploración científica. Dicho plan incluye todo lo que a menudo se denomina popularización de la ciencia, añadiéndole además un componente educativo que pretende despertar una actitud más activa de la sociedad hacia la ciencia. Es así como están incluidos todos los medios tradicionales de la educación informal, tales como secciones en los periódicos, revistas

de divulgación, programas de televisión y radio, videos científicos, museos interactivos y, en general, los instrumentos que buscan llegar al público por fuera de los canales educativos normales. Así mismo, incluye los proyectos encaminados al mejoramiento de la enseñanza formal de la ciencia, para hacerla más amena y estimulante, favoreciendo el desarrollo de la creatividad y el espíritu investigativo y dando espacio para estimular la innovación y la invención.

Si bien en los países avanzados la popularización y la educación formal en ciencias han recibido una especial atención de parte de las autoridades, en el nuestro, lo mismo que en la mayoría de los otros países latinoamericanos, constituyen actividades marginales, no sólo en los medios educativos sino también, a menudo, en los sectores de la investigación científica, que las consideran poco serias e intrascendentes. Es obvio que es una visión fundamentalmente errada, ya que un buen conocimiento de la ciencia por parte de la sociedad le permite a ésta, no sólo utilizar mejor sus productos sino también orientar y controlar su desarrollo. Estas actividades son también las herramientas para atraer a los jóvenes hacia la ciencia, desarrollando su creatividad y haciendo de ella uno de los pilares de una sociedad más justa y más autónoma.

La convención de A.C.A.C., que se desarrollará a finales de septiembre, tiene como tema central el de la apropiación social de la ciencia y la tecnología, buscando suscitar en nuestros compatriotas una reflexión crítica sobre este tema, para lo cual contamos con la colaboración de eminentes especialistas en ese campo, al igual que de investigadores de la ciencias naturales y de comunicadores de la ciencia.

Estamos seguros de que las deliberaciones de la Convención dejarán para nuestro país una visión más clara de este trascendental tema, fijándole derroteros que le permitirán afrontar mejor el siglo venidero.

EDUARDO POSADA F.
NOHORA ELIZABETH HOYOS T.



Vida en Marte:

La imaginación humana, apoyándose en las especulaciones científicas, ha creado diversos tipos de seres extraterrestres inteligentes, cuyas descripciones se basan en «contactos directos» con OVNIS tripulados por formas de vida de otros planetas. Muchos fenómenos del espacio exterior, no explicables por el conocimiento científico actual, alimentan permanentemente la creencia de que exista vida fuera del planeta Tierra.

El pasado 6 de agosto se anunció el descubrimiento de indicios de vida en un meteorito proveniente de Marte. Este hecho, en caso de llegar a confirmarse, marcaría un hito en la investigación científica, puesto que la existencia de vida fuera de nuestro planeta ha sido un mito imposible de comprobar hasta nuestros días.

El informe, presentado por un equipo de nueve científicos, plantea la existencia de

vida en Marte, que data de unos 3.600 millones de años. David McKay, geoquímico del Centro Espacial Johnson de la NASA, en Houston, líder del grupo de investigación, señala que la comunicación sólo revela el hallazgo de algunos indicios de vida y que, con los datos actuales, no es posible tener certeza al respecto.

El Director de la NASA, Daniel Goldin, expresa que estos hallazgos sugieren la posibilidad de que en Marte haya existido vida microscópica en el pasado, aunque no son probatorios.

En 1969, se identificaron por primera vez moléculas orgánicas provenientes del cosmos, durante el estudio de un meteorito encontrado en Australia. La exploración del planeta rojo comenzó hace 20 años con las expediciones Viking-1 y Viking-2. Estas naves transmitieron durante siete años, millones de datos desde la superficie del planeta. En el estudio se detectaron elementos esenciales para la vida (nitrógeno, oxígeno, hidrógeno y fósforo), hielo y vapor de agua, además se recolectaron imágenes fotográficas del 97 por ciento de la superficie del planeta. Sin embargo, el análisis realizado no reveló ningún indicio de vida.

En 1984, se encontró en la Antártida un meteorito del tamaño de una bola de tenis, que pesó 1.900 gramos y cuya composición se asemejaba a la de otros identificados previamente como mar-



..... ¿mito o realidad?

cianos. Aunque el meteorito cayó hace unos 13.000 años (según datos de las investigaciones geológicas) en la región de Allan Hills (por lo cual se ha denominado ALH84001), cerca del Polo Sur, sólo fue descubierto 12 años atrás, y desde hace dos, los investigadores que lo estudian han descifrado un grupo de signos misteriosos que aparentan ser testimonio de vida en el pasado. Las estructuras unicelulares encontradas en el ALH84001 son muy parecidas a bacterias terrestres.

Los químicos analíticos Simon Clement y Richard Zare, de la Universidad de Stanford, además de otros colegas asociados a la investigación, encontraron el año pasado hidrocarburos aromá-

uticos policíclicos en los fragmentos internos de la roca. Estos hidrocarburos son moléculas grandes, comunes en partículas interplanetarias, pero no implican reacciones bioquímicas. Sin embargo, para el equipo de McKay, la presencia de ellos en un meteorito procedente de Marte aumenta la posibilidad de que sea producto de la descomposición de organismos que vivieron en la roca.

Clement y sus colegas parecen estar muy convencidos de que la presencia de estos hidrocarburos no es producto de contaminantes de la atmósfera, sino que estos son propios del meteorito,

es decir que vinieron con él, o en él.

Otra evidencia, según explica McKay, que sirve de soporte a la

Es posible plantear que en el pasado las condiciones ambientales de Marte hubieran sido compatibles con la vida.

hipótesis, es la abundancia de depósitos microscópicos de carbonatos que forman «glóbulos» similares a los que otros investigadores han obtenido, producto de la acción bacteriana, en pruebas de laboratorio y en lagunas de agua dulce.

El geólogo Robert Folk, de la Universidad de Texas, reportó la presencia de «nanobacterias» fosilizadas en algunas rocas jóvenes terrestre. Este informe refuerza la posibilidad de que existan microbacterias fosilizadas en el meteorito; además, se ha comprobado que algunas bacterias pueden vivir en temperaturas extremas, como las de los cuellos volcánicos. Así pues, es posible plantear que en el pasado las condiciones ambientales (más calientes y húmedas que las actuales) de Marte hubieran sido compatibles con la vida.

McKay y sus colegas sostienen no estar afirmando haber encontrado vida en Marte, pero sí que sus hallazgos son una combinación de muchas observaciones, que sugieren su presencia en el planeta rojo.

En los últimos 34 años se han realizado 19 expediciones a Marte y, después de los recientes hallazgos, no cabe duda de que el interés por la exploración en este planeta se incrementará. Se espera, por parte de Rusia, Francia y Estados Unidos, la realización de las misiones Mars 96, Mars Pathfinder y Mars Global Surveyor 1 (1996-1997) y, posiblemente, de una misión tripulada antes del año 2.010.

.....

Alberto Villegas Betancourt
Instituto de Investigaciones en Geociencias,
Minería y Química,
INGEOMINAS.

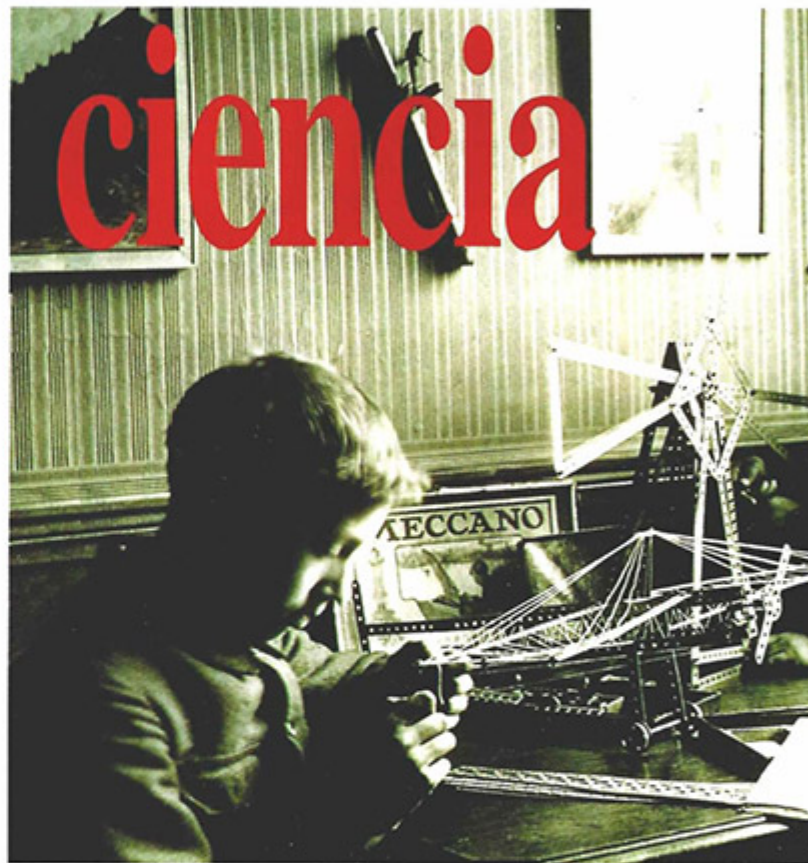


En nombre de la

*Cuando eso suceda,
estaremos empezando
a reencontrar*

*“el don de la creatividad
como expresión superior
de la inteligencia*

humana”



Para un sector considerable de la sociedad, la ciencia no figura entre las necesidades fundamentales y la formación científica no pasa de ser un adiestramiento selectivo para acceder a formas superiores del conocimiento. Numerosas instituciones educativas, a pesar de las reformas, siguen alejadas de desafíos que trasciendan el conocimiento escolar; en varias universidades, la investigación científica es desconocida, a pesar de que en ellas se programan

numerosas actividades en nombre de la ciencia.

¿Por qué es apremiante repensar la educación desde la perspectiva del espíritu científico? ¿Es posible una aproximación a la ciencia desde los niveles básicos del sistema educativo? ¿Propicia la nueva Ley de Educación una aproximación al quehacer científico? ¿Estamos los maestros capacitados para asumir el reto de la ciencia y la tecnología?

Por mi parte, después de ejecutar fielmente los rituales tradi-

cionales de la enseñanza de la física, descubrí que la ciencia no es lo que me enseñaron, ni aquello que enseñé durante varios años; que ni siquiera me había aproximado a ella mientras estuve bajo la tutela de la pedagogía y que, a pesar de haberme desempeñado como experto en el modelo transmisor-receptor, en realidad jamás había pensado en términos de la ciencia.

En escuelas, colegios y universidades recibí, en nombre de la ciencia, una sobrecarga informativa que jamás se incorporó a mi vida

y me quedé sin explorar a fondo mi propia racionalidad; aprendí a defender incondicionalmente la unidad de opinión y de acción frente a Dios, al mundo y a la vida, y perdí la oportunidad de conocer el valor del pensamiento divergente; empecé a creer que todo estaba dicho y hecho a la perfección y jamás tuve necesidad de descubrir, imaginar o inventar.



En una normal y en una facultad de educación, como la mayor parte de los maestros de este país, *en nombre de la ciencia* aprendí a apoyarme en "los hombros gigantes", pero no a caminar por cuenta propia; a transmitir un saber acumulado y sistematizado en asignaturas, pero no a pensar y experimentar por iniciativa personal; a pregonar maravillas del método científico, sin haber vivido una aventura científica; en fin, aprendí a planificar la vida escolar sin tener en cuenta el enorme po-

tencial de los protagonistas del proceso. De allí egresé derrochando rituales deductivos estandarizados, interrogantes ya planteados, montajes experimentales envejecidos y con la extravagante sensación de haber triunfado.

Ahora entiendo que la docencia puede sojuzgar el espíritu, o incentivarlo para la búsqueda personal. Las concepciones curriculares pueden llevar a pensar que el futuro está iluminado por la historia, o que nuestra subsistencia depende de aquello que seamos capaces de imaginar, crear y cambiar. La disciplina escolar puede contribuir "para que nuestros niños se adapten por la fuerza a un país que no fue pensado para ellos", o fomentar la autonomía con responsabilidad. La escuela puede agenciar la cultura de la vigilancia, el conformismo y la inseguridad, o cultivar la libertad como la más profunda de las responsabilidades del ser humano.

Los maestros, tal vez más que otras personas, y ahora más que antes, estamos acosados mediante exigencias relativas a la ciencia, la tecnología, la ética y la estética. A los profesionales de otras áreas no se les exige tanto; a los maestros, demasiado.

Los maestros hemos conservado con entusiasmo las manifestaciones de nuestro patrimonio cultural y, ahora, debemos empezar a promover los valores, las expresiones y las representaciones de mayor prestigio en los países desarrollados; crecimos aferrados a un Dios, a una lengua y a una tradición y, ahora, bajo el signo de la modernidad, debemos empezar a respetar otras creencias, tolerar otras opiniones y estimular modos antagónicos de pensamiento. La autenticidad y las demostraciones de creatividad jamás fueron requisitos para ejercer la

profesión docente; ahora, se exigen proyectos originales para cultivar la búsqueda del conocimiento, defender la naturaleza, procesar la información de manera ágil, crítica y eficiente y construir las bases de la convivencia nacional.

Los maestros cumpliremos con la parte que nos corresponde, porque consideramos que están en juego derechos fundamentales. Queremos ser nosotros mismos. Nuestras limitaciones, antes que pretextos para exigir ventajas, pueden ser razones para sacar a relucir los valores que engrandecen al hombre. No estamos conformes con lo que sabemos, queremos aprender a construir el conocimiento. No estamos contentos con lo que hacemos y queremos empezar algo diferente. Queremos aproximarnos a la ciencia, no sólo porque está en juego nuestra propia subsistencia, sino porque empezamos a entender que los caminos de la ciencia son caminos de libertad.

Sin embargo, a quienes esperan resultados inmediatos de la reforma, es oportuno recordarles que los maestros no hemos tenido autonomía y aún no hemos aprendido a responsabilizarnos de ella; que por conservar fielmente las conquistas de la inteligencia humana aún no hemos acrecentado nuestras propias estrategias de pensamiento; que por concebir el

conocimiento como un conjunto de verdades absolutas y considerarnos sus depositarios legítimos, llegamos a creer que la discusión, la crítica y los contraejemplos eran actividades sin sentido; que por vivir con el convencimiento de que el quehacer científico era una genialidad imposible para nosotros, jamás estimulamos la originalidad, ni creímos en nuestras capacidades de exploración, descubrimiento e invención.

En varias universidades, la investigación científica es desconocida, a pesar de que en ellas se programan muchas actividades *en nombre de la ciencia.*

Por otra parte, es conveniente aclarar que educandos, padres de familia, directivos y, seguramente, docentes, no concebimos la reforma de idéntica manera, ni esperamos lo mismo de ella; es más, parece que no estamos esforzándonos en la misma dirección. O ¿acaso disponemos ya del ambiente educativo que estimule los cambios contemplados en la Ley de Educación? ¿Podemos hablar ya en voz alta de nuestras divergencias? ¿Entiende la comunidad que la participación es un derecho colectivo legítimo? ¿Hemos dejado atrás la creencia de que los programas y las calificaciones son lo fundamental? ¿El propio Estado reconoce que la investigación científica y el desarrollo tecnológico, además de originalidad, confianza en la propia racionalidad, e intuición creadora, requieren organización, recursos, equipos y espacios de gran magnitud? ¿El

propio Estado fomenta y patrocina la actividad científica, en forma equitativa, en todas las regiones, como soporte imprescindible de la convivencia nacional? ¿Tenemos los maestros las mejores opciones para acceder a niveles de excelencia? ¿El status del maestro hace atractiva la profesión docente? ¿Los posgrados constituyen una preparación efectiva a la investigación y la innovación? ¿Los maestros disponemos de la información bibliográfica y de los medios asequibles para publicar nuestras inquietudes? ¿Adelantan las facultades de ciencias, en sus regiones de influencia, trabajos que aseguren una aproximación palpable a la ciencia? ¿Qué investigaciones, revistas, ensayos, monografías y eventos de carácter científico pueden presentar para acreditarse como regentes de la actividad científica en

“Aprovechar para la vida la inmensa energía creadora de nuestra gente, que durante siglos hemos despilfarrado en la guerra”

el país? ¿Han asumido las facultades de ciencias la enseñanza de la ciencia como una veta investigativa primordial?

Cuando esto suceda, tendremos un ambiente propicio para el ejercicio de la libertad y la democracia; un espacio donde “la modernidad no sea un modelo para imitar sino un reto permanente de validación de la vida humana”; una docencia capaz de dialogar, de confrontar y de estimular el pensamiento divergente. Allí, el dominio de la lectura y la escritura, el razonamiento lógico y riguroso, la confrontación racional, el respeto por las ideas ajenas y la posibilidad de disentir sin que se rompa la comunicación serán propósitos educativos viables; allí, la ciencia no será un resumen de resultados sino la búsqueda disciplinada de explicaciones acerca de lo que nos rodea; allí la formación científica será una posibilidad tangible para todos.

Cuando eso suceda, estaremos empezando a redescubrir “el prodigio político de vivir como iguales en las diferencias”; a reencontrar “el don de la creatividad como expresión superior de la inteligencia humana”; y a “aprovechar para la vida la inmensa energía creadora de nuestra gente, que durante siglos hemos despilfarrado en la guerra”.

Antonio Benavides Hernández
Departamento de Física,
Universidad de Nariño

Insectos y crustáceos:

¿hermanos otra vez?

Recientemente, Friedrich y Tautz (1995), gracias a nuevos estudios moleculares, han sugerido que la unión de miriápodos (milpiés y ciempiés) e insectos (Atelocerata) puede ser artificial, y que los crustáceos podrían ser el grupo hermano de los insectos. Señalan los autores que los rasgos en común de estos dos grupos pueden deberse a convergencias, y no a caracteres únicos compartidos. Por otra parte, Panganiban y otros (1995) han aportado más elementos para enfrentar este problema, observando que un simple cambio en el desarrollo puede causar cambios entre patas ramificadas y no ramificadas.

Este mismo año, Popadic y sus colegas exploraron el carácter de las mandíbulas, estudiando patrones genéticos de expresión de genes específicos (genes distales DII) en algunos grupos de milípedos, crustáceos e insectos. Sus resultados sugieren interesantes implicaciones para entender la evolución de estos grupos. Primero, las mandíbulas artropodias, en sus orígenes, podrían haber sido similares a las de los actuales miriápodos. Segundo, la mandíbula cambió hacia el tipo de estructura conocido actualmente en crustáceos e insectos, siendo este un carácter compartido (no convergente) entre estos grupos.

Para Popadic y sus colegas (1996), esto demuestra que la estructura mandibular en crustáceos e insectos no es diferente (como tradicionalmente se ha considerado), y que son los crustáceos el grupo hermano de los insectos y no los miriápodos. Uniendo estas evidencias genéticas a otras de tipo molecular, morfológico y neuronal, parece ser que crustáceos e insectos han de agruparse en una línea evolutiva común, separada de los milpiés y ciempiés.

Fernando Fernández
Investigador, Instituto Humboldt,
Villa de Leyva, Colombia



**Todo lo que aprendiste,
lo aprendiste
en casa.
El mundo es tu casa.**

Ciencia y Magia

La historia del pensamiento ha tomado un giro que habría sido difícil de predecir. En la cúspide del tecnicismo que sobrevino a mediados de siglo se auguraba un nuevo milenio en el que primaría la concepción científica de la realidad humana, en desmedro de los conceptos religiosos y, sobre todo, a expensas de la paulatina erradicación del pensamiento mágico. Freud afirmaba en una de sus obras tardías, *Neue Folge der Vorlesungen zur Einführung in die Psychoanalyse* (1993): "Nuestra mejor esperanza para el futuro consiste en que el intelecto -el espíritu científico, la

El término 'magia' se utiliza aquí para referirse a la supuesta influencia de fuerzas místicas impersonales -cuya comprensión está más allá de la razón y de las teorías científicas- sobre acontecimientos humanos y naturales. En sentido amplio, el pensamiento mágico incluye animismo, brujería, adivinación, superstición, todos ellos muy en boga en la sociedad contemporánea.

Históricamente, la ciencia no surgió en contraposición a la magia o el mito, sino como un derivado de éstos. Las teorías cosmológicas de los naturalistas griegos, considerados por muchos gestores de las ciencias, no diferían significativamente de las explicaciones mitológicas. Además del trato con las divinidades, en la antigua China el oficio de mago (*shū*) y bruja (*wu*) incluía el ejercicio de la medicina y, en los comienzos de la historia egipcia, la magia estuvo a punto de desplazar a la religión, hasta que el culto a los muertos y a los animales se impuso sobre el ejercicio esotérico.

El pensamiento mágico estuvo presente en planteamientos de Kepler y Newton y la influencia de la astrología se refleja en las relaciones que William Harvey establecía entre movimientos planetarios y circulación sanguínea. En su breve ensayo *Advancement of Learning*, Francis

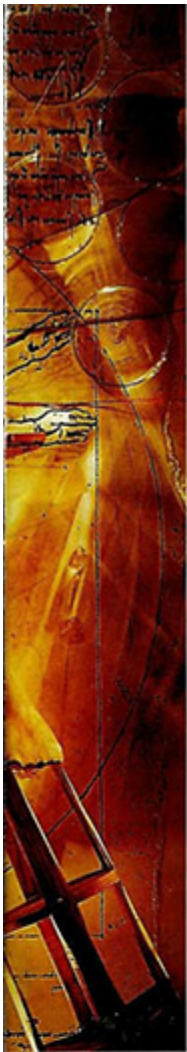


Bacon (1561-1626) afirma que tres ciencias, la astrología, la magia natural y la alquimia, tienen más de imaginación que de razón. El hombre, decía, cree con más premura aquello que prefiere y adopta la superstición en vez de enfrentar las profundidades de la naturaleza; sin embargo, no les negaba su carácter de 'ciencias'. Por su parte, Voltaire (1694-1778) declaraba: "[...] en todos los pueblos hubo hechiceros. El Estado pagaba a los hechiceros de primera clase para que leyeran el porvenir en el corazón y el hígado de un buey. ¿Por qué, pues, durante mucho tiempo castigaron los hechiceros inferiores con la pena de muerte? Al realizar prodigios, en vez de castigos debía haberseles tributado honores; y sobre todo debieron temer el poder de que disponían..."

Realmente, más que un enfrentamiento entre ciencia y magia se ha dado un cambio gradual de paradigmas o, como sostiene Kuhn, han tenido lugar 'revoluciones científicas' en las cuales magia y religión han perdido terreno ante la ciencia,

66 Aquellos que aman la verdad en cada cosa serán llamados amantes de la sabiduría y no amantes de la opinión 99
Platón, *La República* VI(483)

razón- establezca con el tiempo una dictadura sobre la mente humana." Sin embargo, los hechos demuestran que el denominado posmodernismo trajo consigo un renacer de la espiritualidad y un revivir de la magia, en todas sus manifestaciones.



en una serie de cortos enfrentamientos. Ejemplos de estos combates serían la revolución copernicana que echó por tierra toda posibilidad antropocéntrica del universo; la revolución darwiniana que situó a los seres humanos en el mundo de la zoología y; quizás, la actual revolución de las ciencias sociales que resalta las diferencias humanas y ha de llevar, esperamos, a la tolerancia sexual, racial, religiosa, e ideológica como única alternativa de coexistencia.

Las fronteras entre magia, religión y ciencia no son tajantes y cambian según la cultura y las creencias de cada quien. Muchos defensores de 'ideas esotéricas' tienen una sincera convicción 'científica'; numerosos místicos de las grandes religiones tradicionales consideran 'animistas' -en la misma escala de magos y brujos- a quienes profesan religiones

menos elaboradas, a su modo de ver, 'primitivas'. La línea divisoria histórica entre magia y ciencia se confunde, por ejemplo, en los pasos

ser humano la oportunidad de cambiar la naturaleza para su propio beneficio, ofreciendo al intelecto ocasión de razonar y actuar con base en el conocimiento fundamentado de los fenómenos naturales. La fe iluminaba el camino de quienes no se aventuraban en los terrenos de la independencia espiritual y de aquellos incapaces de cuestionar postulados dogmáticos. La religión, por su parte, tenía una función de carácter esencialmente moral, sirviendo de base a las normas éticas necesarias para quienes deseaban ser dirigidos en su propósito de obrar bien.

Galileo introdujo en el pensamiento científico universal una serie de conceptos innovadores en física y matemáticas, pero también planteó una nueva forma de investigar los fenómenos naturales. Como dice uno de sus biógrafos, vio claramente que con la ayuda de máquinas e instalaciones técnicas hábilmente pensadas se podía sorprender a la naturaleza.

La diferencia establecida por el francés Émile Durkheim (1858-1917), pionero de la sociología de la religión, puede tener utilidad práctica; para él, un practicante de la religión tiene una congregación, mientras un practicante de la magia tiene clientela. El británico

Edwar B. Tylor (1832-1917), en cambio, centraba la diferencia en que en la religión el poder omnipotente es ejercido por seres conscientes, a quienes es posible complacer por medio de determinados rituales, que

cumplen la función de mantener unida a la comunidad de practicantes. En su obra *Primitive Culture*, Tylor enumeró muchas de las razones por las cuales las fallas de la magia no son fácilmente percibidas por sus adeptos. Resulta curioso ver cómo muchos de los argumentos en que se apoyaban las culturas consideradas por Tylor 'primitivas' siguen siendo válidos en nuestra sociedad

tecnificada y supuestamente educada.

Quizás las contribuciones más importantes al estudio científico de la magia se deban a James G. Frazer (1854-1941), pionero de la antropología social. Para este autor escocés la magia surgió como una pseudociencia y se extendió por la humanidad primitiva antes de la aparición de la religión. El pensamiento religioso fue una creación de seres inteligentes -desilusionados por los frecuentes fracasos de sus brujos curanderos- que trasladaron la responsabilidad de los fenómenos inexplicables a nuevos seres infalibles: en su análisis, tanto magia como religión permitían encontrar explicación a errores evidentes de la lógica humana. Frazer estableció una secuencia magia-religión-ciencia. Los seres impersonales o inconscientes del mundo mágico fueron reemplazados, según él, por dioses asequibles a quienes era posible persuadir, mediante rituales y oraciones, para que modificasen favorablemente las normas que rigen la naturaleza. La 'Edad de la Magia' sería el equivalente intelectual de lo que culturalmente conocemos como Edad de Piedra. Frazer advierte, sin embargo, que la 'Edad Científica' no constituye necesariamente el punto culminante del desarrollo humano.

Las ideas mágicas que Frazer analizó en su voluminosa obra *The Golden Bough* (1890) se pueden agrupar en dos grandes categorías, que denominó 'Ley de la Similitud' (o la homeopatía) y 'Ley del Contacto' (o contagio). La primera establece relaciones entre objetos similares, basadas tan solo en su aspecto u otra característica común, asignándoles vínculos causa-efecto; la segunda postula que si dos objetos han estado alguna vez en contacto continuarán actuando el uno sobre el otro, incluso cuando han sido separados. A pesar de admitir la importancia antropológica y sociológica del pensamiento mágico, Frazer lo consideraba un estadio que era necesario superar: "La magia es un sistema espurio de ley natural, algo así como una mentirosa guía de conducta; es

66 Un ignorante nunca entiende las causas de hechos como éste. Piensa, por consiguiente, los dioses han de ser los responsables. 99
Titus Lucretius, *De Rerum Natura* VI

iniciales de la química alquimista del medioevo y más recientemente en la aceptación de medicinas 'alternativas' que, como la acupuntura, han resistido con relativo éxito el escrutinio del método científico.

Para Giordano Bruno, uno de los más preclaros pensadores de la humanidad, la función de la ciencia era conocer el mundo y brindarle al

una falsa ciencia y un arte abortivo". Muy probablemente se sorprendería de la proliferación de horoscopistas, oniromantes y lectores del tarot que hoy inundan nuestras ciudades, y más todavía con la credulidad de nuestra clase media intelectual que ha hecho de la superstición un negocio millonario. "El hechicero que cree sinceramente en sus pretensiones extravagantes está en mayor peligro y es más propenso a ver recortada su carrera que el impostor deliberado", afirmó Frazer. ¡Así que ojo! Si su brujo es exitoso, muy probablemente es un impostor.

Edward O. Wilson (1929), entomólogo de Harvard y padre de la sociobiología, ha ido más allá, encontrando en algunas conductas animales como la danza de las abejas, por similitud, un origen de la magia. Los círculos y figuras complejas de estos insectos serían movimientos anticipatorios, parecidos a los de los rituales indígenas que preceden el combate o la cacería, e incluso a los grandes desfiles militares de los países civilizados.

Malinowski (1884-1942), otro pensador de este siglo que se ocupó de la relación entre magia y ciencia, afirmaba en su libro *Magic, Science and Religion* (1925) que la magia surgió como un recurso para ampliar el conocimiento y la competencia humanos, lidiar con el fracaso, proveer confianza en tiempos de incertidumbre 'ritualizando el optimismo' y expresar los deseos de una sociedad tecnológicamente limitada. Tal vez por eso nos estamos apoyando de nuevo en ella. En *Totem und Tabu* (1913), Freud compara el pensamiento mágico con procesos mentales infantiles y neuróticos: el simple deseo o la intención preceden de manera automática a la realización del evento deseado.

El renacer del pensamiento místico y mágico que caracteriza a la 'nueva era' tiene múltiples explicaciones: la ciencia demostró no ser omnipotente y, no sólo ha sido incapaz de curar todos los males de la humanidad, sino que ha contribuido a su posible destrucción con bombas atómicas y desastres ecológicos. El mito fáustico (que no es de Goethe sino de sus intérpretes), según el cual vendimos el alma al diablo de la tecnología, generó toda una serie de promesas incumplidas. La ciencia, poseedora de la verdad única, fue incapaz de doblegar las fuerzas de la naturaleza y sus pretensiones de sabiduría incontrovertible resultaron vanas.

Santo Tomás afirmaba: "La noción de ciencia exige que aquello que es sabido sea imposible concebirlo de otra manera". (*Summa theologiae*, Segunda Parte II, Art.6). No piensan así quienes hoy se dicen cristianos y mez-

clan en sus creencias elementos de 'santería', brujería o superstición. Quizás el ser humano del Siglo XX no pudo resignarse a ser confinado, como un animal más, en un pequeño y solitario planeta perdido en un rincón del cosmos. Con la magia y el esoterismo las personas buscan trascender de alguna forma su vida monótona y encontrar una realidad ajena a este universo, que cuando no es cruel demuestra, en el mejor de los casos, una impertertable indiferencia.

Ciertamente, la ciencia actual tiene más explicaciones que soluciones; aunque se ha avanzado mucho desde la época de Descartes (1596-1650), siguen siendo válidas sus observaciones del capítulo final del Discurso del Método: "Todo lo que saben los hombres no es nada comparado con todo lo que resta por conocer". Es preferible, dice más adelante, la humildad de quien acepta conocer tan solo un

pequeño fragmento de la verdad, que quien se vanagloria pretendiendo conocerlo todo. A ese mismo respecto decía Galileo: "En las ciencias, la autoridad de millares de opiniones no tiene tanto valor como una minúscula chispa de razón en el hombre individual".

¿Es justo permitir que la gran masa humana prosiga por caminos evidentemente falsos, sólo porque así encontrarán algún consuelo a su dolor? ¿Es ético aceptar que curanderos impostores, brujos con supuestos poderes de sanación, rezanderos estafadores, terapeutas 'alternativos' y otros 'mercaderes de la salud', amparados en la credulidad de su clientela, sigan usurpando el papel de los médicos? Thomas Hobbes (1588-1679) aseguraba que la ignorancia está a medio camino entre la ciencia y las doctrinas erróneas. Más vale ser ignorante, que educado en principios carentes de verdad, ya que de esta última forma nos estaríamos alejando de la verdadera sabiduría (Leviatán, Capítulo 4). Es precisamente lo que está sucediendo: en un claro retroceso cultural, nuestra población está siendo educada en principios erróneos. No podemos resignarnos a contemplarlo impertérritos.



Diego Andrés Rosselli Cock, MD
Profesor de ciencias neurológicas,
Universidad Javeriana,
Universidad de los Andes,
Universidad del Rosario
y Universidad Militar.

Fernando Guzmán Mora, MD
Cirujano cardiorrástico,
Fundación Santa Fe de Bogotá.
Profesor titular,
Universidad del Rosario,
Colegio Mayor de Nuestra
Señora del Rosario

**En un claro
retroceso cultural,
nuestra población
está siendo
educada en
principios
erróneos.**

LA CIUDAD DEL FUTURO... HOY HAC

CON CIENCIA

Y TECNOLOGIA

EL CENTRO INTERACTIVO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, una nueva forma, didáctica y recreativa de enseñar los adelantos científicos y técnicos en un lugar que está destinado a convertirse en modelo de los centros culturales del país y sitio de visita obligada para estudiantes, educadores y turistas.

El futuro ya empezó, y en Ciudad Salitre se hace con ciencia.

Con la promoción de:
ASOCIACION COLOMBIANA
PARA EL AVANCE DE LA
CIENCIA "ACAC".

Y el aporte de:

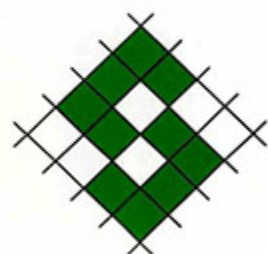
- COLCIENCIAS
- DISTRITO CAPITAL
- GOBIERNO NACIONAL
- SECTOR PRIVADO

Un proyecto de Fiducia
Inmobiliaria Integral

Administrado por:



Filial del BCH



CIUDAD
SALITRE

Un ejemplo a seguir

VIGILADO SUPERINTENDENCIA BANCARIA

CENTRO INTERACTIVO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Radiocirugía estereotáctica con X-KNIFE

Una tecnología disponible ahora en Colombia

Una nueva y revolucionaria tecnología que combina finos haces de radiación con imágenes computarizadas en tercera dimensión, y que se utiliza para destruir tumores y malformaciones vasculares cerebrales sin cirugía, llegó recientemente al país. El procedimiento se inicia localizando el tumor o malformación vascular cerebral de manera muy exacta, mediante imágenes obtenidas en un tomógrafo axial y en un equipo de resonancia magnética. Un computador procesa la información anterior y programa el tratamiento con rayos X. La clave de la operación está en irradiar la lesión sin dañar la parte sana del cerebro. Con los equipos convencionales de radioterapia, la cantidad de radiación que se enviaba al tumor estaba limitada por la irradiación que tolera la parte sana.

El paciente con un tumor cerebral antes requería una operación compleja y varios días de hospitalización. En la actualidad, si tiene un tumor tratable con radiocirugía, llega al hospital a las ocho de la mañana y sale, ya tratado, a las tres de la tarde del mismo día. Al día siguiente puede reintegrarse a sus actividades normales.

Cuando la fuente de radiación es el cobalto, la tecnología se conoce como GAMMAKNIFE, cuando aquella es un acelerador lineal se le denomina X-KNIFE. El efecto de estas dos formas de radiación sobre los tejidos biológicos es igual, lo que hace que en este aspecto, las dos técnicas sean comparables.

El X-KNIFE permite tratar lesiones localizadas en lugares no accesibles mediante *gammaknife*. Con éste no es posible tratar tumores con un diámetro mayor de 18 mm,

mientras el X-KNIFE es útil para irradiar lesiones de hasta 50 mm. Además, con éste es posible hacer tratamientos fraccionados y dinámicos, lo que no es factible con el *gammaknife*. Éstas y otras ventajas menores han hecho que el X-KNIFE haya tenido una mayor aceptación a nivel mundial. Hasta la fecha, hay unos 200 centros médicos en el mundo, sólo uno en Latinoamérica, que están utilizando el X-KNIFE, cifra que supera varias veces el número de *gammaknifes*.

Este avance tecnológico aplicado a la medicina de alta complejidad estará disponible a partir de agosto de 1996 en el Centro de Ciencias Neurológicas de la Fundación Santa Fe de Bogotá.

Julio Portocarrero

Director Fundación Santa Fe de Bogotá.



Ayudamos a mantener todas las formas de vida.

CIENCIA E INDUSTRIA
Productos y Sistemas Profesionales
Calle 98 No. 22-64 Piso 11 A.A. 4284
PBX: 623 55 11
Fax: (91) 623 41 88
Santafé de Bogotá, D.C.

Juntos hacemos tu vida mejor.




PHILIPS

Un paso adelante en ciencia y tecnología



Explore
un mundo
fascinante
de evolución
continua.

Innovación y Ciencia



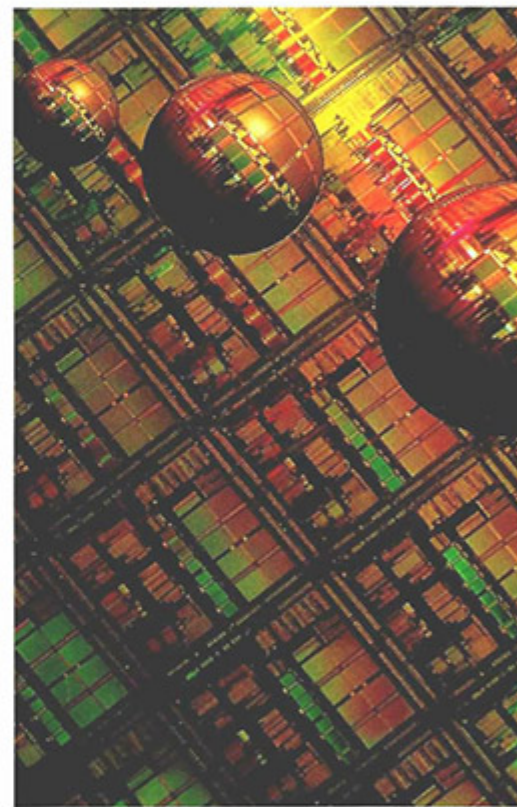
Avances en nanolitografía con monocapas poliméricas

La revolución microelectrónica ha producido un impacto muy fuerte en nuestra sociedad tecnológica, en esta última parte del siglo XX. Así, campos tan distintos como la producción automotriz, el diseño de computadoras, las comunicaciones en sus diferentes expresiones, la medicina y el desarrollo de equipos electrodomésticos han sido ampliamente influenciados por esta revolución. Ella fue impulsada y motorizada por la invención del transistor de contacto puntual, hace ya casi cinco décadas. Los años siguientes mostraron la rápida emergencia de innovaciones significativas en la tecnología de dispositivos de procesamiento. Por ejemplo, la tecnología de juntas, desarrollada inmediatamente después de la invención del transistor, permitió la construcción de uniones p-n en un semiconductor, material que no necesita recurrir a contactos masi-

vos tridimensionales (véase recuadro). El silicio se convirtió rápidamente en el material dominante para la fabricación de semiconductores y la fotolitografía se constituyó en la técnica por excelencia para fabricar dispositivos de silicio.

La innovación clave, que verdaderamente preanunció el nacimiento de la era de la microelectrónica, fue la invención del circuito integrado monolítico, por parte de J. Kilby y R. Noyce, en 1960. Esta invención suministró un medio valioso para la interconexión de muchos dispositivos de estado sólido sobre un sustrato semiconductor, para producir una unidad de trabajo capaz de realizar funciones electrónicas complejas. De esta manera, la densidad de dispositivos activos de un circuito electrónico pudo ser incrementada varios miles de veces en relación con lo ya logrado a partir de los clásicos dispositivos discretos, o de un solo transistor.

Los años que siguieron a la invención del circuito integrado han sido testigos de un crecimiento astronómico en la industria de la microelectrónica y sus tecnologías asociadas. El desarrollo en el diseño, la fabricación y el control ha permitido la producción de una amplia gama de dispositivos de creciente densidad de circuitos y de mayor grado de complejidad. Al mismo tiempo, los costos de producción también han aumentado, y actualmente se están realizando ingentes esfuerzos para el desarrollo de técnicas de procesamiento continuo y automático.



La posibilidad de lograr una implementación exitosa de esta clase de técnicas dependerá de la probabilidad de arribar a considerables avances en las áreas de la teoría y la aplicación del control de procesos.

Los medios convencionales para aumentar el nivel de integración de un circuito integrado, o sea, de aumentar la densidad del

circuito, han consistido en miniaturizar los elementos de los dispositivos y así elevar el número de circuitos activos que pueden ser introducidos en un área dada del silicio. A modo de ejemplo puede citarse la evolución temporal de la tecnología de la memoria de acceso aleatorio dinámico (DRAM). En el año 1975, las dimensiones del componente mínimo en un semiconductor de óxido metálico DRAM era de unos 8 μm y la capacidad total de una pastilla era de 4-KBIT (miles de bits), mientras que el mismo dispositivo en el año 1995 medía unos 0,3 μm y poseía una capaci-

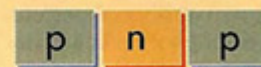
Una juntura es el elemento básico de construcción de la electrónica de semiconductores, es la zona de contacto entre semiconductores de tipo p y de tipo n. En un semiconductor de tipo p, las corrientes son producidas por portadores de carga positivos. En uno de tipo n, los portadores son negativos.

Ejemplo de semiconductor tipo p es el silicio con impurezas de

aluminio, o de boro, o de galio. El silicio con impurezas de fósforo, o de arsénico, o de antimonio, es un semiconductor tipo n.



Un transistor básicamente consta de dos junturas.



dad de 64-MBIT (millones de bits). Es de esperarse que esta reducción del tamaño crítico continuará por unas dos décadas más, y conducirá a dispositivos de dimensiones tan pequeñas como 0,1 μm . Aunque el tamaño de los elementos de circuitos de DRAM ha disminuido constantemente, con el correspondiente aumento en el número de elementos activos por chip, el costo

promedio de un chip ha permanecido prácticamente constante. En consecuencia, el costo por función ha bajado en forma considerable. Una consecuencia adicional de la disminución de las dimensiones de los dispositivos es la gran mejora en su desempeño y las tendencias, actuales muestran que ello continuará, debido al conocimiento de las leyes físicas que intervienen y al diseño de los semiconductores. Mención especial merecen los avances constatados a lo largo de estos últimos años en las tecnologías asociadas con la fabricación de los dispositivos, especialmente la litografía y el procesamiento.

Nanolitografía

Hemos sido testigos recientes del desarrollo y la aplicación de la tecnología de haces electrónicos, para sensibilizar las capas foto resistentes empleadas en la manufactura de circuitos a base de silicio. Actualmente, los científicos de la Universidad de Illinois, en Urbana-Champaign, Estados Unidos, están empleando microscopía de efecto túnel (MET) en condiciones

de ultra-alto vacío, para diseñar circuitos a escala atómica en silicio pasivado por hidrógeno (silicio recubierto con una capa de hidrógeno). En la fabricación de circuitos integrados por medios convencionales, los diseños son grabados en la capa foto resistiva orgánica por medio de haces de luz. La capa grabada de esta manera sirve luego como una plantilla base para la modificación química selectiva de la superficie de silicio subyacente. Corrientemente, esta tecnología se aproxima a un límite de alrededor de 0,1 μm de resolución, y se espera que los circuitos integrados comerciales con estas características se encuentren disponibles en forma masiva hacia fines de siglo.

Sin embargo, los límites de resolución de la litografía convencional pueden superarse utilizando una sola monocapa de hidrógeno y un haz de electrones de baja energía producido por microscopía de efecto túnel. En este proceso, el haz de electrones remueve el hidrógeno para dejar expuesto el silicio limpio al proceso químico selectivo. Distintos grupos de investigación y desarrollo han empleado este proceso a presión atmosférica, para lograr anchos de línea tan pequeños como 250Å. En estos experimentos, la remoción de hidrógeno es seguida en forma inmediata por el crecimiento de una película de óxido, que puede ser usada luego como una mascarilla para el grabado químico. Por otra

parte, la remoción de hidrógeno en condiciones de ultra-alto vacío expone automáticamente el silicio limpio, abriendo así nuevas opciones para el procesamiento químico selectivo, incluyendo la formación de estructuras metálicas y aislantes. El diseño en condiciones de ultra-alto vacío también propicia una mayor resolución, al evitar las reacciones químicas espurias causadas por la litografía a presión atmosférica de MET. En consecuencia, ha sido posible depasivar filas diméricas (dos átomos unidos) sobre la superficie de un cristal de silicio.

El proceso de depasivación (remoción selectiva del hidrógeno) parece involucrar dos clases de mecanismos. Cuando la energía cinética de los electrones excede la fuerza de unión del enlace Si-H (3,5 eV), éste puede ser roto, y el hidrógeno se desprende. Se ha propuesto que a más bajas energías electrónicas y alta corriente electrónica, el calentamiento vibracional produce la desorción del hidrógeno. Este elemento que permanece sobre la superficie, actúa como una máscara robusta para el procesamiento subsecuente. El grupo de Illinois ha demostrado la oxidación selectiva, y actualmente se encuentran muy avanzados los experimentos sobre nitruración de las regiones depasivadas vía MET, en colaboración con los científicos de IBM, para realizar la metalización selectiva.

El uso del MET para manipular átomos sobre las superficies ha sido mostrado anteriormente. En vez de mover los átomos uno cada vez, el proceso de depasivación que se describe aquí produce cambios químicos sin producir movimiento alguno de los átomos de silicio. En este sentido, el procedimiento se asemeja a la litografía convencional, pero a una escala menor en dos órdenes de magnitud.

Monocapas poliméricas autoensambladas

En una reciente publicación se describió la forma de diseñar sobre

un sustrato empleando una monocapa autoensamblada (SAM) diacetilénica, que actúa como laca en un proceso fotolitográfico y complementado por vía electroquímica. Este trabajo tiene como resultado la transferencia sobre un sustrato de oro de diseños a escala del micrón, pero se señala la posibilidad cierta, y casi inmediata, de extenderla como algo sencillo y directo, a nivel de nanómetros, a otros materiales como Si, Al y GaAs.

Por un buen número de razones, ha sido de gran interés el empleo de capas ultradelgadas del tipo SAM para diseñar superficies. En primer término, como tales capas consisten en moléculas sencillas y pequeñas, la resolución litográfica teórica define caracte-

La nanolitografía es una manera de imprimir caminos en un circuito integrado.

rísticas que pueden ser tan pequeñas como unos pocos nanómetros, si la capa es grabada con una herramienta adecuada, tal como la punta de un MET. En segundo lugar, las SAMs son extremadamente densas y en algunos casos su estructura se aproxima a la de un cristal bidimensional. Esto asegura una baja densidad de defectos y simplifica la aplicación y remoción de la resistencia. Por último, los grupos terminales de las SAMs pueden ser variados para mejorar la deposición selectiva de los materiales por medios químicos y/o físicos.

Como antecedentes a este aporte se han conocido varias contribu-

ciones que ilustraron la viabilidad de las SAMs como materiales de las capas. Así, es posible citar ejemplos de diseño basados en la remoción o aplicación de las SAMs por medio de fotooxidación, estampado, STM, haz electrónico y abrasión física.

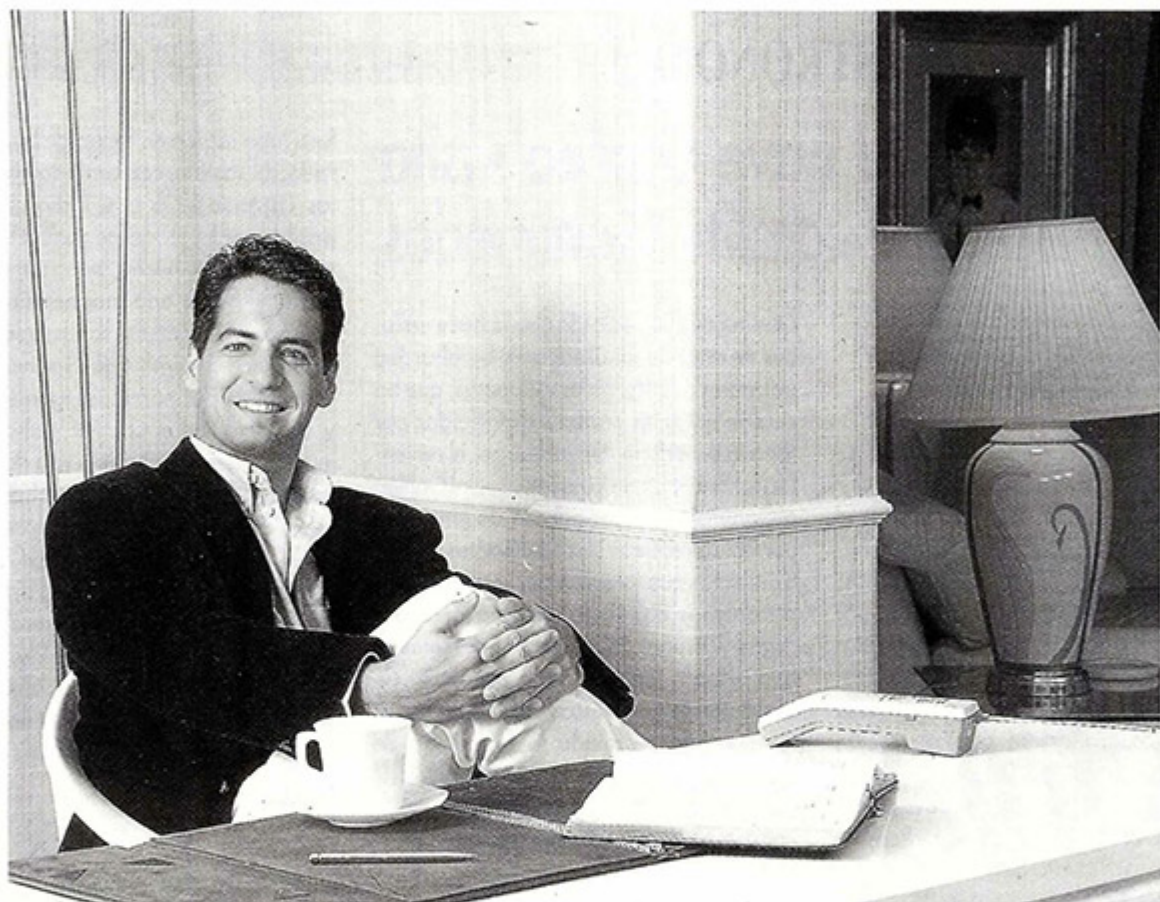
El esquema básico de esta reciente contribución reside en demostrar que una SAM compuesta de organomercaptanos diacetilénicos puede ser empleada como una capa fotolitográfica negativa. La importancia de este método radica en el hecho de que la capa es una película altamente organizada, muy delgada y con un muy bajo grado de defectos. Estos factores aseguran un diseño con alta resolución y control sobre la energía de la superficie y la reactividad de la capa misma, lo cual permite una dimensión adicional de control sobre el procesamiento de la superficie. Además, la limpieza de la resistencia solamente involucra métodos suaves y de fácil control, de naturaleza electroquímica. Anteriormente, se había mostrado también que las películas poliméricas de SAMs pueden formarse con facilidad, de manera tal que el espesor de las capas puede ser controlado en un rango bastante amplio. Finalmente, cabe destacar que en el futuro será posible esperar la obtención de propiedades bastante singulares y fácilmente manejables para la sensibilización electrónica y fotónica de las SAMs poliméricas, que puedan ser integradas en dispositivos de base de silicio empleando estas técnicas litográficas.



Eduardo Alberto Castro
CEQUINOR.
Departamento de Química,
Facultad de Ciencias Exactas,
Universidad de La Plata,
Argentina.

Éxitos

Los éxitos de tu vida



Las fórmulas de tu éxito son las fórmulas de tu vida.

Tu dedicación, tu concentración, tu entusiasmo, tu mente abierta y siempre activa y tu buen ánimo, secretos que saben bien para saborear tus éxitos.



Al mantenerte despierto a las oportunidades, te mantienes en una posición de éxito.

El café te acompaña en tus momentos de éxito.

Felicitaciones.

UN MENSAJE SALUDABLE DEL CAFE, PARA TI.

**PROGRAMA
EL CAFE Y TU SALUD
CENTROS DE
PREPARACION
DE CAFE**





ASTRONOMIA

La nave Galileo visita el satélite Ganimedes

La nave espacial Galileo, que se encuentra en órbita alrededor del planeta Júpiter desde el pasado diciembre, ha estado enviando a la Tierra espectaculares fotografías de Ganimedes, la luna más grande de Júpiter, que aportan a los astrónomos valiosos conocimientos sobre la evolución y configuración de este misterioso satélite. Fotografías de alta resolución muestran algo que ya se conocía desde hace 17 años con las misiones de exploración Viajero I y II: que la superficie de

Ganimedes ha recibido desde hace millones de años un inmisericorde bombardeo por parte de asteroides y cometas, que ha dejado enormes cráteres distribuidos por toda la superficie. Sin embargo, el reciente acercamiento de la nave espacial Galileo a Ganimedes, el pasado 27 de junio, ha permitido realizar dos fascinantes descubrimientos que tomaron por sorpresa a los astrónomos. El primero tiene que ver con las fisuras y arrugas de la superficie del satélite, que ofrecen indicios de la presencia de mecanismos geológicos muy similares a los que han permitido la formación de montañas y la deriva continental en el planeta Tierra. El segundo descubrimiento consiste en la detección de una magnetos-

fera (una región en forma de burbuja que rodea al satélite, conformada por partículas cargadas), lo que indica que, muy posiblemente, el satélite genera un campo magnético. De hecho, nunca antes se había observado una magnetosfera en un cuerpo relativamente tan pequeño como una Luna. Se cree que Ganimedes está constituido por porciones iguales de roca y de hielo de agua. Pero ahora, para explicar la presencia de un posible campo magnético, los especialistas han comenzado a especular acerca de la existencia de un núcleo de hierro fundido, o de una delgada capa conductora de agua salina bajo de la superficie. La nave Galileo fue lanzada en octubre de 1989 y se espera que en su misión de 17 meses alrededor de Júpiter aporte más conocimientos sobre el planeta y su corte de satélites.



TURISMO

Turismo ecológico en África

Los animales salvajes representan la principal atracción turística de los países africanos. Algunos como Kenia, Ruanda, Zambia y Zimbawe, han logrado recuperar su reserva de fauna silvestre e incrementar sus divisas por concepto del turismo, valiéndose del cobro de tarifas justas a los turistas y cazadores, e invir-

tiendo estas sumas en programas contra la caza ilegal.

En Kenia y Ruanda, el turismo en la naturaleza, o ecoturismo, constituye un rubro importante para la economía nacional; las áreas protegidas de Kenia generan ingresos por 500 millones de dólares anuales, cerca del 30 por ciento de sus divisas. Conocedor de tales he-

chos, el Banco Mundial hizo una gran inversión para la expansión del Parque Nacional Amboseli, con intereses tanto ecológicos como financieros, puesto que sus proyecciones de rendimiento (40 dólares/ha) son 500 veces mayores que las de la explotación agrícola (0,8 dólares/ha).

Para lograr el éxito permanente y sostenible del ecoturismo, es necesario que la población local sienta el beneficio derivado de estos ingresos. En el

Combinaciones de drogas para combatir el SIDA

Hasta el momento, los únicos individuos que parecen tener alguna posibilidad de supervivencia tras haber sido infectados con el virus del SIDA son aquéllos que reciben tratamiento poco tiempo después de haber contraído la infección y algunos pacientes —muy pocos— que poseen resistencia al virus de inmunodeficiencia adquirida.

En la Conferencia Internacional del SIDA, celebrada en julio de 1996, en Vancouver, se informó que existen varios cocteles o combinaciones de drogas que podrían ayudar a combatir el SIDA en aquellos pacientes que han adquirido la enfermedad recientemente.

El estudio llevado a cabo en ocho pacientes por el doctor Martin Markowitz del Aaron Diamond AIDS Research Center en Nueva York, reveló que después de 10 meses de tomar tres potentes drogas contra el SIDA, sus niveles del virus disminuyeron considerablemente e inclusive los anticuerpos contra el virus del SIDA disminuyeron. Próximamente se estudiarán los ganglios linfáticos de estos individuos y, si no se detecta el virus, se les sugerirá discontinuar el tratamiento con drogas.

El biólogo molecular Didier Trono, del

Instituto Salk Para Estudios Biológicos, considera que estas drogas, además de erradicar el virus, parecen otorgar un tipo de inmunidad que él denomina "farmacovacunación". Es posible que antes de que las drogas actúen sobre el virus, éste induzca al sistema linfático cierta resistencia en caso de un futuro ataque. Este tipo de "invasión controlada" es similar a la que dio lugar a una potente vacuna contra el SIDA en simios, utilizando una versión debilitada del virus que los ataca.

Los científicos estadounidenses están lejos de comprobar esta inmunidad en el hombre, y, aunque ilusionados con la investigación, saben que será necesario realizar experimentos durante un período mínimo de cuatro años.

Los investigadores insisten, sin embargo, en que el hecho de que no detecten virus por varias semanas no significa una curación absoluta. A este respecto, dos médicos reportaron el caso de un paciente en quien no detectaban virus después de una larga terapia con drogas. No obstante, el virus del SIDA reapareció en su organismo pocos días después de haber discontinuado el tratamiento.



valle de Luangwa (Zambia) se creó el Fondo de la Fauna Silvestre, cuyos ingresos provienen de la venta de derechos de caza, subastas, compañías organizadoras de safaris, etc. El fondo permite financiar algunos costos de funcionamiento del parque, y cerca del 40 por ciento de sus ingresos se destinan a patrocinar proyectos de la comunidad local. En sólo dos años, la caza ilegal de elefantes y rinocerontes negros descendió en un 90 por ciento, gracias a la



participación de las aldeas locales en los beneficios económicos resultantes de la preservación de esos animales.



El computador más rápido del momento

Motivados por la necesidad de realizar complejos cálculos astrofísicos, para poder modelar los comportamientos de la dinámica estelar, un grupo de investigadores japoneses, liderado por Junichiro Makino y Makoto Tajai, de la Universidad de Tokio, ha puesto en marcha un supercomputador de gran velocidad. El computador, llamado GRAPE-4 (GRAVity PipE), superó la barrera de los Tera FLOPs (10¹² operaciones de punto flotante por segundo), convirtiéndose en el más rápido de los computadores reportados hasta el momento.

EL GRAPE-4 es una máquina de propósito especial, cuya velocidad fue lograda gracias a la utilización de múltiples procesadores, muchos de los cuales (1.692) son circuitos integrados (procesadores de aplicación específica), diseñados por el grupo, los cuales ejecutan complejas ecuaciones, a velocidades muy superiores a las que se obtendrían si éstas fueran realizadas por software.

Con este computador, en tres meses se han podido realizar cálculos que en otra máquina tomarían 5 años. Los investigadores estiman que con el uso de 20.000 de sus procesadores especializados podrán superar la barrera de los PetaFLOP (10¹⁵ FLOP), a finales del siglo.



NUTRICIÓN

El bore: nueva alternativa para la alimentación y la industria

Aunque los cultivos de bore no son muy conocidos en Colombia, se tiene previsto realizar estudios para su aprovechamiento integral. El almidón de bore podría comercializarse en el mercado con las mismas garantías que el de la yuca.

En Colombia existe una amplia variedad de productos agrícolas cuyo potencial alimenticio y posibilidades industriales no han sido difundidos. El futuro del cultivo industrial del bore es prometedor, debido al alto contenido de almidón, fibra cruda y minerales del

producto. Su gran contenido protéico ofrece ventajas sobre otros productos alimenticios, como la yuca y el plátano.

Investigadores del Plan de Ingeniería Química, de la Universidad del Valle, diseñaron una planta para la extracción de harina y almidón de bore en el municipio de El Cairo, Valle del Cauca. La parte más utilizada como fuente de fécula es el pseudotallo (altura máxima de 1,5 m, diámetro de 40 cm y peso 50 kg); dentro de éste, la zona cercana a la raíz es la de mayor concentración.

Los investigadores consideran que, mejorando los procedimientos de culti-

vo y realizándolos a mayor escala, el bore ofrecería una nueva alternativa industrial y comercial a nivel nacional e internacional. Según el profesor Fernando Naranjo, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, las investigaciones realizadas han motivado la tecnificación agrícola de un cultivo que hasta la fecha había sido netamente artesanal. Asimismo, afirma que es un primer paso hacia el conocimiento científico de este importante recurso tropical.



ECOLOGÍA

La pesca en estuarios del Pacífico: una perspectiva histórica

Desde tiempos remotos, los estuarios tropicales han brindado a la especie humana abundantes recursos alimenticios. Moluscos, cangrejos, reptiles, aves playeras, mamíferos y, desde luego, peces, especialmente abundantes en este ecosistema. Ya en la época precolombina, esta diversidad favoreció el desarrollo de culturas con una gran diversidad de población, máxime cuando los recursos costeros, de alto contenido protéico y graso, se complementaron con los productos ricos en carbohidratos, proporcionados por la agricultura de zonas fluviales.

Los estuarios tropicales, fangales, esterillos y acequias son asequeables, permitiendo que los grupos humanos

puedan explotar grandes biomas alimenticios con tecnologías relativamente sencillas. Además, la gran variedad de los hábitats de los estuarios hace posible la intensificación y diversificación de la adquisición de alimentos, necesaria frente al aumento de la población.

En la bahía de Parita (Panamá) y en la península de Nicoya (Costa Rica), aunque con importantes diferencias, la preservación de la arqueofauna es excelente. En el litoral de la bahía de Panamá, la presencia de asentamientos costeros se detecta a partir del séptimo milenio a.C., desde cuando se inicia la explotación constante, y cada vez más intensa, de sus ecosistemas estuarios. Por su parte, en la península de Nicoya, la primera evidencia de asentamientos

costeros data del primer milenio a.C. Posteriormente, hacia el año 1500 d.C., se constituyen en la zona comunidades complejas, fuertemente influenciadas por las culturas mesoamericanas.

En Panamá, las especies de pesca con fines alimenticios diferían por zona geográfica y grupo cultural. En la bahía de Culebra, cuyos estuarios son pequeños y cuya costa es escarpada, predominaban en la dieta humana especies pelágicas como la «cojinúa» (*Caranx caballus*) y el «bonito» (*Euthynnus lineatus*), en tanto que en Panamá central, la pesca siempre se enfocó hacia la fauna litoral, en especial peces de las familias *Arjidae*, *Sclaenidae* y *Centropomidae*.



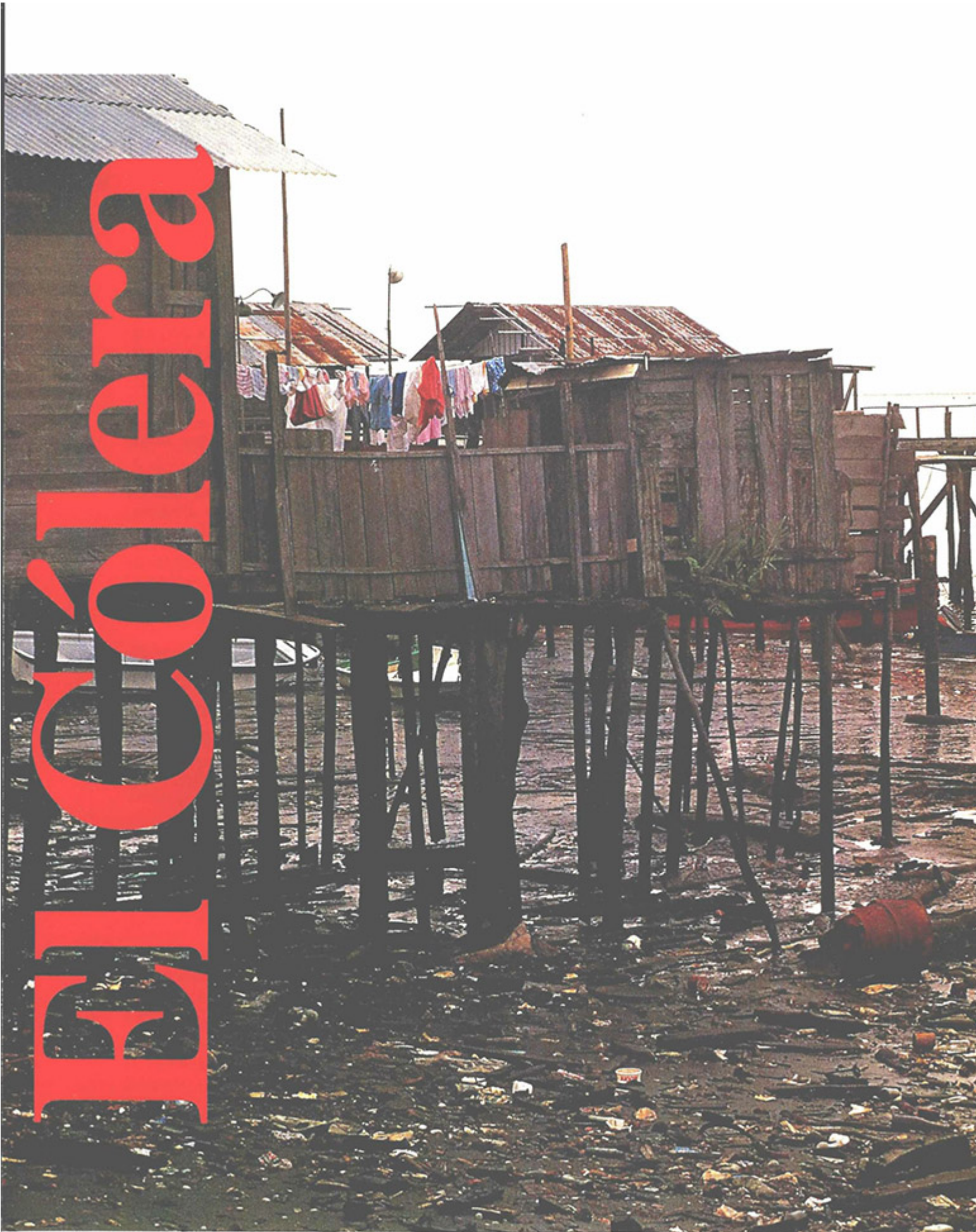
UNDECIMA CONVOCATORIA PARA FINANCIACION DE INVESTIGACIONES SOBRE BIODIVERSIDAD-1996

PROYECTOS SELECCIONADOS

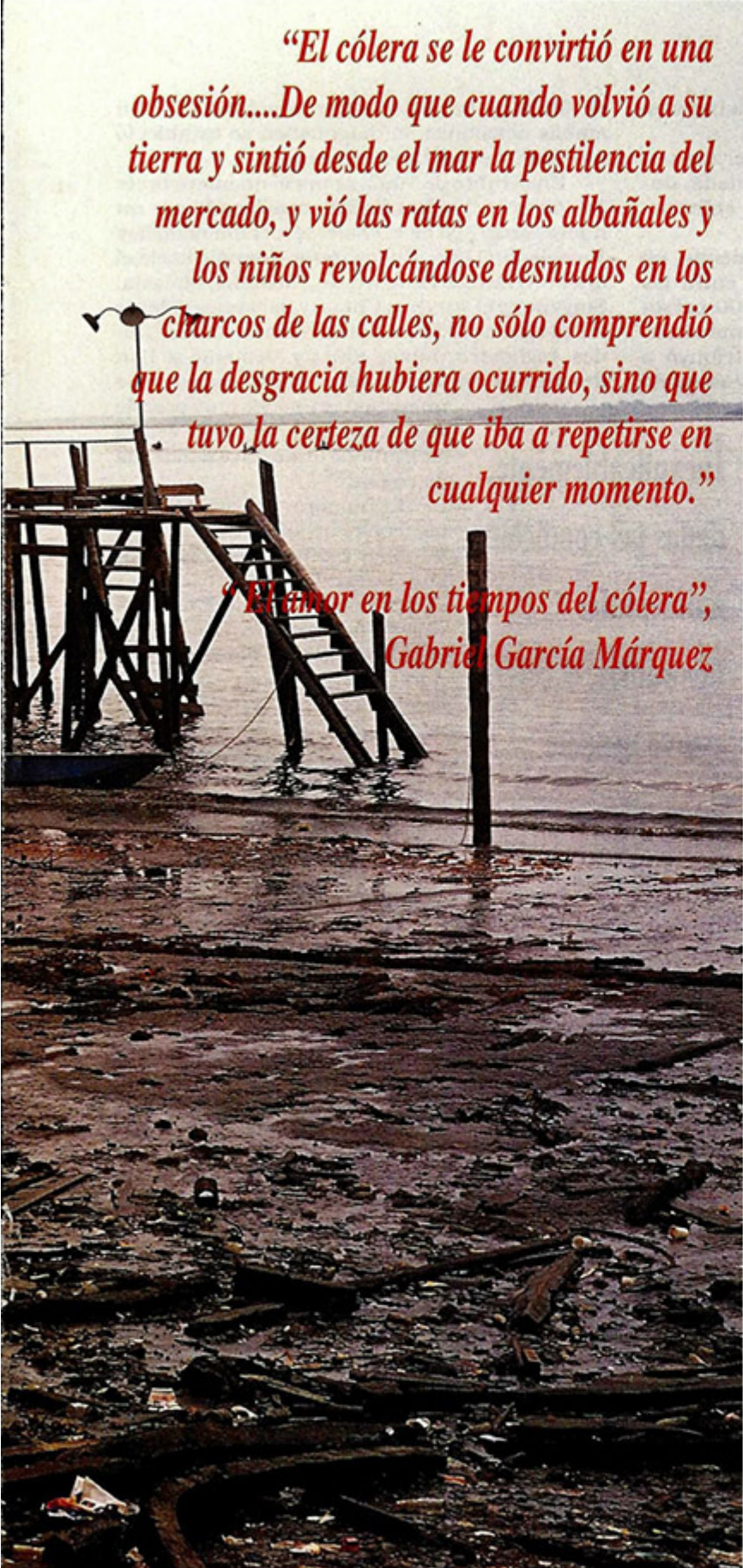


FONDO FEN COLOMBIA

- **Diversidad biológica vegetal y funcionamiento del bosque alto andino circundante al embalse de Neusa (Cundinamarca)**, Jorge Enrique Rodríguez, Universidad de la Sabana, Bogotá.
- **Prevenición de la contaminación con mercurio de los suelos y aguas derivadas de la actividad minera**, Julio Elías Pedraza & Elcy María Córdoba, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- **Evaluación de los niveles de mercurio total en varias especies de peces presentes en las ciénagas de la zona minera del sur de Bolívar**, Jesús Olivero Verbel, Rubén Salas y Humberto González García, Universidad de Cartagena, Departamento de Química, Cartagena.
- **Grado de micotrofia de dos especies leguminosas utilizadas para reforestación y recuperación de suelos degradados en el embalse de Tominé**, Emma Lucia Rivera, Ricardo Campos y Amanda Lozano, Universidad Javeriana & Universidad Nacional, Bogotá.
- **Recuperación de fuentes de agua, con énfasis en el manejo de la regeneración natural y de la especies pioneras nativas**, Héctor Mafla, Fundación Río Riofrío, Riofrío/Palmira (Valle del Cauca).
- **Tratamiento jurídico de las áreas de manejo especial en Colombia**, Juan Carlos Ucrós & Ana María Vesga, Particulares, Bogotá.
- **Micropropagación "in vitro" del Raque (*Vallea stipularis*)**, Beatriz Chaparro & Xavier Marquinez, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, Bogotá.
- **La estrategia de la diversidad en la producción agroforestal en el alto Río San Juan (bh-T)**, Andrés Duque Nivia & Luis Antonio Hinestroza, Universidad Tecnológica de Pereira.
- **Causas y consecuencias de las variaciones espacios temporales en *Psichotria aubletiana* y sus polinizadores**, Pilar Amézquita, Reserva Natural La Planada-FES.
- **Evaluación de áreas importantes para aves marinas y playeras en el litoral Pacífico Colombiano**, Luis Germán Naranjo, Alexandra Aparicio & Patricia Falk, Universidad del Valle-Calidris, Cali.
- **Distribución de machos de abejas euglosinas en las cuencas de los ríos Sinú y San Jorge**, Juan Carlos Sandino, Particular, Cali.
- **Valoración hidrológica de la cobertura boscosa en la cuenca del río Cali**, Henry Jiménez, Procuenas & Universidad del Valle, Cali.
- **Evaluación de varios sistemas de instalación de cobertura vegetal para la protección de laderas en el Cerro La Bandera**, Humberto Olaya Hernández, Fundación Ecoparque La Bandera, Cali.
- **Caracterización fitosociológica de algunos páramos de la cordillera centro-oriental en el sur de Colombia**, Martha Sofía González & Bernardo Ramírez Padilla, Universidad de Nariño, Pasto.
- **Estudio preliminar para el diseño de una metodología de monitoreo de ecosistemas usando microflora bacteriana como indicador**, Jenny Dussan, Martha Vives & Lucia Lozano, Universidad de los Andes, Bogotá.
- **Producción y descomposición de hojarasca en tres estadios sucesionales de un bosque de montaña La Planada, Nariño**, Jaime Estévez, Andrés Viña & María Teresa Pulido, FES-Reserva La Planada, Cali/Bogotá.
- **Evaluación de estrategias de colección de hormigas (*Hymenoptera:Formicidae*) para estudios de biodiversidad en dos formaciones vegetales Andinas**, Carlos Eduardo Sarmiento. Fundación Nova Hylaea, Bogotá.
- **Efecto de la disponibilidad y aceptabilidad de planta huésped (*Passifloraceae*) en la densidad poblacional de *Heliconius cydno* & *Heliconius erato* en habitats con diferente grado de perturbación**, Mauricio Linares & Luis Ernesto Beltrán, Universidad de los Andes, Bogotá.



El Cólera



“El cólera se le convirtió en una obsesión....De modo que cuando volvió a su tierra y sintió desde el mar la pestilencia del mercado, y vió las ratas en los albañales y los niños revolcándose desnudos en los charcos de las calles, no sólo comprendió que la desgracia hubiera ocurrido, sino que tuvo la certeza de que iba a repetirse en cualquier momento.”

*“El amor en los tiempos del cólera”,
Gabriel García Márquez*

Elizabeth Castañeda
Laboratorio de Microbiología,
Instituto Nacional de Salud.

Fernando de la Hoz
Centro de Control de Enfermedades,
Instituto Nacional de Salud.

Introducción

El cólera es una infección intestinal aguda, caracterizada por la aparición brusca de diarrea acuosa abundante y vómito, deshidratación severa, desequilibrio metabólico y colapso circulatorio; aunque puede cursar asintomática o provocar sintomatología leve. En los casos graves no tratados puede producirse la muerte dentro de las 24 horas posteriores a su aparición; la letalidad en estos casos puede exceder el 50 por ciento. Sin embargo, con el tratamiento de rehidratación adecuado, ésta se reduce a menos del 1 por ciento.^{1,2}

El cólera se relaciona en forma directa con la pobreza; se presenta donde existen hacinamiento y carencia de medidas de higiene y de agua potable. Es por ello que la mejor estrategia para prevenir la enfermedad es eliminar los factores que favorecen su transmisión: mejorar la calidad del agua e implementar medidas elementales de higiene.^{1,2}

Aspectos históricos

Sobre la procedencia del término “cólera” aún persiste el debate; por una parte, se plantea el origen griego “flujo de bilis” y, por otra, el hebreo “enfermedad mala”. Se conocen descripciones de cólera desde la antigüedad, pero no en la forma epidémica informada a partir del siglo XIX.^{3,4} La primera de las siete pandemias

descritas en la literatura se inició en la India en 1817 (tabla 1).

América se vio afectada por primera vez en la epidemia originada en Quebec, Canadá, durante la segunda pandemia de la enfermedad.^{3,4}

En 1854, durante la tercera pandemia, en un sector de Londres comprendido entre las calles Cambridge y Broad, más de 500 personas murieron de cólera en menos de una semana. La causa de las muertes se atribuyó a factores diversos, desde el aire contaminado hasta la ira de Dios. John Snow, un médico de 41 años con gran capacidad de observación y raciocinio, encontró la explicación para la transmisión de la enfermedad. Al ubicar los casos en un mapa, observó que la mayoría de las muertes se presentaban en el área servida por la bomba de agua pública de la calle Broad (una de las bombas de la época en Londres), corroboró, además, que los fallecidos en otras áreas también habían obtenido agua de la misma bomba. Al presentar estos hallazgos consiguió que las autoridades clausuraran la bomba, con lo cual se controló la epidemia.

Inexplicablemente, dadas las condiciones ambientales favorables, el cólera estuvo ausente de nuestra región por 100 años. Sólo en la séptima pandemia, la más extensa en distribución geográfica y tiempo, el cólera ingresó de forma explosiva por Perú, en enero de 1991.^{3,4}

En Colombia se describieron dos brotes previos de cólera: el primero en 1840 y el segundo en 1849; este último comenzó en Colón (Panamá), se extendió a Cartagena,

Barranquilla, los puertos del río Magdalena y finalmente Bogotá, en 1950.⁵

En palabras de un cronista: "El hecho innegable fue que la peste se terminó por completo, sin que ningún caso de enfermedad volviera a presentarse. Desde entonces, jamás

el cólera ha vuelto a visitar la población".⁵ En ambas ocasiones, el diagnóstico se estableció únicamente con bases clínicas.

En octubre de 1992, se inició un nuevo brote de cólera en Madras (India), ocasionado por un nuevo serogrupo de *V. cholerae* (denominado hoy *V. cholerae* O139). En un año se extendió hacia el oriente a Bangladesh, Nepal, Tailandia, Malasia, Singapur y el sur de la China; y hacia el occidente a Paquistán y Arabia Saudita. En Estados Unidos, Inglaterra, Japón, Suiza y Alemania se han descrito casos "importados" causados por este nuevo serogrupo. Es muy posible que esta nueva variedad sea la causante de una octava pandemia de cólera.^{3,4}

**Inexplicablemente,
dadas las condiciones
ambientales
favorables, el cólera
estuvo ausente
de nuestra región
por 100 años.**

El número de pandemias y las fechas de su ocurrencia son también motivo de debate. Algunos argumentan que las divisiones entre las pandemias son vagas -no es claro que hayan estado separadas por intervalos libres de cólera. Es posible considerar solamente tres pandemias: la que se inició en 1817, posiblemente ocasionada por *V. cholerae* O1, biotipo clásico; la segunda, en 1961, ocasionada por *V. cholerae* O1, biotipo El Tor; y la tercera, en 1992, que comenzó en la India, ocasionada por *V. cholerae* O139.⁴

La bacteria

Actualmente, se acepta que el cólera es causado por dos variedades (serogrupos) de la bacteria denominada *Vibrio cholerae*. Esta es un bacilo Gram negativo, curvo, flagelado, anaerobio facultativo, con longitud de 1,4 a 2,6 μm y diámetro entre 0,5 y 0,8 μm (figura 1).^{3,4,6}

Aunque la primera descripción adecuada de la bacteria fue hecha por Pacini en 1854, la visualización de "animalejos sospechosos" en las heces de los pacientes coléricos y en el agua de consumo data de 1832. Según la descripción de Pacini: "Una vez lacerado el glomérulo mucoso (con forma de grano de arroz), se veían salir de su trama millones de vibriones, casi todos del mismo diámetro, es decir algo menos de 0,001 milímetros, pero de longitud variable...vibriones que estaban dotados de movimientos espontáneos muy vivos". Sin embargo, el trabajo de Koch (1883-1884) en Egipto, India y Francia fue el que estableció con certeza la etiología bacteriana del cólera, al aislar el agente en las

Figura 1.
Vibrio cholerae,
agente causal
del cólera
(Cortesía
del CDC
de Atlanta).

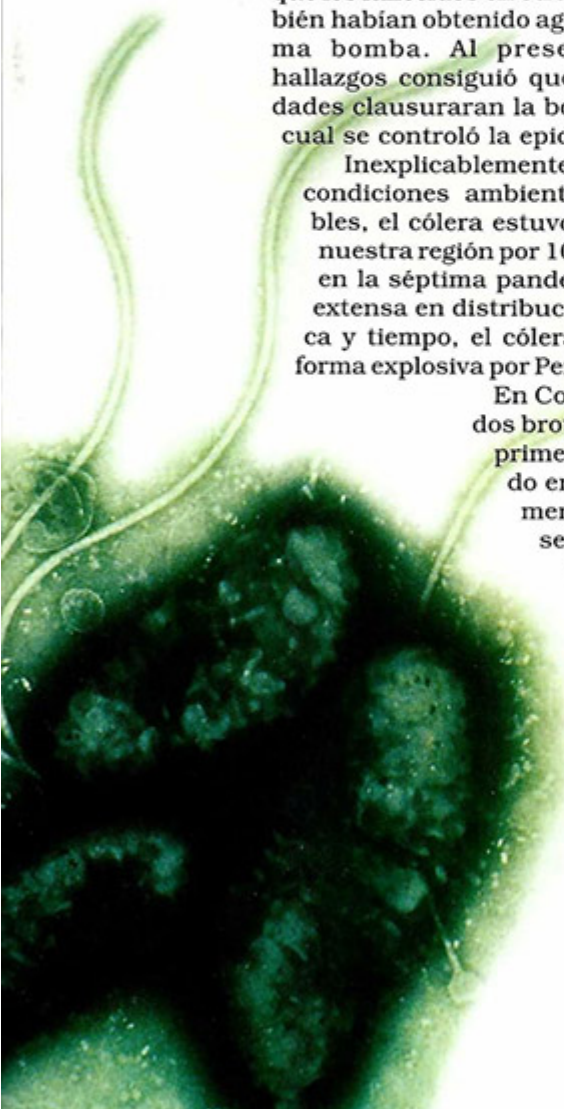


Tabla 1. Pandemias de cólera

PANDEMIA	FECHA	
	DESDE	HASTA
1	1817	1823
2	1829	1851
3	1852	1859
4	1863	1879
5	1881	1896
6	1899	1923, 1925
7	1961	El presente

Tabla 2. Cólera epidémico-agentes etiológicos

GÉNERO:	<i>Vibrio</i>	
ESPECIE:	<i>cholerae</i>	
SEROGUPOS:	O1	O139
SEROTIPOS:	Inaba	
	Ogawa	
BIOTIPOS:	Clásico	
	El Tor	
TOXINA:	Toxigénico	Toxigénico

heces de los enfermos y demostrar su desaparición tras la curación.

El microorganismo ha recibido varios nombres: inicialmente, Pacini lo denominó *Vibrio cholerae*⁶; Koch lo llamó *Kommabazillen*, y, posteriormente, *Vibrio comma*; sin embargo, como Pacini merecía el crédito por su descripción original, la bacteria retomó el nombre de *Vibrio cholerae*.^{3,6}

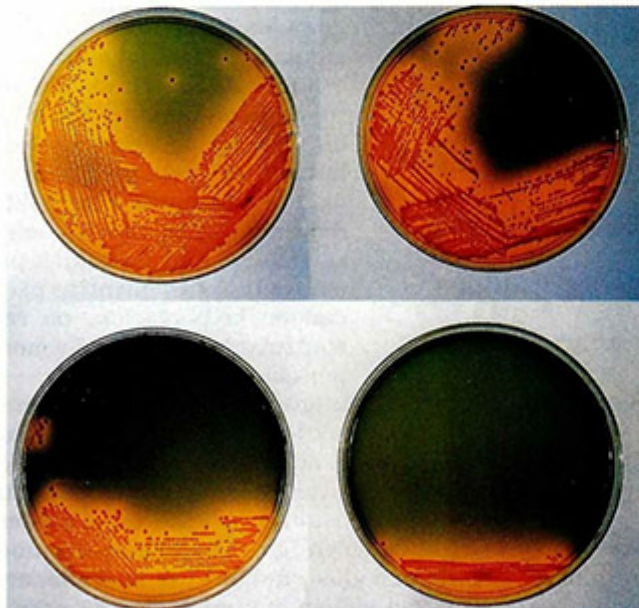


Figura 2. Aislamiento del *Vibrio cholerae* en el medio selectivo que contiene tiosulfato, citrato, sales biliares y sacarosa.

La capacidad infecciosa de *V. cholerae* se relaciona con la capacidad para producir una toxina colérica sensible a temperaturas altas, el serogrupo y el potencial epidémico. Se ha observado que los serogrupos de *V. cholerae* denominados no-O1 (O2 a O138) se asocian con casos de gastroenteritis e infecciones extraintestinales aisladas, sin potencial epidémico.

En la actualidad, los agentes causantes del cólera epidémico son *V. cholerae* serogrupo O139 y *V. cholerae* serogrupo O1, el cual se puede clasificar en dos serotipos, Inaba y Ogawa, y en dos biotipos, clásico y El Tor^{1,3,4} (tabla 2).

El estudio microbiológico para identificar el agente causante del cólera comprende:

- aislamiento en medios de cultivo selectivos (figura 2),
- aglutinación con antiseros contra los antígenos somáticos O1 y O139,
- actividades enzimáticas (fenotipificación),
- susceptibilidad a agentes antimicrobianos y
- determinación del origen clonal, información importante para los estudios epidemiológicos.^{3,4}

El primer aislamiento de la bacteria en la actual epidemia se realizó en el Instituto Nacional de Salud el 10 de marzo de 1991, en un paciente de Tumaco; el agente identificado fue *V. cholerae* serogrupo O1, serotipo Inaba, biotipo El Tor, productor de toxina.⁷

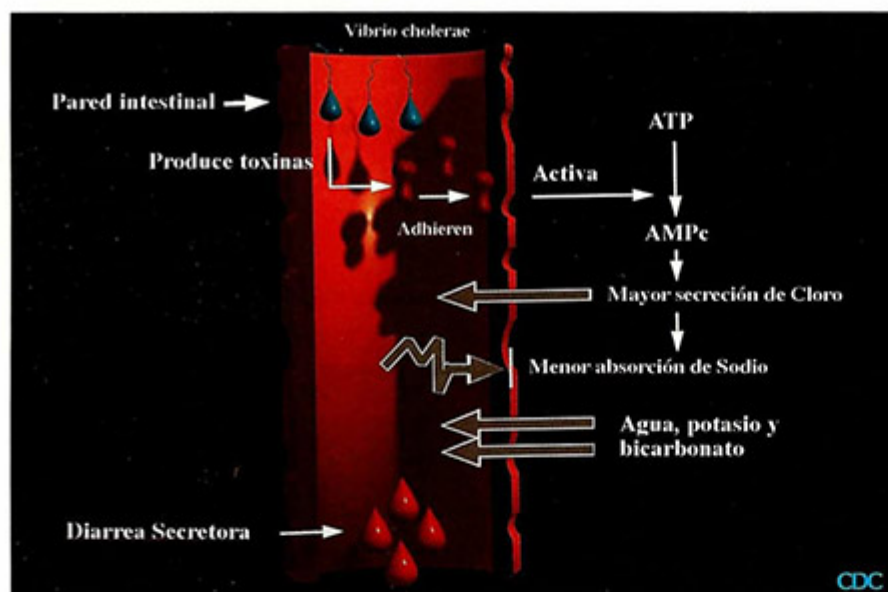


Figura 3. Después de ser ingeridos los *Vibrio cholerae*, éstos se adhieren a la pared intestinal. La toxina producida por esta bacteria activa la adenilato ciclasa y, como resultado, se presenta una excesiva y continua formación de AMPc (Adenosin Monofosfato cíclico), alterando la regulación normal de absorción y secreción de electrolitos a nivel epitelial (mayor secreción de cloro y menor absorción de sodio), seguido por una pérdida de agua, potasio y bicarbonato hacia la luz intestinal, lo que resulta en una diarrea secretora severa (Modificada del CDC de Atlanta).

La enfermedad

La presentación clásica de la enfermedad consiste en diarrea profusa (**figura 3**) e indolora, con apariencia de agua de arroz, acompañada en ocasiones de vómito; no hay fiebre a menos que el paciente tenga otra enfermedad asociada, lo cual es frecuente en las regiones afectadas por enfermedades tropicales.

En los países endémicos, los niños son afectados por la enfermedad con mayor frecuencia que los adultos, probablemente por el nivel de inmunidad que generan las reinfecciones. Por el contrario, en las regiones donde se presentan epidemias, los adultos se afectan más que los niños, posiblemente por su mayor exposición a las fuentes extradomiciliarias de infección.^{1,2}

El tratamiento de la enfermedad consiste fundamentalmente en restituir los líquidos y electrolitos perdidos por las heces y el vómito, en un periodo de 4 a 6 horas.^{1,2} Esta restitución de líquidos puede realizarse con sales de rehidratación oral, en casos de deshidratación leve o moderada que toleren la vía oral o, en pacientes en choque, con una solución balancea-

Mientras permanezcan en la población los factores que facilitan la propagación del cólera, no se podrá controlar la morbilidad y mortalidad que esta enfermedad produce.

En la antigüedad, lo más frecuente era la transmisión a través de fuentes de agua contaminada,¹¹ pero, actualmente, son más frecuentes los brotes provenientes de alimentos contaminados.¹² No obstante, todavía en la epidemia reciente de cólera en Colombia se documentó, al menos en dos ciudades, la contaminación del agua del acueducto: en su fuente primaria, en una ocasión, y por contaminación cruzada con sistemas de alcantarillado en mal estado, en la otra.¹⁰

Los velorios de fallecidos por cólera han sido la fuente de brotes graves de la enferme-

da como el lactato de Ringer por vía intravenosa.

Después del tratamiento inicial, el paciente debe ser reexaminado con el fin de evaluar su estado circulatorio. Si el colapso ha sido superado, se debe continuar con hidratación oral controlando el consumo de sales de rehidratación.^{1,2}

Los antimicrobianos como la tetraciclina, el trimetoprim-sulfametoxazol, la furazolidona y la eritromicina, se usan en el tratamiento de la enfermedad, ya que disminuyen la duración de la diarrea, el volumen de líquido requerido para la rehidratación y el periodo de excreción de *V. cholerae*, acortando el periodo de transmisibilidad.

Dos características epidemiológicas prominentes del cólera son la tendencia a aparecer en brotes explosivos -simultáneamente en varios lugares- y la propensión a causar pandemias que afectan progresivamente varios países en diversos continentes.

El único reservorio de la bacteria es el hombre; sin embargo, por ser capaz de sobrevivir en aguas con salinidad y niveles de acidez especiales, se ha encontrado en reservorios ambientales como el zooplancton de algunos estuarios y manglares.⁴

La baja cobertura en el suministro de agua potable, las fallas en la disposición de excretas, los malos hábitos de preparación y preservación de alimentos y la proliferación de ventas callejeras de comestibles, son factores que facilitan la propagación del cólera y mientras permanezcan en la población, no se podrá controlar la morbilidad y mortalidad por cólera.^{8,9,10.}

dad en poblaciones apartadas de nuestro país, donde la letalidad ha alcanzado hasta un 30 por ciento. Esto es debido a inadecuadas medidas de higiene por parte de las personas que asean y visten los cadáveres, que son, por lo general, las mismas que preparan los alimentos para atender a los visitantes.¹³

Aunque es cierto que el pescado o los mariscos pueden proceder de aguas contaminadas con excretas de pacientes con cólera, su consumo no representa riesgo alguno si se siguen las medidas adecuadas de manipulación y cocción de los alimentos, debido a la sensibilidad al calor de la toxina colérica. Por el contrario, todo alimento que se manipule inadecuadamente es susceptible de contaminarse con *V. cholerae* y transmitir la enfermedad.

Hasta 1995, se habían registrado aproximadamente 25.000 casos de cólera en Colombia, lo cual da una incidencia acumulada de 4 por 100.000 habitantes; esta tasa es una de las más bajas de Latinoamérica, casi similar a las de México y Brasil. Durante los dos primeros años de la epidemia se presentaron alrededor de 23.000 casos, después de lo cual se dió una dramática disminución en su número.¹⁴ Durante el primer trimestre de 1996, se ha notado un aumento en el número de casos, pero no con la fuerza de los dos primeros años. Una de las posibles causas que se invocan para explicar esta baja tasa de enfermedad es la estrategia de clorinación del agua realizada en forma casera. Sin embargo, se requerirían más evaluaciones para comprobarlo.

Prevención

La prevención del cólera se basa principalmente en la disposición de fuentes de agua potable, el aumento de sistemas adecuados de disposición de excretas y la educación masiva y permanente sobre el manejo de los alimentos y el lavado de manos.

Durante la presentación de los brotes, deben investigarse todas las posibles fuentes de infección y tratar profilácticamente a los familiares de los enfermos y a las personas que hayan podido estar expuestas a la misma fuente de infección durante los 5 días siguientes al inicio de la enfermedad.¹⁵

Existen en la actualidad dos vacunas orales contra el cólera, una de ellas suministrada con relativo éxito en Bangladesh, con una eficacia de protección entre el 50 y el 70 por ciento, y otra que aún está en proceso de evaluación. Estas vacunas no han sido probadas en condiciones epidémicas, por tanto, su utilización masiva no garantizaría el control de la enfermedad.

El costo efectividad de la vacuna en Bangladesh, es decir, el precio por cada episodio de diarrea evitado con su uso, supera por lo menos en 5 veces el costo de otras medidas, como la promoción de la lactancia y la mejora en las prácticas sanitarias.¹⁶

Mientras persistan condiciones de miseria y abandono en grandes segmentos de la población, el cólera será una permanente amenaza para la salud de gran parte de los colombianos.



Figura 4. Mientras persistan condiciones de miseria y abandono en grandes segmentos de la población, el cólera será una permanente amenaza para la salud de gran parte de los colombianos.



Referencias

1. **Benenson S.** *Control of communicable diseases manual*. 16^a ed. APHA. Washington D C, 1995.
2. **Greenough III W.** *Vibrio cholerae*. En *Enfermedades infecciosas. Principios y práctica*. Cap 192. Mandell, Douglas, Bennett Eds. 3a. Edición. Buenos Aires, 1991.
3. **Kaper J. B., Morris J.G., Levine M.** *Cholera*. *Clin. Microbiol. Rev.* 8:48-86, 1995.
4. **Vibrio cholerae and cholera**. *Molecular to global perspectives*. Wachsmuth IK, Blake P, Olsvik O. (Eds.) ASM press, Washington D C, 1994
5. **Serpa Florez F.** *Historia del cólera en Colombia*. *Biomédica*. 12:95-101, 1992.
6. **Dodin A, Fournier J.M.** *Méthodes de laboratoire pour le diagnostic du Vibrión cholérique et des autres Vibrións*. Institut Pasteur, 1992.
7. **Castañeda E., Muñoz N., Vargas C.I., Escalante M., Galindo B., Castrillón L.** *Diagnóstico bacteriológico del cólera*. *Actividades del Laboratorio Nacional de Referencia*. *Biomédica*. 12:131-136, 1992.
8. **Rivas F.** *Cólera en Colombia*. *Biomédica*. 12:109-116, 1992.
9. **Rivas F., de la Hoz F.** *Algunos aspectos clínicos del cólera en el Hospital San Andrés, Tumaco*. *Biomédica*. 12:102-108, 1992.
10. **De la Hoz F., Rivas F.** *Factores de riesgo en la transmisión del cólera en Salahonda, Nariño*. *Biomédica*. 12:117-122, 1992.
11. **Snow J.** *On the mode of communication of cholera*. En: *The challenge of epidemiology*. PAHO Sci Pub 505. Washington D C. 42, 1988.
12. **Shank F.** *International food trade and the cholera situation in Latin America*. VII Interamerican meeting at the ministerial level, on animal health. WHO Rimsa 7/23. Washington D C, 1991.
13. **NS.** *Un brote de cólera en Jambaló, Cauca*. *IQCB* 2 (6). 1996.
14. **MINSALUD.** *Boletín epidemiológico nacional*. Vol 1(1).1996.
15. **Mc Cormack W., Chowdury A.M., Jahangir N. et al.** *Tetracycline prophylaxis in families of cholera patients*. *Bull. Wld. Hlth. Org.* 38:787-792, 1968.
16. **Martinez J., Phillips M., Feachem R.** *Diarrheal diseases*. En: *Disease control priorities in developing countries*. Jamison D., Mosley W., Measham A., Bobaldilla J. (Eds.) Oxford Med Pub. Washington D C. 92, 1993.

1950- SEPTIEMBRE 15 - 1996

46 AÑOS



89.9 F.M. ESTEREO

Una emisora para la inmensa minoría

Oficinas: Carrera 12 N° 82-23 • Teléfonos: 236 38 40 - 236 39 96 - 616 02 35
Fax: 257 0595 - 236 88 61 • Bogotá D.C.

ESPECIFICACIONES PARA LA PUBLICACION DE ARTICULOS

REVISTA
Innovación
y **Ciencia**

TEMAS

Ciencias naturales y sociales, tecnología, política científica y tecnológica.

LENGUAJE

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

EXTENSION

Máximo 10 páginas, tamaño carta (21.5 x 27.5 cm), a doble espacio (excluyendo ilustraciones y cuadros).

FORMATO

Texto impreso y copia en diskette, indicando el software empleado.

MATERIAL GRAFICO

Es importante anexar el mayor número posible de ilustraciones, fotografías y diapositivas, acompañadas de notas explicativas y sugerencias para su ubicación en el texto.

El material será devuelto al autor una vez publicada la revista (favor marcarlo en la parte posterior).

REFERENCIAS

Para las referencias -un máximo de 10- se usarán las normas ICONTEC.

Ejemplo: Autor(es). Nombre del artículo. Revista, Año, Mes; Vol(No.): Páginas.

Sosa, Enrique. Presencia y significado de Eshu en Nigeria. América Negra, 1992 Dic; 92(4): 139-156.

RESUMEN

Descripción breve (5 oraciones cortas) del tópico central del artículo, para su inclusión en el índice de la revista.

IDENTIFICACION DEL AUTOR

- Nombre
- Títulos
- Cargo actual

RESTRICCIONES

No serán aceptados para publicación:

- artículos con un enfoque muy especializado y/o temas de interés exclusivamente local
- artículos ya publicados
- informes de progreso de investigaciones en curso
- artículos escritos con el esquema usado para trabajos científicos
- material gráfico tomado de libros o revistas

El renacer de los marsupiales



Carlos A. Navas
Departamento de Fisiología,
Instituto de Biociencias,
Universidad de São Paulo,
São Paulo - BRASIL.
e-mail: infront@bra000.canal-vip.onsp.br

Marsupiales y placentarios

Hace unos 80 millones de años, precursores de los mamíferos actuales dieron origen a dos líneas evolutivas, los marsupiales (Metatheria) y los mamíferos placentarios o "verdaderos" (Eutheria). A través de tantos años evolucionando independientemente, los dos grupos acumularon cantidad de diferencias en historia natural, particularmen-



te en torno a la biología reproductiva. En pocas palabras, los mamíferos placentarios invierten gran cantidad de energía en la gestación, nutren al feto por medio de la compleja estructura de la placenta y amamantan una cría que nace con distintos niveles de desarrollo, según la especie. Los marsupiales, por otra parte, tienen una gestación tan breve que nacen en estado embrionario y amamantan las crías durante tiempos proporcionalmente mucho mayores.¹ Un marsupial típico nace muy poco desarrollado, pesa menos de un gramo (tan solo 0.005 g

en *Tarsipes rostratus*, una pequeña zarigüeya), tiene un sistema nervioso rudimentario y es absolutamente dependiente del cuidado materno. La boca y extremidades, no obstante, son proporcionalmente más desarrolladas que el resto del cuerpo, y el recién nacido cuenta con un mecanismo nervioso reflejo que le permite arrastrarse hasta una bolsa de piel llamada marsupio, alcanzar el pezón y asirse a él con la boca para amamantarse continuamente, hasta alcanzar cierto grado de desarrollo.

Las peculiaridades reproductivas de los marsupiales, estudiadas por científicos placentarios, fueron tradicionalmente consideradas poco avanzadas e ineficientes. La imagen de mamíferos de segunda clase se acentuó al descubrirse que la temperatura corporal de los marsupiales, cercana a los 33°C, era normalmente inferior a la de los placentarios (37°C). Estas y otras características fueron interpretadas como primitivas, y se postuló que posiblemente los marsupiales reflejaban un estado intermediario en el proceso que condujo a la evolución de los mamíferos placentarios. Los

Las peculiaridades reproductivas de los marsupiales, estudiadas por científicos placentarios, fueron tradicionalmente consideradas poco avanzadas e ineficientes.

infortunados marsupiales, representados por unas pocas especies en América, habrían logrado diversificarse significativamente tan solo en islas lejanas, donde estarían libres de la tenaz competencia de los mamíferos placentarios. Esta triste imagen ha cambiado recientemente, gracias a interesantes descubrimientos sobre la reproducción y fisiología metabólica de los marsupiales. Como veremos, estos animales cuentan con sorprendentes adaptaciones que les permiten reproducirse eficientemente y competir en igualdad de condiciones con los mamíferos placentarios.

La estrategia reproductiva de los marsupiales

Los zoólogos se han preguntado durante años si dar a luz crías tan poco desarrolladas y dedicar más energía a la lactancia que a la gestación, pueden considerarse condiciones

**La sorprendente
suspensión del
desarrollo embrionario
es regulada por un
sistema hormonal
complicado y altamente
especializado, que mal
podría ser considerado
primitivo.**

primitivas. Aparentemente la respuesta es no, ya que este tipo de reproducción requiere un alto grado de especialización. La leche de los marsupiales, por ejemplo, no tiene la misma composición durante toda la lactancia, como

ocurre en los mamíferos placentarios. La proporción de lípidos (grasas) y carbohidratos (azúcares) varía con el desarrollo de la cría, y garantiza una nutrición adecuada para animales que pueden aumentar su peso unas 10.000 veces desde el nacimiento hasta el destete. Mas sorprendente aún, se ha encontrado que en canguros las glándulas mamarias asociadas con cada pezón tienen potencial para reaccionar de modo diferente a señales hormonales inducidas por estímulos externos, y pueden por lo tanto producir distintos tipos de leche. Una hembra que amamante un cachorro joven y tenga un embrión poco desarrollado en el marsupio, producirá un tipo de leche apropiado para cada hijo, proporcionando leche más concentrada y rica en grasas a la cría de mayor edad.^{1,7}

Otro de los muchos aspectos sobresalientes de la reproducción de los marsupiales fue descubierto en un pequeño pariente de los canguros, el wallaby (*Setonix brachyurus*). En estos animales, el útero está claramente dividido en dos partes, y la ovulación ocurre de manera alterna entre los ovarios izquierdo y derecho. Las hembras entran nuevamente en calor pocas horas después del parto, se aparean y el esperma pasa directamente al lado del útero que no estaba recientemente grávido. El óvulo fertilizado se divide y crece hasta alcanzar el tamaño de unas 100 células, momento en el que se suspende el desarrollo. El embrión permanece en estado latente (diapausa) hasta ser reactivado por mensajes químicos que se producen si algo ocurre con la cría que está siendo amamantada. Si la cría se desarrolla normalmente, el embrión en diapausa es activado por el aumento de la longitud del día y muchas hembras dan a luz nuevamente, de modo sincronizado, en el verano siguiente. La sorprendente suspensión del desarrollo es regulada por un sistema hormonal complicado y altamente especializado, que mal podría ser considerado primitivo.^{1,7} Parece evidente, entonces, que las estrategias reproductivas de mamíferos marsupiales y placentarios son alter-



nativas y, que a pesar de distinguirse por la mayor o menor importancia de la gestación o la lactancia, no pueden caracterizarse a priori en términos de complejidad o grado de especialización.⁴

¿Quién es el más apto? Un vistazo al metabolismo energético de marsupiales y placentarios

Uno de los argumentos clásicos para considerar a los marsupiales competitivamente inferiores a los placentarios se deriva de su temperatura corporal más baja y su menor tasa metabólica. La tasa metabólica, usualmente determinada a través del consumo de oxígeno,



es una medida de la cantidad de energía que un animal utiliza por unidad de tiempo. Se ha propuesto que animales con tasas metabólicas mayores son capaces de mayor actividad física y que pueden obtener, procesar, y asimilar energía más rápidamente que aquellos con menor tasa metabólica.⁶ Como la tasa metabólica de marsupiales en reposo es aproximadamente 30 por ciento menor que la de placentarios, los marsupiales estarían en desventaja, ya que los mamíferos "verdaderos" explotarían los recursos alimenticios más eficientemente y obtendrían mayores tasas de crecimiento individual y poblacional. Este argumento es válido pero incompleto, pues asume que la competencia entre marsupiales y placentarios se da en condiciones de recursos alimenticios ilimitados. Una tasa metabólica alta es un arma de doble filo, claramente desventajosa en épocas de escasez de alimento. Los marsupiales, con tasas metabólicas menores, tendrían la opción de especializarse en alimentos de bajo contenido energético, como hojas o invertebrados, por ejemplo,⁶ y de cualquier modo se verían favorecidos durante periodos del año en que las



Mono Cristiano Uribe

condiciones fueran adversas, como en el de una estación fría o seca.

En contra del postulado anterior podría decirse que la época de cría generalmente coincide con tiempos de abundancia, de modo que los marsupiales estarían en desventaja precisamente durante el periodo crítico de la reproducción. Sin embargo, algunos estudios indican que el metabolismo energético de los marsupiales es flexible, y que la tasa metabólica puede

incrementarse durante ciertas fases de la reproducción. Algunas zarigüeyas exhiben un aumento de la tasa metabólica del 50 al 92 por ciento durante el periodo final de lactancia, justamente cuando las crías necesitan mayor cantidad de alimento.³ La plasticidad metabólica de los marsupiales, sin embargo, es un área de investigación relativamente nueva, que tan solo hasta ahora comienza a entenderse. Estudios recientes desarrollados en la Universidad de São Paulo, Brasil, sugieren, por ejemplo, que ciertas zarigüeyas mudan tanto la temperatura corporal como la intensidad del metabolismo con la hora del día, y que estos cambios son significativamente mayores a los observados en mamíferos placentarios. Estas peculiaridades podrían interpretarse inicialmente como una estrategia para la conservación de energía, gracias a la cual los marsupiales podrían encontrarse particularmente adaptados para explotar ambientes variables e impredecibles, y podrían competir en igualdad de condiciones con mamíferos placentarios bajo un amplio rango de condiciones ecológicas. De hecho, no hay evidencia de especies marsupiales en peligro de extinción por

interacciones con placentarios de hábitos similares. Por el contrario, uno de los marsupiales más comunes, la zarigüeya de Virginia (*Didelphis virginiana*) ha expandido en años recientes su rango geográfico hasta alcanzar el norte de los Estados Unidos, donde coexiste con mapaches y zorrillos, especies también generalistas y de hábitos similares. Del mismo modo, pequeños marsupiales australianos compiten exitosamente con roedores placentarios nativos de la isla, y marsupiales introducidos en Nueva Zelanda se han reproducido hasta alcanzar niveles de plaga, sin ser

afectados por la presencia de abundantes mamíferos placentarios.¹

El renacer de los marsupiales: presente y futuro de la investigación

Los marsupiales son un diverso grupo de mamíferos representados por cerca de cien especies en los trópicos americanos y más de

doscientas en Australia, Tasmania, y Nueva Guinea.⁵ A pesar de que relativamente pocas especies han sido estudiadas, no es fácil describir de manera sucinta la cantidad de conocimiento generado por estas investigaciones. La reproducción de los marsupiales ha sido uno de los campos más fructíferos de la zoología contemporánea. Además, como los marsupiales constituyen el grupo animal más cercano a los placentarios, los estudios comparativos han sido extremadamente productivos para entender diversos aspectos de la evolución de la fisiología reproductiva en mamíferos y sus relaciones con el manejo de la energía. Por otra parte, los descubrimientos recientes sobre la versatilidad del metabolismo en marsupiales han arrojado nuevas luces sobre la fisiología del ejercicio y la regulación de la temperatura en homeotermos (animales de sangre caliente), además de interesantes descubrimientos en ecología, dinámica de poblaciones, evolución y comportamiento animal.

¿Hacia donde se dirige la investigación? Posiblemente la fisiología, tanto metabólica como reproductiva, de los marsupiales guarda aún importantes secretos, ya que pocas especies han sido objeto de investigaciones tan minuciosas. Desde el punto de vista biomédico, los marsupiales ofrecen oportunidades sin paralelo para estudiar el desarrollo embrionario de mamíferos, ya que el proceso puede ser observado directamente, sin cirugías, y sin necesidad de interferir con la placenta.¹ Los complejos procesos hormonales que regulan la latencia y posterior activación del desarrollo de embriones podrían tener un sinnúmero de aplicaciones prácticas, de poder entenderse y controlarse. Cabe anotar, también, que un importante problema fisiológico en medicina es la susceptibilidad del cuerpo humano a los cambios de temperatura. Mientras que en la mayoría de los mamíferos placentarios, variaciones de pocos grados en la temperatura corporal producen efectos negativos irreversibles, fluctuaciones diarias de varios grados centígrados podrían ser relativamente comunes en marsupiales. Los factores relacionados con esta menor sensibilidad aparente a la temperatura son poco conocidos y de indudable interés.

Por diversas razones, entre ellas la atención a la fauna por parte del gobierno y las universidades australianas, las especies marsupiales del Pacífico Sur son mejor conocidas que las del continente americano. No obstante, los marsupiales de estos dos continentes se convirtieron en líneas evolutivas aisladas e independientes hace millones de años, razón por la que muchas generalizaciones sobre el

grupo (basadas primordialmente en estudios con especies australianas) pueden ser incorrectas. Es también destacable que varias especies, ciertamente bien representadas en Colombia, habitan alturas que superan los 3.000 m.² Las grandes elevaciones tropicales son un ambiente variable y extremo para el que los marsupiales podrían estar bien adaptados. ¿Pueden ellos entrar en adormecimiento profundo durante las frías noches del páramo? ¿Mantienen los marsupiales altoandinos temperaturas corporales constantes durante el día? ¿Es la tasa metabólica de estos animales comparable a la de especies de menor elevación? Estas y muchas otras preguntas esperan una respuesta. Es indudable que Colombia cuenta con todo el potencial para contribuir enormemente al entendimiento de la biología de un grupo animal fascinante, pero todavía muy desconocido.



Referencias

1. Cockburn A. *Adaptive patterns in marsupial reproduction. Trends in ecology and evolution* 4: 126-130, 1989.
2. Emmons L.H. *Neotropical rainforest mammals. Chicago, The University of Chicago Press. 1990.*
3. Fleming M. W., Harder J. D., Wukie J. J. *Reproductive energetics of the Virginia Oposum compared with some eutherians. Comparative biochemistry and physiology* 70: 645-648, 1981.
4. Hayssen V. R., Parkers P., Parkers L. *Metatherian reproduction: transitional or transcending. American Naturalist* 126: 617-632, 1985.
5. Lawlor T. E. *Handbook to the orders and families of living mammals. Eureka, California, Mad. River Press. 1979.*
6. McNab B. *Food habits, energetics, and the population biology of mammals. American Naturalist* 116: 106-124, 1980.
7. Renfree M. B. *Marsupials: alternative mammals. Nature* 239: 100-101, 1981.



FUNDACION
ALEJANDRO
ANGEL
ESCOBAR

• PREMIOS 1996 •

PREMIO DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES

- **Field Guide to the Palms of the Americas**
Por Rodrigo Bernal y Gloria Galeano

PREMIO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS

- **Distribución del Ingreso y Desarrollo Económico: Colombia en el Siglo XX**
Por Juan Luis Londoño de la Cuesta

PREMIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

- **Desarrollo de un Programa de Manejo Integrado de la Broca *Hypothenemus Hampei* (Ferrari), en Colombia**
Por Alex E. Bustillo, Jaime Orozco, Pablo Benavides, Reinaldo Cárdenas, Francisco J. Posada y Diógenes Villalba

PREMIOS DE SOLIDARIDAD

- Hospital San Vicente de Paul, de Medellín
- Corporación El Minuto de Dios, de Bogotá

MENCIONES DE HONOR EN SOLIDARIDAD

- Fundación Solidaria La Visitación, de Medellín
- Corporación Ecológica y Cultural Penca de Sábila, de Medellín
- Corporación Colombo Suiza para la Infancia y la Juventud, de Medellín
- Fundación EUDES, de Bogotá

MENCIONES DE HONOR EN CIENCIAS

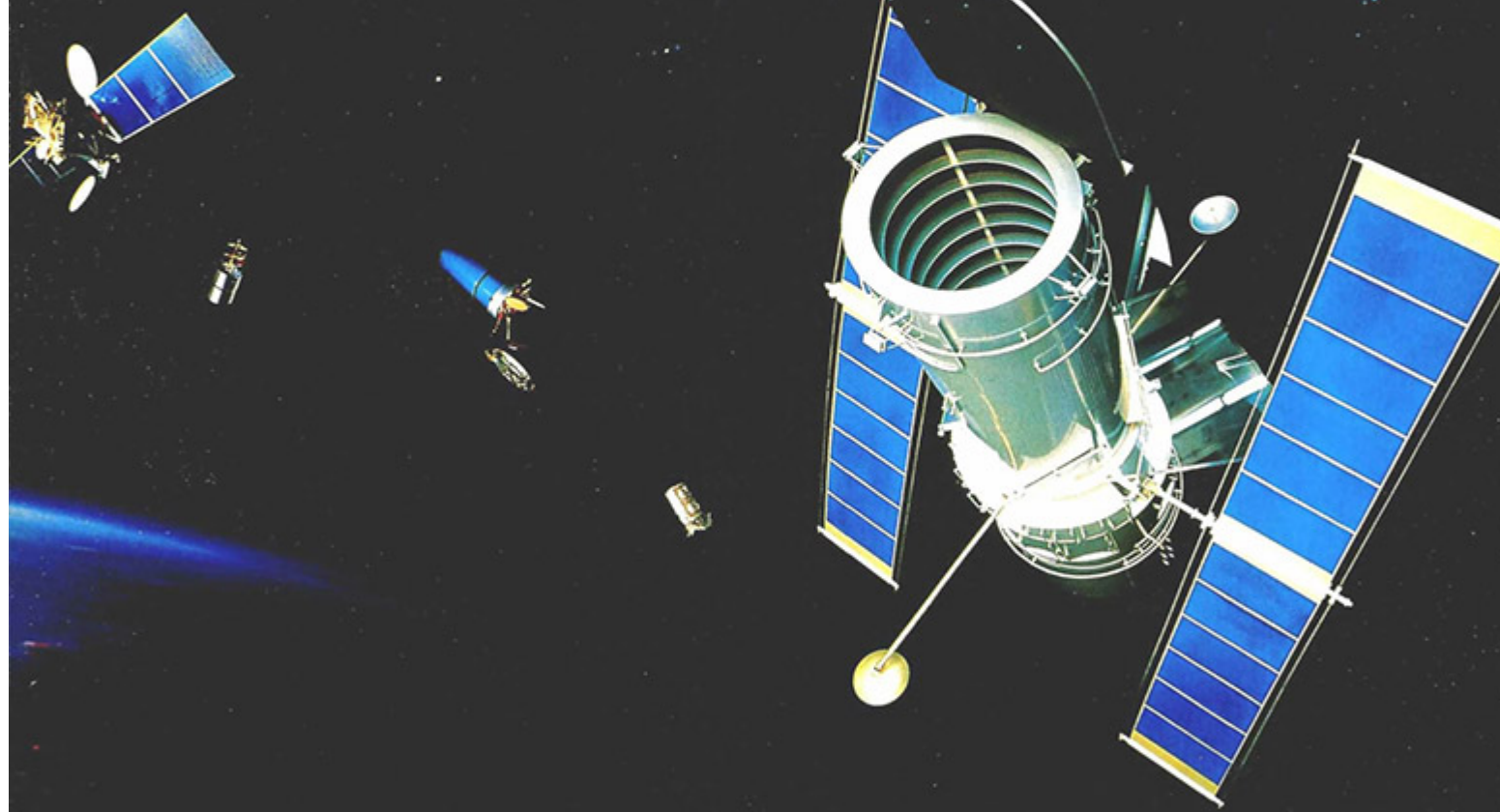
- **Análisis de Topología de los Mapas del Primer Año de Cobe**
Por Sergio Torres Arzayús
- **Proyecto Atlántida, Estudio sobre el Adolescente Escolar en Colombia**
Por Francisco Cajiao, Rodrigo Parra Sandoval, Elsa Castañeda, Martha Luz Parodi y colaboradores
- **En busca de un lenguaje para el desarrollo sostenible**
(Resultados de una investigación-acción)
Por Gustavo Wilches Chaux.



FUNDACION ALEJANDRO ANGEL ESCOBAR

Carrera 7 No. 71-52 Torre A Of. 406 • Teléfonos: 312 0150 - 312 0151 • Fax: 312 0152 • A.A. 250097
Santafé de Bogotá, D.C., Colombia • E-Mail: faae@faae.org.co - URL: <http://faae.org.co>

Los descubrimientos científicos realizados con ayuda de los satélites, han convertido a estos objetos en poderosas herramientas para penetrar y desentrañar secretos del universo y de nuestro planeta.



Avances recientes en satélites artificiales

José Gregorio Portilla B.
Secretario Académico, Facultad de Ciencias
Universidad Nacional de Colombia
E-mail: gportill@ciencias.campus.unal.edu.co
Santa Fe de Bogotá

Introducción

El día 4 de octubre de 1957, científicos y militares rusos lograron colocar el primer objeto de fabricación humana en órbita terrestre, el Sputnik I. Este impresionante éxito tecnológico se logró con ayuda de un cohete R6, el cual permitió alcanzar la velocidad de 7.900 metros por segundo, necesaria para colocar cualquier objeto en órbita alrededor de la Tierra. El Sputnik I no era otra cosa que una esfera metálica de 84 kg de peso, dotada de un mecanismo emisor de señales radioeléctricas que permitía su rastreo, mientras le daba una vuelta a nuestro planeta cada 96 minutos.

Desde entonces, se han puesto en órbita miles de satélites artificiales, diseñados para cumplir las más diversas tareas y con una enorme gama de tamaños, pesos, geometrías, etc.

En casi 40 años, los satélites artificiales han modificado sustancialmente nuestra forma de vida y nuestra manera de ver el universo. Sus usos y aplicaciones desde el punto de vista científico y comercial son innumerables, pero su proliferación en el espacio genera inconvenientes y riesgos difíciles de solucionar.

Usos y beneficios de los satélites

Centenares de satélites de comunicaciones están situados a 36.000 km de altura y describen órbitas circulares sobre la línea ecuatorial. A esta distancia, el satélite le da una vuelta a la Tierra cada 24 horas, permaneciendo estático

para un observador situado sobre la superficie terrestre. Por tal razón, se les llama geoestacionarios. Las antenas parabólicas en las azoteas de nuestros edificios son simples radiotelescopios, que tratan de captar con la mayor eficiencia las señales que esos satélites transmiten. El primero fue lanzado en 1964 y, desde entonces, existen centenares de ellos tanto para uso civil como militar. Los modernos satélites de comunicaciones pesan de 2 a 3 toneladas (**figura 1**). Algunas versiones sofisticadas tienen tal potencia de emisión que sus señales pueden ser recibidas por antenas parabólicas de apenas 50 cm de diámetro. Su costo varía entre 100 y 120 millones de dólares, sin incluir el precio del cohete que los coloca en órbita (unos 60-80 millones de dólares) ni la cuota del seguro (un tercio del precio de satélite), pues con relativa frecuencia algunos de ellos terminan estrellándose contra el océano o en órbitas inservibles debido a fallas en el cohete. Actualmente, poseen una vida útil promedio de 10 a 12 años, limitada por la cantidad finita de combustible químico (hidrazina) necesario para que, de tanto en tanto, los operadores en Tierra corrijan la posición del satélite dentro de ciertos límites, pues la Luna, el Sol y el interior no uniforme de la Tierra hacen que el satélite se desplace ligeramente del sitio al cual apuntan las antenas de enlace.

Rusia posee dos familias de satélites de comunicaciones geoestacionarios, los Ekran y los Gorizont (utilizados para comunicación militar). Para cubrir la red doméstica de televisión y telefonía utiliza también una red de satélites de comunicación llamada Molniya. Estos saté-



Figura 1. Geometrías características de los satélites geoestacionarios. Arriba se aprecia el típico satélite estabilizado "triaxialmente". Los paneles recolectores de luz solar se encuentran plenamente extendidos hacia los lados. El satélite giro-estabilizado (abajo) cuya estructura exterior, donde se encuentran las celdas solares, gira sobre sí misma una vez por segundo.

lites describen órbitas inclinadas de unos 63 grados con respecto a la línea ecuatorial, que son bastante excéntricas, pues en su punto más alto (apogeo) llegan a los 36.000 km, mientras que en su punto más bajo (perigeo) llegan a 400 km de altura (**figura 2**).

En los próximos años, varias naciones colocarán un gran número de pequeños satélites a baja altura, diseñados para transmitir datos y telefonía celular con alcance global. Entre todas las redes que se están proyectando sobresale la de la compañía Motorola, llamada Iridio, consistente en 66 satélites a unos 800 km de altura, que permitirá a los afiliados realizar llamadas por teléfono celular a cualquier parte del mundo con un costo en el servicio asequible a todos.

Un uso extensivo de los satélites artificiales ha sido el de colocarlos como observatorios meteorológicos. Existen básicamente dos tipos de satélites meteorológicos que suministran información en forma de fotografías: los de órbita polar y los de órbita geoestacionaria. La

mayoría de los satélites en órbita polar (aquellos que orbitan la Tierra casi perpendicularmente a la línea ecuatorial) son sincrónicos con respecto al Sol, pues su altura e inclinación son escogidas de tal forma que puedan observar las mismas zonas de la Tierra, a la misma hora solar, cada día. Están situados a distancias de entre 800 y 1.100 km de altura sobre la superficie terrestre, y las fotografías que obtienen permiten una excelente resolución.

Los satélites geoestacionarios, por estar más alejados, fotografian la Tierra de manera más amplia. Un satélite de este tipo, situado directamente sobre el departamento del Amazonas, puede observar continuamente todo el continente americano. Son, además, apropiados para monitorear fenómenos climáticos que ocurren a bajas latitudes, como los huracanes y tifones. Es obvio que su resolución es pobre comparada con la de los polares.

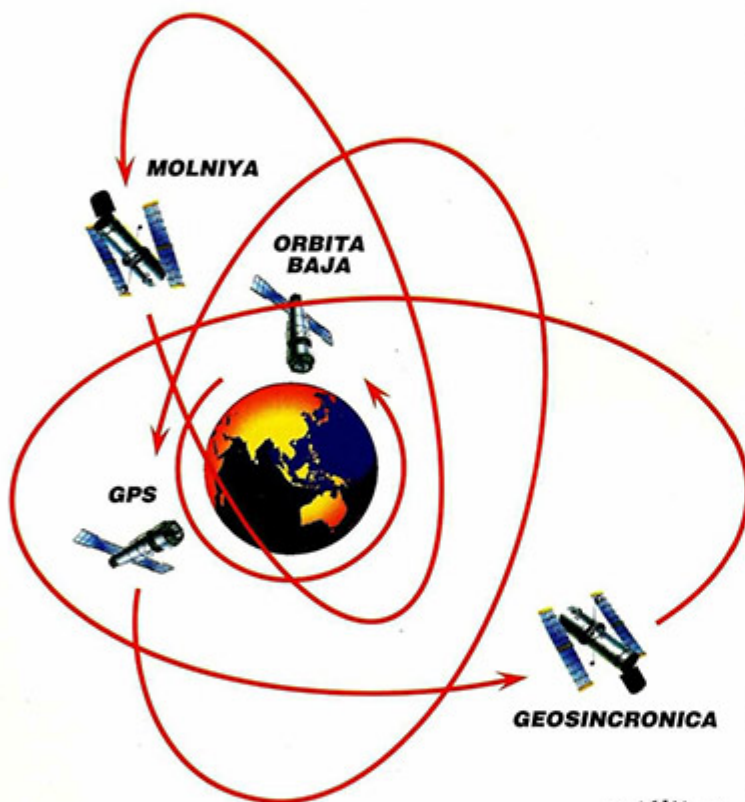
La aparición de los satélites geodésicos ha permitido que, actualmente, sea posible conocer con gran exactitud la posición (latitud, longitud y altura sobre el nivel del mar) de un observador situado en cualquier lugar de la Tierra. Basta con que éste disponga de un receptor de señales (los hay del tamaño de una simple calculadora de bolsillo) provenientes de una red de 24 satélites, situados a 20.000 km. de altura. La red de satélites estadounidense se conoce con el nombre de Sistema de Posicionamiento Global (GPS, Global Positioning System) y fue exitosamente utilizada y popularizada por las tropas terrestres aliadas en la guerra contra Irak, a principios de 1991. Aunque el sistema permite determinar la posición de un observador con una incertidumbre de unos cuantos centímetros, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos perturba la señal (haciéndola menos precisa), pues, según ellos, ésta puede ser utilizada de manera parásita por los sistemas de guía de misiles crucero, lanzados por enemigos potenciales, para dirigirlos con gran exactitud a sus respectivos blancos. Rusia posee una red similar a la norteamericana llamada Glonass, la cual planea completar a finales del presente año.

Existen, además, los satélites dedicados a la vigilancia y reconocimiento, que comprenden dos grandes grupos: los ópticos y los receptores de señales radioeléctricas. Entre los ópticos sobresalen aquellos que fotografian la Tierra a baja altura, entre 250 y 500 km. Son utilizados con fines eminentemente militares. Se estima que el satélite espía más poderoso, el KH 12, de Estados Unidos, puede tomar foto-

grafías que permiten distinguir objetos con tamaños hasta de unos 10 cm. Las fotografías son enviadas digitalmente a un satélite de comunicaciones militar en órbita geoestacionaria, el cual se encarga a su vez de enviarlas a una estación terrestre situada en el estado de Virginia, de tal forma que es posible conocer los movimientos y actividades de cualquier potencia hostil en menos de una hora. Estos satélites tienen un período de duración de dos a tres años. El mismo país dispone también de una red de

Figura 2.

Varios tipos de órbitas de satélites artificiales. Los satélites de órbita baja cumplen misiones de meteorología, observación del cielo y espionaje. Los geosincrónicos son utilizados para comunicación, alerta temprana y meteorología. Los de tipo Molniya son utilizados por Rusia, casi en forma preferencial, para comunicación y alerta temprana.



satélites diseñados para poder fotografiar zonas cubiertas por las nubes y en la oscuridad, mediante la emisión y recepción de ondas de radar. Con esta técnica, la sonda Magallanes logró fotografiar detalladamente la superficie del planeta Venus, que se encuentra siempre rodeado de una espesa capa de nubes.

Entre los ópticos se encuentran también los satélites de alerta temprana, que son telescopios infrarrojos en órbita geoestacionaria (en el caso de Estados Unidos) o en órbita de tipo Molniya (en el caso de Rusia), encargados de

detectar el despegue de misiles balísticos y de pacíficos cohetes civiles, al rastrear el calor generado por los gases de combustión.

Los satélites de recepción de señales radioeléctricas se ocupan de interceptar una gran gama de ondas de radio, desde conversaciones telefónicas hasta telemetría de misiles, incluyendo también la determinación de las frecuencias de los radares en tierra.

Existen satélites a baja altura que fotografían la Tierra con menor detalle, con fines eminentemente civiles. Los satélites franceses Spot (con una resolución de 10 metros) pueden detectar cambios sutiles sobre la superficie terrestre, lo cual permite diferenciar cultivos, localizar zonas mineras y evaluar daños ecológicos. Esta clase de satélites ha contribuido sustancialmente al desarrollo de los servicios y sistemas de información geográfica, pues ahora compiten con la fotografía aérea en la elaboración de mapas. Actualmente, compañías rusas (Soyuzkarta), francesas (Spot) y norteamericanas (Landsat) compiten en la venta de fotografías, con precios que oscilan entre 1.000 y 5.000 dólares.

Los satélites artificiales han contribuido sustancialmente a ampliar el conocimiento en los más diversos campos de la investigación científica. Gracias a ellos conocemos la composición, comportamiento y características de la atmósfera a alturas de entre 200 y 1.000 km. El primer satélite norteamericano descubrió los cinturones de radiación de Van Allen. Siguiendo detenidamente la trayectoria de satélites, se ha llegado a conocer el complicado campo gravitacional de la Tierra y a descubrir sectores en el interior de la misma donde existen fuertes acumulaciones de masa. El satélite Lageos y otros similares han permitido medir el período no constante de rotación de la Tierra y determinar la tasa de la deriva continental. Asimismo, el satélite Topex/Poseidón, puede medir la altura promedio del nivel del mar con una precisión de unos 14 cm, lo que ha permitido caracterizar fenómenos climáticos como El Niño. Algunos satélites de observación terrestre realizan estudios biológicos, tales como el seguimiento de animales migratorios.

Otros satélites han logrado cuantificar el flujo de meteoritos y la radiación de diversos orígenes que, de manera continua, llega a la Tierra. Satélites espías han venido detectando fuertes explosiones originadas por el choque de pequeños asteroides con la atmósfera, permitiendo realizar estimaciones del peligro que enfrenta nuestro planeta por colisiones de esta naturaleza.

Por otra parte, se han desarrollado satélites que portan telescopios para examinar no sólo las radiaciones electromagnéticas en el rango visible, sino también en longitudes de onda imposibles de detectar en tierra, como los rayos gamma X, rayos gamma, ultravioletas e infrarrojos. Esto ha permitido el estudio y la identificación de los objetos más energéticos del universo. El descubrimiento de las gigantes explosiones de rayos gamma, que ocurren prácticamente cada día y cuyo origen y naturaleza constituyen uno de los más grandes misterios con que se enfrentan los astrofísicos, fue realizado por satélites.

El telescopio espacial Hubble es un ejemplo de cómo

es posible obtener fotografías con calidad y resolución sin precedentes, sin que influya el efecto disturbador del movimiento incesante de la atmósfera (figura 3). Con él se han realizado importantes descubrimientos: la observación del núcleo de la galaxia M87, pruebas casi concluyentes sobre la existencia de los agujeros negros, un círculo revisado de la edad del universo al detectar en la galaxia M100 estrellas cefeidas (estrellas que varían en luminosidad y que los astrónomos utilizan para calcular las distancias que hay entre ellas y nosotros), océanos de metano sobre la superficie de Titán (la luna más grande de Saturno), una fuerte actividad geológica en objetos que se consideraban sin razón para poseerla (como los asteroides Vesta y Juno), y muchos otros descubrimientos igualmente sorprendentes.

Por último, el satélite Cobe (explorador de la radiación de fondo cósmica), con su hallazgo de ligeras fluctuaciones de la temperatura de la radiación de fondo del universo, ha permitido profundizar en algunos aspectos de las teorías actuales sobre el origen del universo y la formación de las galaxias.

Desechos orbitales

No existe un solo logro científico que no conlleve inconvenientes. La puesta en órbita de satélites artificiales no es la excepción. En un lanzamiento típico se coloca también en órbita la etapa del cohete que le permite al satélite alcanzar la velocidad requerida; y dicha etapa, para todos los fines prácticos, representa un trozo de basura en la órbita terrestre. Muchos de esos cohetes que aún contienen combustible explotan, con lo que se genera una gran cantidad de pequeños objetos que siguen orbitando. Además, todos los satélites, tarde o temprano, dejan de funcionar. Esto explica por qué en más de 3.600 lanzamientos realizados desde el Sputnik I, se han registrado más de 22.000 objetos que se han puesto en órbita, de los cuales 15.000 ya han caído a la Tierra debido al rozamiento con la atmósfera terrestre. A causa de la enorme velocidad con que atraviesan los sectores densos de la atmósfera terrestre, terminan quemándose y volatilizándose completamente antes de alcanzar finalmente el suelo. Éste no fue el caso del gigantesco laboratorio Skylab, un objeto de 80 toneladas de peso que al chocar con la atmósfera no alcanzó a consumirse totalmente, por lo que algunos restos alcanzaron la superficie terrestre.



Figura 3.
Telescopio
Hubble.

Ha llegado

la hora de que
la ecología se
traslade de los
parajes terrestres
al espacio
sideral.

Unos 370 objetos, de los 7.000 que permanecen aún en órbita (con tamaños superiores a los 10 cm), son satélites operativos. El resto son desechos espaciales. Así, aunque parezca extraño, alrededor de nuestras cabezas giran toneladas de basura (figura 4) y no existe todavía una manera práctica y eficiente de recogerla y deshacerse de ella. Esto crea graves riesgos para las misiones tripuladas, pues se sabe que el transbordador espacial se ha visto obligado a maniobrar en dos ocasiones para evitar una posible colisión. Considerando

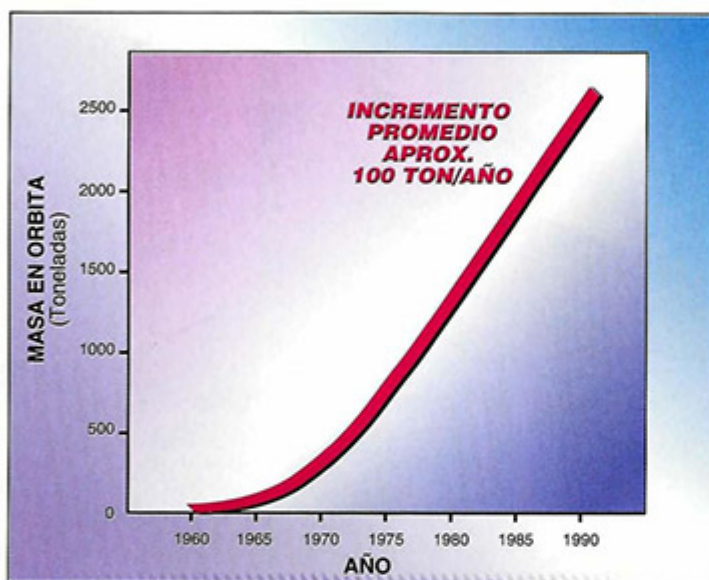


Figura 4. La masa total de satélites artificiales, servibles e inservibles, más las etapas de cohetes que los colocan en órbita, ha estado creciendo constantemente.

la velocidad de desplazamiento de objetos a baja altura (8 km/seg), no es de extrañar que el choque con un objeto, aun de pequeñas dimensiones, pueda generar una tragedia.

Conclusiones

Los satélites artificiales caracterizan la época en que vivimos. Gracias a ellos atravesamos por una era de explosión de información, impensable unos años atrás. Desde mediados de los años sesenta, con la introducción de los satélites geoestacionarios, podemos observar por televisión sucesos que ocurren al otro lado del mundo, casi simultáneamente. En unos dos o tres años, la red de telefonía celular dirigida por satélite permitirá a cualquier usuario realizar llamadas desde y hacia cualquier parte del mundo, con tarifas al alcance de todos. Asimismo, los

satélites geoestacionarios facilitan la rápida transmisión de datos que incluye la red Internet, la cual permite, para quien esté conectado en cualquier parte del mundo, tener acceso a una cantidad astronómica de información sobre cualquier tópico imaginable, y enviar mensajes o sostener comunicaciones casi simultáneas con personas situadas en otros continentes.

Los descubrimientos científicos realizados con ayuda de los satélites los han convertido en poderosas herramientas para penetrar y desentrañar secretos del universo y de nuestro planeta. Se espera que los telescopios del siglo

XXI sean grandes satélites artificiales, que capten ondas electromagnéticas en diversas longitudes de onda.

Infortunadamente, el problema de acumulación de basura espacial seguirá creciendo, pues, hasta el momento, no existe una manera práctica de recogerla o destruirla, y todo parece indicar que el ritmo de lanzamiento de satélites aumentará. Por ahora, existen soluciones parciales para el caso de los satélites geoestacionarios, que al final de su vida operativa son trasladados a una órbita superior e inferior, donde no se corre el riesgo de colisiones con otros satélites operativos.

Los países avanzados deben ser conscientes de que ha llegado la hora de que la ecología se traslade de los parajes terrestres al espacio sideral.



Referencias

1. *Freiherr, G. Saving Intelsat VI. Air & Space*, abril-mayo: 69-72, 1992.
2. *Taff, L. Celestial mechanics. John Wiley & Sons. N.Y., 1985.*
3. *Blandll, H. Observing earth from space. Astronomy*, nov: 23-27, 1978.
4. *Naeye, R. The right time and place. Discover*, ene:60, 1994.
5. *Pike, J. Military use of outer space. SIPRI Yearbook 1989 World Armaments and Disarmament, Oxford Uni. Press, N.Y., 74, 1989.*
6. *Wahr, J. The Earth in constant rotation. Sky & Telescope*, junio, 5545-548, 1986.
7. *Posada, E. El telescopio espacial Hubble. Innovación y Ciencia*, 2,43-48, 1993.



Andrés López
D.E.A. en biología del comportamiento.
Investigador,
FUNDACION ERIGAIE

El llamado a la cooperación es común no sólo en nuestro país sino en el mundo entero. Los actos altruistas son aplaudidos y ensalzados desde que la humanidad se conoce; quienes lo realizan son motivo de alabanza y, en ocasiones, se hacen merecedores de bustos y estatuas.

¿Por qué tanto esfuerzo en buscar la cooperación en aras de un beneficio común? ¿Por qué presentamos continuamente comportamientos egoístas, si consciente o inconscientemente sabemos que la cooperación es más

Una de las sociedades
más organizadas
que se ha presentado
a lo largo de la historia
de la evolución
es la de los insectos.

La sociobiología: una disciplina

ventajosa? ¿Por qué unos pueblos cooperan más que otros?

Estos interrogantes pueden ser plasmados en una situación que, de una u otra forma, vivimos todos los días. Usted va a almorzar con dos amigos a un buen restaurante, previo acuerdo que el valor de la cuenta será dividido en tres partes iguales; cada individuo puede optar por un almuerzo modesto y disminuir el gasto, o bien consumir un plato suntuoso a expensas de los otros, pero aumentando de igual manera el riesgo de que los demás apliquen la misma estrategia.

Este dilema ejemplifica un tipo común de problema social, en el cual los individuos deben escoger entre la cooperación o la traición, en aras de su ventaja personal. Más aún, hace relación a cuestiones más serias que atañen a la sociología, la política, la economía y...quien lo dijera, a la biología.

El cooperativismo ha dado origen a una de las sociedades más organizadas que se ha presentado a lo largo de la historia de la evolución: la de los insectos.

De la treintena de órdenes existentes, solamente dos poseen especies indiscutiblemente

sociales: los isópteros (termitas) y los himenópteros (hormigas, abejas y avispas). De las 750,000 especies de insectos inventariados hoy en día, solamente 13,000 son sociales, es decir menos del 2 por ciento. Sin embargo, este porcentaje representa más del 75 por ciento en peso de todos los insectos vivientes sobre el planeta.

Hölldobler y Wilson han mostrado que las hormigas se encuentran prácticamente en todas partes y, a pesar de que aparecen poco en los libros de ecología, su impacto ecológico es considerable. Las hormigas remueven más tierra que las lombrices, son las principales catalizadoras de energía en el interior de los ecosistemas y pesan cuatro veces más que todos los vertebrados reunidos. En el tronco de un árbol de la Amazonia peruana, Wilson recolectó cuarenta y tres (43) especies diferentes de hormigas; es decir, más de las que existen en toda Inglaterra. De acuerdo a estudios recientes, ciertas hormigas serían las responsables de la presencia, hasta entonces inexplicada, de una importante concentración de ácido fórmico en la atmósfera de la Amazonia. Se estima que la cantidad de ácido fórmico liberado por las hormigas en esta zona es del orden de un millón de toneladas por año. El hecho de que un número tan restringido de especies pueda tener un impacto ecológico de tal magnitud, es el signo inequívoco del valor adaptativo del modo de vida social.

Los etólogos denominan "altruismo biológico" al mecanismo fundador de estas sociedades, entendiendo que este concepto no constituye ningún juicio de valor, ni implica intención voluntaria alguna. Solamente hace referencia al comportamiento de sacrificio por parte de algunos individuos. ¿Cómo explicar este hecho social? La respuesta a esta pregunta dio origen a la disciplina de la sociobiología y su nacimiento podría acreditarse a Charles Darwin quien, en una muestra de honestidad científica admitió que las sociedades de insectos presentaban una dificultad aparentemente insuperable, y de hecho fatal, para su teoría.

En efecto, la teoría de la evolución reposa sobre el concepto de la selección natural de los individuos más aptos. Ahora bien, en una sociedad de insectos, donde la mayor parte de los individuos se encuentran excluidos de la función reproductora, difícilmente se ve cómo los caracteres que portan estos insectos estériles puedan ser transmitidos a su descendencia y, en consecuencia, cómo su altruismo individual (el de las obreras) podría perpetuarse en el seno de la especie. Sin embargo, el genio de Darwin lo llevó a concluir que dicha dificultad desaparecía cuando se pensaba que la selec-



ción natural puede ser aplicada tanto a la familia como al individuo. Con el concepto de selección familiar, Darwin involucró así la explicación que consideró susceptible de salvar su teoría, dejando a sus sucesores la tarea de confirmar su pertinencia y descubrir los mecanismos subyacentes.

En general, el número de especies de insectos realmente sociales es reducido, en comparación con el de insectos solitarios: la sociedad avanzada, o eosocialidad, no apareció frecuentemente en la clase *Insecta* tomada en su conjunto. De los treinta órdenes que contiene esta clase, solamente dos poseen especies indiscutiblemente eosociales: los isópteros (termitas) y los himenópteros (hormigas, abejas, avispas y abejorros).



Mario Cristiano Uribe

Figura 1. En la selva tropical del Amazonas brasileiro, el peso seco de todas las hormigas es cuatro veces mayor que el de todos los vertebrados terrestres (mamíferos, aves, reptiles y anfibios).

En 1964, un estudiante de doctorado de la Universidad de Londres, William Donald Hamilton, desarrolló una teoría sobre la evolución genética del comportamiento social. Esta teoría es mejor conocida con el nombre de Teoría de la Selección de Parentela y su punto de partida fue una particularidad presente en el orden de los himenópteros.

El azar difícilmente podría explicar las 13 apariciones independientes de eosociedades en los insectos; 12 casos se concentran en un solo orden, dentro de la treintena que posee esta importante clase zoológica. Esta particularidad condujo a Hamilton a postular que alguna característica original de los himenópteros debió "predisponerlos" a la socialidad. Hamilton observa que ciertas disposiciones favorables a la sociedad coincidían con una singularidad de los himenópteros: la haplodiploidia.

La haplodiploidia es un mecanismo determinante de la sexualidad que caracteriza a todos los himenópteros. A diferencia de casi todos los grupos animales, incluido el hombre, estos insectos no poseen cromosomas sexuales "X" y "Y"; en su caso es el número global de cromosomas el que determina el sexo.

Las hembras se desarrollan a partir de huevos fertilizados, tal como lo hacen los individuos diploides; sus células contienen dos juegos de cromosomas, uno proveniente de la madre y el otro del padre.

Por otro lado, los machos provienen de óvulos no fecundados; sus células contienen un solo juego de cromosomas, aquel que proviene de la madre.

En organismos diploides, las relaciones genéticas entre descendencia y padres son simétricas; los padres comparten la mitad de sus genes con su hijos y cada descendiente (en promedio) comparte la mitad de su genes con cualquier otro descendiente, macho o hembra. En especies haplodiploides las relaciones genéticas son asimétricas, permitiendo que la selección parental funcione de manera inusual y potente. Consideremos la relación de una hormiga reina con sus hijos e hijas, y la relación de estas hijas con sus hermanas y hermanos.

Caso 1: La reina se encuentra emparentada en un factor de 1/2 con sus hijas e hijos, es decir, cada uno de sus descendientes lleva la mitad de sus genes.

Caso 2: Las hermanas están relacionadas con sus hermanos solamente en un factor de 1/4. Veamos porqué. Tomemos cualquiera de los genes de la hermana. La probabilidad de que sea un gen paterno es de 1/2. Si es así, ella no puede compartirlo con su hermano (quien no posee genes paternos). Si es un gen materno, entonces la probabilidad de que su hermano lo posea también es de 1/2.

La relación total de su hermano es cero para los genes paternos y 1/2 para los genes maternos, o sea de un 1/4.

$$\frac{0 + 1/2}{2} = 1/4$$

Caso 3: Las hermanas se encuentran relacionadas con sus hermanas en un factor de 3/4.

De nuevo tomemos cualquier gen. Si es paterno, entonces su hermana lo debe compartir (ya que los padres sólo tienen un juego de cromosomas para pasarle a sus hijas). Si es materno, entonces su hermana tiene un 50 por ciento de posibilidades de compartirlo (ver caso 2). La relación total entre dos hermanas es el promedio de 1 para los genes paternos y 1/2 para los genes maternos, o sea 3/4.

$$\frac{1 + 1/2}{2} = 3/4$$

Estas simetrías parecen proveer una explicación simple y elegante para los comportamientos altruistas. El "deseo" de las obreras estériles de renunciar a su propia reproducción con el fin de ayudar a sus madres a criar más hermanas. En la medida en que la obrera invierta energía preferencialmente, ayudando a la madre a criar más hermanas (con las cuales se encuentra emparentada por un factor de 3/4) perpetuará más genes propios que criando hijas por su propia cuenta, con las cuales apenas tendría un factor de parentesco de 1/2. Para Hamilton, el individuo estéril pero altruista asegura la propagación de su propio patrimonio hereditario, favoreciendo selectivamente la reproducción de sus congéneres fértiles, con los cuales se encuentra emparentado de manera suficientemente estrecha.

El hecho de que un número tan restringido de especies pueda tener un impacto ecológico de tal magnitud, es el signo inequívoco del valor adaptativo del modo de vida social.

**Los animales muestran
comportamientos
riesgosos de
autosacrificio
únicamente si tales
actos altruistas
incrementan
su propio potencial
genético.**

La selección de parentela a partir de la genética peculiar de la haplodiploidía parece explicar características claves del comportamiento social de hormigas, abejas y avispas.

Según la teoría de la selección de la parentela, los animales muestran comportamientos riesgosos de autosacrificio únicamente si tales actos altruistas incrementan -mediante el beneficio del pariente- su propio potencial genético.

Gracias a Hamilton, el postulado darwiniano de la selección familiar fue valioso un siglo más tarde. No obstante, el trabajo de Hamilton pasó completamente desapercibido y sus profesores estimaron que no merecía el título de doctor, el cual sólo obtuvo hasta 1968.

En 1965, Edward O. Wilson, especialista en hormigas y profesor de la Universidad de Harvard, descubrió la publicación de este estudiante e, intuyendo el provecho que se podría sacar al extender el campo de aplicación a los vertebrados, se empeñó en hacer conocer la teoría.

En 1975, Wilson publica una obra enciclopédica considerada como el nacimiento de la sociobiología, en la cual define como objetivo de la disciplina el estudio sistemático de las bases biológicas del comportamiento social y su evolución.

Es importante aclarar que Hamilton nunca pretendió que la haplodiploidía fuera condición necesaria y suficiente para la ocurrencia del fenómeno social. La haplodiploidía constituye una preadaptación que no es necesariamente la única vía hacia la conquista de la vida social. De hecho, Hamilton propone en 1964 otras posibles interpretaciones para el caso de las termitas.

El orden de los isópteros (termitas) posee 2.300 especies, todas eosociales. Es el único caso observado de eosocialidad indiscutible en insectos no haplodiploides.

Las termitas consumen celulosa y lignina. Sin embargo, estas macromoléculas sólo contienen tres de los cuatro elementos constitutivos de la materia viva: carbono, oxígeno e hidrógeno. El cuarto elemento, el nitrógeno, lo obtienen de dos formas: mediante el consumo

de los hongos que crecen en el medio, y directamente del aire, gracias a los microorganismos simbiotes que las termitas alojan en la parte terminal de su tubo digestivo. Ahora bien, una vez que la termita muda, se deshace de sus viejos tegumentos, perdiendo la parte donde se alojan los simbiotes. Al final de la muda, la termita se encuentra carente de los microorganismos que necesita para captar el nitrógeno atmosférico. Para la termita es imperativo "recontaminarse", volver a sembrar su tubo digestivo con nuevos microorganismos.

Para Hamilton, esta particularidad podría explicar la modificación del comportamiento de lejanos ancestros de las termitas; la sociabilidad favorece la recontaminación de los individuos que hayan mudado recientemente y perdido su fauna digestiva. Al apoyo de esta proposición, Wilson piensa igualmente que el carácter virtualmente inagotable de una fuente alimenticia, como lo es la celulosa, ha permitido a las termitas vivir en gran número en un espacio tan restringido, sin riesgo de competencia alimentaria.

La teoría de la parentela permite preguntarse si la sociobiología puede ofrecer modelos evolutivos en los cuales la predisposición a ciertos comportamientos sociales sea seleccionada, sin que haya afinidad genética entre el donante y el beneficiario.

Altruismo recíproco

Propuesto en 1971 por Robert Trivers, de la Universidad de Harvard, el modelo de altruismo recíproco ofrece una respuesta plausible. Este modo de relación social no requiere filiación genética entre los protagonistas.

Imaginemos la siguiente situación: un individuo "N" que es atacado por un enemigo más fuerte tiene una probabilidad alta de ser herido gravemente. Un congénere "P" no emparentado con él, pasa por ahí y acude a auxiliarlo, con una probabilidad menor de ser herido y con una mayor de ahuyentar al enemigo sin sufrir daño alguno, teniendo en cuenta el desequilibrio de fuerzas que se ha creado en favor de N y P.

Si las cosas se quedaran así, los genes susceptibles de predisponer a N a este comportamiento altruista no tendrían prácticamente ninguna posibilidad de ser seleccionados, dado que se exponen a un riesgo sin contrapartida. La actitud egoísta de no ayuda sería, en este caso, más ventajosa. Pero si este evento tuviera una probabilidad elevada de ser seguido de una



circunstancia simétrica, donde el papel de la víctima y el defensor se encontraran invertidos, el balance global haría aparecer un beneficio importante para cada uno, puesto que se intercambia una probabilidad alta de ser herido contra una menor.

Sin que haya necesidad de parentesco entre N y P, cada uno habrá ofrecido un altruismo poco costoso y recibido como contraprestación una importante ventaja. Sin embargo, para que el altruismo tenga probabilidades de ser seleccionado en el curso de la evolución es necesario reunir condiciones particulares. Primero, los individuos en interacción deben poder convivir el tiempo suficiente, y lo suficientemente cerca uno del otro, para que la situación de reci-

procidad tenga una probabilidad elevada de presentarse. Segundo, el altruismo reciproco solamente tiene probabilidades reales de aparecer en aquellas especies cuyos miembros se encuentran equipados de capacidades suficientes para reconocer individualmente sus congéneres, y para realizar la escogencia en relación a situaciones anteriores. Esto se ve difícil en niveles inferiores al de los pájaros y los mamíferos avanzados.

Existe un ejemplo muy interesante, pues ilustra a la vez la teoría de la selección de parentela y la del altruismo reciproco: se trata del vampiro de Azara (*Desmodus rotundus*), especie hematófaga que habita en América Tropical. El vampiro de Azara es un ser muy frágil: muere si no ha podido alimentarse de sangre durante dos noches consecutivas. Sin embargo, el fenómeno de donación de sangre ocurre en esta especie, y los beneficiarios son tanto parientes como com-

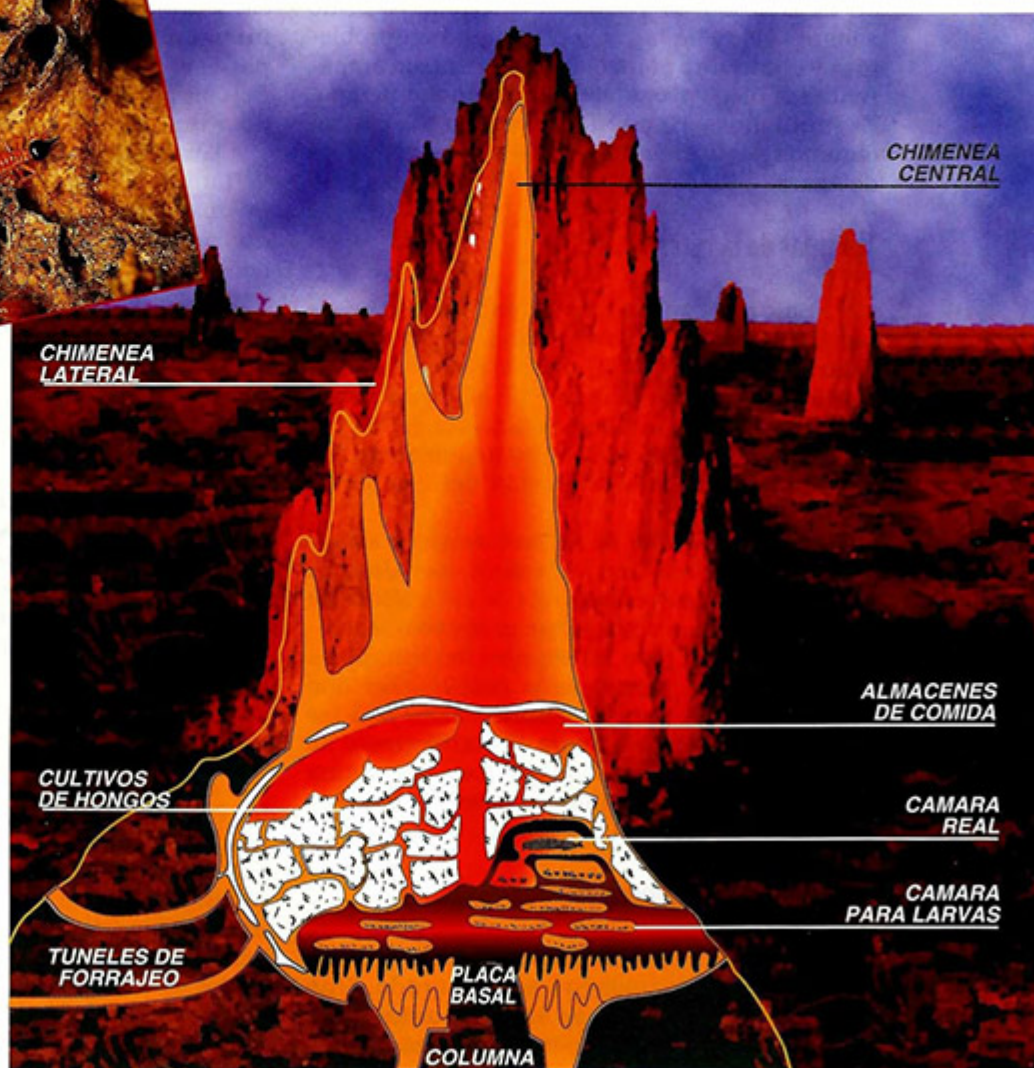
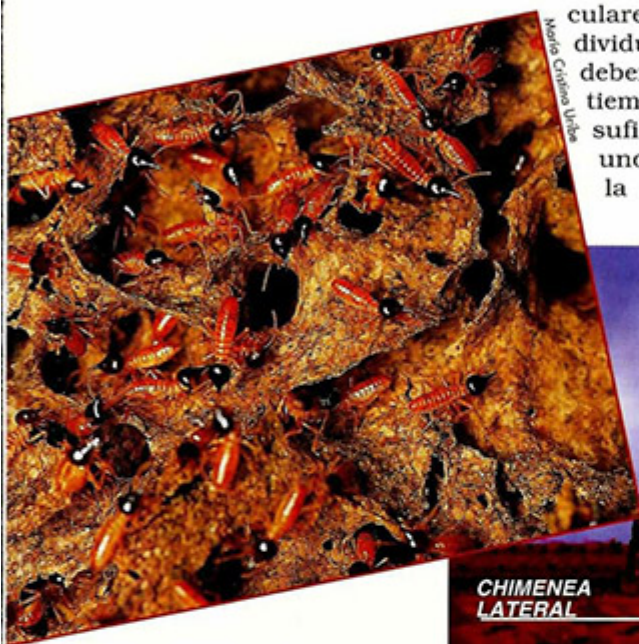


Figura 2. Colonias de termitas. La casta obrera construye complicados nidos de hasta 7,5 metros de altura. Bajo el suelo hay almacenes de alimento, una cámara real donde vive la reina y cámaras para las larvas y el cultivo de hongos nutritivos. El sistema de chimeneas sirve para regular el clima interior.

**Por difícil que sea,
debemos reconocer
nuestro lugar
en la naturaleza,
si deseamos que
nuestra descendencia
continúe disfrutando
de este hermoso
planeta.**

pañeros que comparten de vieja data. En cualquiera de estos casos se trata de individuos hambrientos que disponen de reservas para menos de 24 horas. Pero si uno de estos individuos recibe una donación de sangre de parte de compañeros más afortunados que él, tendrá entonces las reservas suficientes para una nueva noche de caza. La ganancia es considerable para el beneficiario y representa un costo mínimo para el altruista, ya que todavía tendrá autonomía para algo menos de dos noches de caza. Una simulación informática mostró que sin la donación de sangre, el promedio anual de mortandad del murciélago sería del 82 por ciento, mientras que el observado es sólo del 24 por ciento. La donación de sangre sólo tiene lugar si el vampiro en problemas y el donante potencial se encuentran emparentados o conviven desde hace mucho tiempo. Es inútil buscar más allá la ventaja adaptativa obtenida por la práctica altruista de los vampiros de Azara.

Ventajas de la cooperación

¿Bajo qué condiciones se obtendrá la cooperación en un mundo de egoístas, sin autoridad central? Esta pregunta la formula Robert Axelrod, quien junto con Hamilton y John Maynard Smith ha demostrado la utilidad de la teoría de juegos, disciplina bien conocida por los matemáticos, en la comprensión de la evolución del comportamiento orgánico.

La aproximación de Axelrod consiste en investigar cómo actuarán individuos que persigan sus propios intereses, seguida de un análisis de los efectos de sus actos sobre el sistema, considerado como un todo. El objetivo del estudio es desarrollar una teoría de la cooperación que pueda ser usada para descubrir cuáles son las condiciones necesarias para el florecimiento de la cooperación. Afortunadamente, existe una representación disponible para llevar a cabo lo anterior: el dilema del prisionero.

El dilema del prisionero

Dos reos, convictos de cierto crimen, son arrestados e interrogados por separado. Uno de ellos puede traicionar al otro confesando, con la esperanza de obtener una sentencia más corta. Por otro lado, si cooperan entre ellos

rehusándose a confesar, el fiscal se verá en la obligación de condenarlos por un delito menor, o de absolverlos.

Puesto que el dilema del prisionero es tan común, tanto en las relaciones personales como en las relaciones internacionales, sería útil saber cuál es la mejor forma de actuar en este tipo de arreglo.

Se pueden entrever las aplicaciones del juego en las estrategias de disuasión nuclear o para los responsables de políticas de desarme nuclear.

Axelrod y Hamilton intentaron adaptar el modelo del dilema del prisionero a las interacciones sociales de los animales. La pregunta es la siguiente: ¿existe una estrategia estable de evolución de la cooperación; una regla óptima de conducta que adoptaría un animal frente a un congénere donde aquel no conoce a priori sus intenciones? Si es así, ¿esta regla de conducta óptima consiste en manifestar sistemáticamente el mismo comportamiento en todos los intercambios sucesivos con el congénere? O por el contrario, ¿en hacerlo variar en función del comportamiento del protagonista, de acuerdo a una norma a definir?

Gracias a los medios informáticos, Axelrod y Hamilton compararon todos los escenarios posibles en un juego de dos jugadores, teniendo cada uno en cada interacción la opción de cooperar o de traicionar. La estrategia que encontraron triunfante fue aquella denominada "tit-por-tat".

El "tit-por-tat" empieza con una escogencia de cooperación y posteriormente ejecuta lo que el otro jugador realizó en el movimiento previo. La estrategia del "tit por tat" es la más simple de todas las utilizadas y resultó ser la óptima. En este punto es necesario preguntarse si la estrategia "tit-por-tat" ha sido retenida por la selección natural. El poder de la estrategia, ateniéndose al modelo, podría permitir preverlo. A pesar de las esperanzas, la respuesta a esta pregunta se mantiene, desafortunadamente, en reserva.

Conclusiones

A pesar de que esta enumeración de modelos no es exhaustiva, es suficiente para mostrar que los investigadores en sociobiología han logrado elaborar hipótesis de trabajo que permiten generar nuevos lineamientos de pensamiento. Notemos también que estos modelos no son necesariamente excluyentes. La realidad de los fenómenos sociales es suficientemente compleja como para tolerar diferentes aproximaciones. Gran parte del esfuerzo de la sociobiología busca organizar en un solo conjunto

las contribuciones de la biología, la psicología y la antropología. Naturalmente, el análisis del comportamiento social no tiene nada de novedoso; lo que es nuevo es la manera como los hechos y las ideas están siendo sustraídos de la matriz tradicional proporcionada por la psicología y la etología y reordenados a la luz de los principios de la genética y la ecología. La sociobiología hace un énfasis muy importante en la comparación de las sociedades de diferentes tipos, tanto animales como humanas, no necesariamente en búsqueda de analogías sino de desarrollar teorías acerca de las bases hereditarias que subyacen en el comportamiento social. Teniendo en mente la evolución genéti-

ca, los sociobiólogos buscan explicar las diferentes formas de organización social que las especies han adoptado ante las distintas oportunidades y peligros que el medio ambiente les presenta. De ninguna manera es trivial el estudio de las sociedades a la luz de una disciplina que reconoce al ser humano como una especie de alto valor adaptativo, sin marginarla al exterior o mejor, declararla superior a las demás especies, tal como lo ha hecho el pensamiento occidental. Por difícil que sea, debemos reconocer nuestro lugar en la naturaleza, si deseamos que nuestra descendencia continúe disfrutando de este hermoso planeta.



Referencias

1. Jaisson P. *La fourmi et le sociobiologiste*. Editions Odile Jacob, 1993.
2. Wilson E.O. *Sociobiology. The abridged edition*. Harvard University Press. Fifth printing, 1993.
3. *From gaia to selfish genes: Selected writings in the life sciences*/edited by Connie Barlow. MIT Press, fourth printing, 1994.
4. Langaney A. *Le sexe et l'innovation*. Editions du Seuil, 1979.

**Un paso adelante en
Ciencia y Tecnología**

**Suscríbase al mejor
aliado de sus estudios e
investigaciones**

Innovación 
y Ciencia 

**Todo lo que usted quería
saber para estar
adelante**

Adpostal



¡Llegamos a todo el mundo!

CAMBIAMOS PARA SERVIRLE MEJOR A
COLOMBIA Y AL MUNDO

ESTOS SON NUESTROS SERVICIOS

VENTA DE PRODUCTOS POR CORREO
SERVICIO DE CORREO NORMAL
CORREO INTERNACIONAL
CORREO PROMOCIONAL
CORREO CERTIFICADO
RESPUESTA PAGADA
POST EXPRESS
ENCOMIENDAS
CORRA
FAX

LE ATENDEMOS EN LOS TELEFONOS:
243 88 51 - 341 03 04 - 341 55 34
980015503, Fax: 2833345

Semilleros de pequeñas y



medianas empresas

Lisbeth Fog
Periodista científica, Asesora,
A.C.A.C.

Cuando uno hace un semillero de violetas tiene en mente que, a pesar de que no todas las semillas germinarán, al menos un buen porcentaje de ellas se convertirá en plantas vigorosas, llenas de flores. Es un riesgo que se corre. Lo mismo ocurre con las incubadoras de empresas de base tecnológica: son un semillero de pequeñas y medianas empresas, con potencial para ser exitosas en el mediano y largo plazo. Y, como las violetas, necesitan condiciones apropiadas, desde el punto de vista de infraestructura y de cuidados, que les permitan desarrollarse y convertirse en empresas sólidas, posicionadas dentro de los mercados nacional e internacional.

"Las empresas de base tecnológica son aquellas que ofrecen soluciones nuevas al mercado, a través de productos o servicios innovadores", de acuerdo con el Director Ejecutivo de la Corporación Innovar, Adolfo Naranjo, la incubadora piloto de Santa Fe de Bogotá. Aunque mucho se ha discutido sobre la definición más precisa, aún no se ha encontrado. Lo que sí es claro es que en las empresas de base tecnológica lo más importante es el conocimiento, a diferencia de aquellas en las que los bienes de capital o equipo son el mayor insumo. Por lo general, se trata de compañías que bus-

can la comercialización de productos o servicios desarrollados por investigadores académicos en áreas como microelectrónica, informática, biotecnología, química fina, nuevos materiales y telecomunicaciones, principalmente.

Las incubadoras de empresas de base tecnológica representan un mecanismo útil para fomentar el desarrollo de nuevas firmas, contribuyendo a la generación de empleo profesio-

nal y a establecer vínculos entre la universidad y el sector productivo. Funcionan como un centro de servicios. Tienen como filosofía el uso racional de una infraestructura compartida y proporcionan elementos básicos para la viabilización, puesta en marcha y desarrollo de nuevas empresas, tales como un área física exclusiva y otra compartida, orientación empresarial, de mercadeo y financiera, servicios administrativos y técnicos, y laboratorios con equipos básicos.

Allí tienen cabida las compañías innovadoras que están iniciando actividades, aquellas que quieren expandirse o las que ya están en etapa de consolidación. "La esencia de una incubadora", afirma Naranjo, "está en el apoyo que se brinda en el desarrollo del plan de negocios de la empresa, fundamentalmente en aspectos administrativos, comerciales, de mercadeo y financieros". La experiencia ha demostrado que cuando las empresas de base tecnológica fracasan, no es porque su producto o servicio sea inadecuado, sino porque carecen de una capacidad de gestión que les permita insertarse exitosamente en el entorno empresarial.

Datos de Estados Unidos indican que de cuatro nuevas compañías, tres fracasan en ese país. En contraste, el porcentaje de supervivencia a cuatro años de las empresas beneficiadas con los servicios de una incubadora es del 75 por ciento.

¿Cuáles serían las razones por las que un país estaría interesado en emprender la tarea de generar y consolidar empresas de base tecnológica? Se aducen varias: sostener el crecimiento interno, mejorar la utilización de los recursos, elevar la competitividad, mantener los flujos de comercio internacional, dinamizar los procesos de industrialización y cambio técnico, y desarrollar mecanismos de articulación entre la academia y el sector productivo.

Por ello es importante la unión de esfuerzos y objetivos. "Una incubadora de empresas necesita tres pilares fundamentales", según Naranjo. La academia, fuente de conocimiento; el

Especialización

+ Tecnología =
competitividad.



sector privado, experto en colocar productos y servicios en un mercado, venderlos y obtener una utilidad en ese proceso, o sea, hacer empresa; y el Gobierno, para ir de la mano de las políticas estratégicas que el Estado incentive. Ninguno predomina sobre el otro.

Para la creación exitosa de una nueva empresa de base tecnológica se necesitan un mercado existente o potencial,

**La formación
continua y programada,
unida a la utilización
de nuevas tecnologías
en diseño, y a la gestión
y la producción,
garantiza la calidad**

nuevas tecnologías materializadas en productos o servicios que demande el mercado y que lo satisfagan, y uno o varios empresarios que acojan la oportunidad y la pongan en práctica con las estrategias de mercadeo adecuadas, de acuerdo con el estudio que realizó el Centro Internacional de Física, CIF, base para la creación de la Corporación Innovar. Siguiendo el estudio, es fundamental contar con un grupo compuesto por un inventor o líder técnico, un especialista en mercadeo y un administrador de empresas.

En un estado ideal, que resulta del análisis de experiencias internacionales, las empresas incubadas deben cumplir cuatro etapas: la fase de ingreso, de dos a cuatro meses, tiempo necesario para su instalación en la incubadora; la fase de crecimiento, entre uno y dos años, periodo necesario para el perfeccionamiento técnico del producto e inicio

de su comercialización; la fase de consolidación, un año, en la cual la empresa se fortalece financiera y administrativamente para enfrentar su traslado a instalaciones propias; y la fase de independencia.

Al comienzo, las firmas pagan un aporte mensual cobrado por metro cuadrado, que incluye no sólo el arriendo y los servicios (teléfono, luz, agua, fax, entre otros), sino también los servicios prestados en exclusividad. Por lo general son costos bajos, que se van incrementando de acuerdo con el ritmo de consolidación de la empresa.

Además de ofrecer sede industrial y área física, las incubadoras ofrecen apoyo administrativo para registro y legalización de la empresa, contabilidad, adquisición

de materiales y equipos, divulgación y mercadeo, apoyo técnico para la contratación de asesorías específicas, búsqueda de información tecnológica, montajes en equipos y laboratorios, y registro de marcas y patentes, entre otros.

Los incubados, o sea aquellas personas que tienen el conocimiento y se acogen a los beneficios de una incubadora para convertirlo en empresa, son generalmente personas con un alto grado de especialización. En la Corporación Innovar, que cuenta actualmente con 11 empresas, todos sus gestores son profesionales, la mayoría con estudios de maestría y doctorado en prestigiosas universidades del exterior. "Están realmente en la frontera del conocimiento de la tecnología", dice Naranjo, "pero a pesar de que conocen la importancia de la gestión administrativa, comercial y financiera para el desarrollo de una empresa, no son expertos". Porque no siempre quien tiene una idea innovadora es quien puede comercializarla, según el consejero del Programa de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad, de Colciencias, Gonzalo Arango.

"La incubadora nos aterrizó, porque vivíamos soñando", dice Patricia del Portillo, de Corpogen, una de las firmas de Innovar desde finales de 1995, que realiza investigaciones y diagnósticos por ingeniería genética. "Al comienzo creíamos necesitar mil millones de pesos para empezar. Innovar nos enseñó a segmentar el mercado, a acceder a fuentes de recursos y a organizar la parte financiera. Nosotros no teníamos ni idea". Además los ha relacionado con los industriales del país y les ha enseñado a "negociar" con compañías norteamericanas interesadas en sus productos.

¿Cómo ingresar a Innovar?

La ventaja de ser una empresa intramuros –con sede en la propia Incubadora– radica en la interacción informal que se da en los corredores y en la cafetería. Es el espacio donde se encuentran los empresarios, conversan sobre sus experiencias y, aunque trabajan en diferentes sectores, comparten la misma problemática. “Los incubados se sostienen moralmente entre ellos”, afirma Eduardo Posada, uno de los impulsores del proyecto de incubadoras de empresas en Colombia. “El empresario solo tiene un problema: la soledad”.

Experiencias regionales

Existen experiencias a nivel nacional que, con sus aciertos y fallas, integran parte de la historia de las incubadoras de empresas en el país.

De acuerdo con Mariano Ghisays, consejero del Programa de Desarrollo Tecnológico, Industrial y de Calidad, de Colciencias, en 1982 Barranquilla generó una “promotora de empresas”, Promoatlántico, orientada más hacia la creación de un fondo de dinero, que a la asesoría en el desarrollo de las empresas. Le faltó enfoque, conocimiento de otras experiencias y conceptualización, y actualmente está en proceso de liquidación. “Se invirtió en un montón de fracasos”, anota Ghisays, lo que no permitió que prosperara.

La primera incubadora, como tal, se creó en 1991 en Pereira, bajo la iniciativa de la Gobernación de Risaralda, la Alcaldía de Pereira, ACOPI y el SENA a nivel regional. En ella tenían cabida firmas de todo tipo, y estaba orientada básicamente a responder a las necesidades regionales. Gonzalo Arango aseguró que no ha sido exitosa en tanto se “trató de copiar un modelo pero no se extractó su esencia”. En agosto del año pasado, su junta directiva replanteó el concepto y vinculó a la universidad en el proyecto. En este momento se encuentra en una etapa de renacimiento.

La Fundación Amanecer se creó en el departamento del Quindío en 1992, con el objetivo de incentivar los sectores agroindustrial, alimentario, de maderas, confecciones y metalmeccánica, actividades identificadas como de gran potencialidad para el desarrollo del departamento. En 1994, se convirtió en la Incubadora de Empresas del Quindío, con sede en la Universidad del Quindío, y cuenta actualmente con 18 empresas incubadas, según Nayive Leyva.

A fines del año pasado, se creó en Santander Bucaramanga Emprendedora, asesorada por la Corporación Innovar. Con 17 socios provenientes

El aspirante debe llenar un formato en el que plasme su plan de negocios, para lo cual recibe asesoría del director de la Corporación y de expertos en los sectores financiero, comercial y de mercadeo.

Si se considera que la propuesta tiene un alto potencial de convertirse en empresa, se presenta ante un comité de selección multidisciplinario, que recomienda o niega su vinculación a la incubadora.

La junta directiva, en la cual están representados la universidad, el sector productivo y el Estado, es el ente que finalmente aprueba o no la inclusión de esa empresa en la Corporación.

Existen dos modalidades de vinculación: las empresas intramuros son aquellas que se ubican en las instalaciones de la incubadora, y las empresas extramuros, las que se localizan fuera de ella. En ambos casos, la Corporación inicia un proceso formal de reuniones para supervisar el desarrollo de su plan de negocios y asesorarlas de acuerdo con las realidades del mercado que se vayan presentando. Los profesionales de la Incubadora son responsables de una asesoría general. Sin embargo, cuando los incubados requieren de un conocimiento más especializado, recurren a cualquiera de los 39 socios, quienes, además de haber aportado dinero, ofrecen su experiencia en destrezas y habilidades.



tes de los sectores industrial, estatal y universitario, cuenta ya con sede, consejos directivo y técnico, y está en la etapa de promoción para la vinculación de futuras empresas. Ha iniciado un proyecto piloto de “emprendedores”, que consiste en un programa de sensibilización a estudiantes de primeros semestres de universidad, como una alternativa para moldear actitudes favorables hacia la incubación.

La Corporación para la Innovación Tecnológica, TECNOVA, surgió en el seno de la Universidad del Valle en 1993, como una iniciativa que busca mecanismos apropiados para hacer una alianza efectiva y orgánica entre la universidad, los sectores productivos y el Estado.

Finalmente, en Medellín, la Fundación Proantioquia promovió la creación de la Corporación Incubadora de Empresas de Base Tecnológica de Antioquia, oficializada en marzo pasado.

Se gesta actualmente la idea de iniciar una red donde todos compartan sus experiencias.

Como el proceso no es estático y cada región responde a sus necesidades, es probable que las incubadoras se vayan especializando de acuerdo con las demandas de la región. "Lo ideal sería que tuvieran un enfoque hacia un área específica", expresa Camila Monroy, de Histolab Ltda., una empresa de Innovar que produce reactivos de laboratorio para el diagnóstico de enfermedades humanas producidas por bacterias. "Si hubiera varias empresas trabajando en lo mismo, por ejemplo en biotecnología, se podrían comprar los equipos en común".



El hecho es que a pesar de que Innovar es multisectorial, se está empezando a ver una tendencia hacia la biotecnología y la informática.

La Corporación Innovar

Innovar vive de los aportes en dinero que sus 39 asociados efectuaron para su funcionamiento durante tres años (1994-1995-1996). El País Vasco, que tiene gran experiencia en proyectos de incubadoras de empresas en Bilbao, donó parte de los recursos que se invirtieron en la compra de la sede. Además, asesora a Innovar a través de un convenio de asistencia técnica. Otra de las fuentes de ingreso de la Corporación la constituyen contratos con el Estado, canalizados a través de Colciencias, y enfocados directamente a incubar empresas de base tecnológica. El Estado, a través del Instituto de Fomento Industrial, IFI, también aportó una suma representativa.

Pero la idea es que la Corporación sea autosuficiente, lo que ocurrirá en un futuro, a través de los ingresos que se reciban por parte de los incubados. "Esperamos en este año cubrir alrededor del 45 por ciento de los gastos operacionales, y una vez hagamos una ampliación para llegar a nuestra capacidad de diseño que es de 30 empresas, estaremos muy cerca del autosostenimiento" dice Naranjo.

Por otro lado se están implementando diferentes programas que, a mediano y largo plazo, deben ser generadores de ingreso, tales como el Programa de Capacitación de Desarrollo de Habilidades Empresariales, a través de un convenio con Naciones Unidas.

La financiación de los incubados es un tema aparte. Por lo general, cuentan con el conocimiento mas no con el dinero, ni con las garantías necesarias para adquirirlo. La Corporación orienta y acompaña al empresario a conseguir los recursos económicos, pero éste puede ser un proceso largo y dispendioso.

Para dar otra solución a este problema, se ha constituido el Fondo de Capital de Riesgo Innovar S.A.. Se trata de una sociedad anónima con ánimo de lucro, que busca invertir en empresas de innovación tecnológica a nivel nacional, como socio de los empresarios. Provee un capital que no genera costos financieros, participa en el proceso de toma de decisión de la empresa, y se aspira que, al cabo de tres a cinco años, el Fondo le venda a los socios originales creando una utilidad y dejando la empresa fortalecida. La Unión Europea ha ofrecido un aporte

de cerca de 500 millones de pesos para que la Corporación Innovar sea socia del Fondo. Se espera adquirir una suma igual como contrapartida nacional.

Las incubadoras ¿cumplen su objetivo?

De acuerdo con estadísticas estadounidenses, en 1992 había cerca de 880 incubadoras a nivel mundial, principalmente en Europa y Estados Unidos. En América Latina existen experiencias importantes en Brasil y México.

Hay una tendencia generalizada a creer que las incubadoras de empresas de base tecnológica fortalecen en los países el desarrollo empresarial de iniciativas novedosas. Sin embargo, hay quienes creen que ellas sólo son un mecanismo institucional más para promover el crecimiento y surgimiento de este tipo de empresas. De acuerdo con Jorge Robledo, de Colciencias, "sin una inserción sistémica de este mecanismo

en un conjunto más amplio de medidas de promoción de empresas de base tecnológica, las incubadoras por sí solas tienen pocas probabilidades de lograr los objetivos buscados”.

Colciencias está empeñado en generar una discusión que permita el diálogo y el intercambio de información a nivel nacional e internacional en todos los aspectos que tienen que ver con las incubadoras. Según Jorge Sánchez, jefe del Programa de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad del Instituto, además de promover la idea y aportar capital semilla, Colciencias ha iniciado “un proceso de producción de conocimiento sobre el tema, porque hace falta profundización conceptual”. El Instituto busca con ello evitar que se generen nuevas iniciativas sin una consolidación desde el punto de vista de sus objetivos, funciones y el papel que deben cumplir dentro del contexto del país.

La eficiencia de una incubadora se mide tradicionalmente en tres niveles: el número de empresas que se gradúan, las que permanecen en el mercado y las que son exitosas. Pero es necesario ir perfilando otro tipo de indicadores de gestión que se darán con el tiempo de desarrollo, como por ejemplo ventas por empresa, costo por incubado, así como aquellos directamente relacionados con el avance de las firmas.

Colombia no cuenta aún con “empresas graduadas”, aquellas que se consolidan y salen de su seno para actuar en el mercado independientemente. Este proceso requiere de al menos tres años de incubación y, por tanto, su impacto aún no puede ser medido.

Un estudio realizado en Estados Unidos muestra que la mayor parte del desarrollo económico de ese país se debió a la innovación tecnológica, lo que significa nuevos productos y servicios generados por empresas, principalmente pequeñas y medianas. “Con la puesta en marcha de incubadoras de empresas sólidas en el país, Colombia se beneficiará con la presencia de productos y servicios innovadores competitivos a nivel internacional”, dijo Naranjo. Ya existe el caso de Dilences Ltda, una empresa extramuros de Innovar que une dos tecnologías, la óptica y la ingeniería, y fabrica lentes de

Empresas de la Corporación Innovar

Intramuros Bi-Visión Ltda.	Produce plásticos de precisión y mecánica fina en óptica
Cenipalma	Laboratorio de análisis foliar y de suelos
Cincosoft Ltda.	Ingeniería de software
Corpogen	Investigaciones y diagnósticos por ingeniería genética
Histo-Lab Ltda.	Fabricación de productos de base biotecnológica para diagnóstico
Laboratorios Vita-Vera Ltda.	Laboratorio de análisis químico instrumental
Procesos Agrobiológicos Ltda.	Producción de harina a base de lombriz
Quadram Ltda.	Tecnologías integradas de información
Extramuros Dilences Ltda.	Diseño y fabricación de lentes de contacto especiales

Tabla.

contacto para casos especiales, en los cuales el lente se adapta a la córnea. “La idea es fabricar un lente al ojo y no meter el ojo en un lente”, de acuerdo a la optómetra y propietaria de Dilences, Lucrecia Polanco. Actualmente, recibe pacientes a nivel internacional y está siendo contactada por empresas del exterior que ofrecen comprar su tecnología. “Son granitos de arena, pero en la medida en que sean cada vez más se tendrá un proceso mucho más sólido”, concluyó Naranjo.

Así como aún no han florecido las violetas de nuestro semillero, y a pesar de que el país no puede mostrar todavía empresas consolidadas que se hayan iniciado en una incubadora, sí es posible demostrar que Colombia avanza en afinar la conceptualización de sus objetivos y mecanismos de acción, y que cuenta con empresas incubadas competentes y con socios comprometidos y convencidos. Se trata de una forma de contribución al aprovechamiento del talento nacional y a la modernización de la industria, indispensable para el crecimiento económico del país.



Novedades editoriales

ESCUELA Y MODERNIDAD EN COLOMBIA-LA UNIVERSIDAD



Rodrigo Parra Sandoval

Fundación FES, Fundación Restrepo Barco, Colciencias, IDEP, Tercer Mundo Editores

Escuela y Modernidad en Colombia recopila artículos e investigaciones publicados por Rodrigo Parra en revistas y editoriales de diversos países, durante tres décadas de trabajo sociológico. Los cuatro volúmenes estudian la educación colombiana desde 1935 hasta 1995, en la que podría denominarse época de modernización.

BIOTECNOLOGÍA: legislación y gestión para América Latina y el Caribe



Elizabeth Hodson de Jaramillo
Rafael Aramendis Ramírez

Programa Multinacional de Biotecnología y Tecnología de Alimentos (OEA)
Programa Nacional de Biotecnología (COLCIENCIAS)

La introducción de las biotecnologías en América Latina y el Caribe ilustra bien esta estrecha relación entre ciencia y producción. Este conjunto de tecnologías se aplicó inicialmente en los laboratorios de algunas universidades y centros de investigación, por parte de investigadores que tuvieron oportunidad de dominarlos en el transcurso de su formación profesional en laboratorios de países líderes. Su difusión desde los lugares donde fue inventada hasta esta región fue sorprendentemente rápida, debido a la buena relación internacional de los centros de excelencia científica de nuestra región con sus pares del mundo desarrollado.

EL PARADIGMA DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA EN AMÉRICA LATINA

COPAE A.L.- UNESCO

En 1984 se puso en marcha, en Uruguay, el Programa para la Promoción de Actividades Científicas y Tecnológicas Juveniles, con el propósito de rescatar algunas experiencias regionales y pragmatizar la introducción de la ciencia en el sistema educativo formal. Esta experiencia educativa, con connotaciones propias y únicas en el mundo por su oferta intergeneracional, y con características regionales particulares, muestra cómo la creatividad, el entusiasmo y el espíritu innovador pueden generar instrumentos de cambio que sustituyan la carencia de recursos económicos, en el conjunto de países en vías de desarrollo.

ESTUDIOS ECOLÓGICOS DEL PÁRAMO Y DEL BOSQUE ALTOANDINO, CORDILLERA ORIENTAL DE COLOMBIA

Luis Eduardo Mora Osejo
Helmut Sturm


Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales


En este libro se describen los sistemas radicales de 24 especies de plantas del páramo y del bosque altoandino, procedentes de la región del páramo El Granizo, y se analizan las relaciones topológicas. Para el estudio se empleó el método de dos sistemas generales: alorrírico y homorrírico secundario, con predominio del primero. La mayoría de las especies examinadas presentan raíces cladógenas, que facilitan la continuidad vegetativa y el desplazamiento paulatino de los brotes de innovación. Por otra parte, la disposición de la mayoría de las raíces es superficial, en respuesta a los factores ambientales.


Sabe usarlo?



Cualquier niño  de 4 años sabe como hacerlo!!

Lo que difícilmente se sabe, es que el baño es el lugar de la casa  donde más se consume agua. Un promedio de 200 litros al día.

Multiplique por el número de hogares de Colombia  y eso es mucha agua!

Sabemos que usted no puede dejar de usar el baño, pero lo que si puede hacer es utilizar los sanitarios de Bajo Consumo de Agua de Corona .

Pregunte por las líneas Acuacer, Nova, Royal y Tiffany.

Aprenda a usar racionalmente el baño y con la porcelana sanitaria de Corona, viva su ambiente!



Corona[®]
Viva su Ambiente!



VIVENCIAS DE CONOCIMIENTO Y CAMBIO CULTURAL



D.Segura, A.Molina,
R.I.Pedreros, F.O.Arcos

Escuela Pedagógica
Experimental

En esta obra, a partir de una investigación sobre la enseñanza de las ciencias, se incursiona en aspectos contemporáneos de la discusión pedagógica. Se logra una aproximación, tanto a las condiciones para el cambio conceptual como a los vínculos que existen entre las imágenes del conocimiento y la cultura. A la vez se intenta una aproximación al modelo didáctico del maestro y al entorno cultural en el cual se dan las vivencias del conocimiento.

FRONTERA Y POBLAMIENTO: ESTUDIOS DE HISTORIA Y ANTROPOLOGÍA DE COLOMBIA Y ECUADOR

Chantal Caillavet y Ximena Pachón

Instituto Francés de Estudios Andinos
Instituto Amazónico
de Investigaciones Científicas
Universidad de los Andes-
Departamento de Antropología

Los estudios contenidos en esta publicación enmarcan las relaciones entre espacio y sociedad en un largo paréntesis de la historia de los pueblos asentados entre los Andes, una porción de su borde pacífico y el piedemonte amazónico. Las sociedades consideradas en estos trabajos, particularmente las precolombinas y las coloniales, han sido examinadas previamente desde las perspectivas etnográficas y demográficas, y desde sus desarrollos institucionales.



In memoriam

La comunidad de físicos de Colombia ha sufrido una enorme pérdida con la desaparición del colega **Fabio Chaparro Beltrán**, acaecida en la tragedia aérea del 2 de octubre de 1996 en Lima, Perú.

Durante toda su vida Fabio fue un optimista incorregible y un trabajador incansable. Tuvo un impacto notable en todas las actividades que emprendió, por su reconocida capacidad de idear y gestar proyectos. Creía ciegamente en el futuro y en las nuevas generaciones; por ello, fue un activista permanente en todas las organizaciones que tienen que ver con el desarrollo científico y tecnológico del país. Perteneció a la Sociedad Colombiana de Física,

participó en la creación del Centro Internacional de Física, CIF, la Corporación Innotech, la incubadora de empresas Innovar, el Programa Re-creo de la Universidad Nacional y Unitekné Ltda. Se distinguió igualmente por ser un promotor infatigable de las actividades de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, en la cual integró el Comité de Ciencias, a la vez que hizo parte del grupo que culminó obteniendo la primera Ley de Ciencia y Tecnología expedida en Colombia. Fue miembro de la Junta Directiva de la A. C. A.C. durante varios períodos y ocupó, hasta fecha reciente, la vicepresidencia de la misma.

Más que por sus logros académicos, administrativos y su capa-



cidad de liderazgo, quienes tuvimos la fortuna de trabajar y compartir con él una parte de la vida, le extrañaremos como ser humano por su honestidad, generosidad, espíritu solidario, desinteresada amistad y por su profunda sensibilidad social.

Que haya paz en su tumba.

REVISTA Innovación y Ciencia

Suscripción por 1 año (5 ejemplares),
a partir del Vol. _____ No. _____

SUSCRIBASE ¡YA!

Suscripción Regular \$25.000
Estudiantes \$18.000

Ejemplar atrasado \$3.000
Socio ACAC Gratuita

SUSCRIPCION PERSONA NATURAL

Nombre _____ C.C./TI _____
Dirección _____ Tel.: _____
Ciudad _____ Depto. _____
Profesión _____ Especialidad _____
Entidad _____

SUSCRIPCION INSTITUCIONAL

Entidad _____
Nit _____
Representante _____
Dirección _____ Tel.: _____
Ciudad _____ Depto. _____

Fecha suscripción
D | M | A

Forma de pago:

Efectivo Cheque Crédito

Consignación: Asociación Colombiana
para el Avance de la Ciencia

Granahorrar 0632-100-79-5
Colmena 010-4500246931
Bco. Popular 160-203196

Tarjeta No. _____

Vence ____ / ____ /

Credencial Credibanco Diners

*Renovación automática:

El valor de la nueva suscripción puede ser cargado a mi tarjeta de crédito. En caso de no desear la renovación, me comprometo a notificar a la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia dos (2) meses antes del vencimiento de la suscripción

Acepto: Sí No

ASOCIACION COLOMBIANA PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA
A.A. 92581 • Fax: 221 92 81 • Tels.: 221 67 69 - 221 73 48 - 221 33 13 • Bogotá, Colombia

LLENE
Y ENVIE
ESTE
CUPON

C.C. Firma

REVISTA Innovación y Ciencia

Suscripción por 1 año (5 ejemplares),
a partir del Vol. _____ No. _____

CUPON REGALO

Suscripción Regular \$25.000
Estudiantes \$18.000

Ejemplar unidad \$5.200
Ejemplar atrasado \$3.000

Fecha suscripción
D | M | A

Sí, deseo regalar una suscripción de la revista Innovación y Ciencia a:

Nombre _____
Dirección _____ Tel.: _____
Ciudad _____ Depto. _____
Profesión _____ Especialidad _____
Entidad _____

De:

Nombre _____
Ident.: C.C. _____ T.I. _____ Pasaporte _____
Dirección _____ Tel.: _____
Ciudad _____ Depto. _____

Nota: Durante un año, cada ejemplar incluye una tarjeta especial, recordando a la persona o entidad que es una atención suya.

ASOCIACION COLOMBIANA PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA
A.A. 92581 • Fax: 221 92 81 • Tels.: 221 67 69 - 221 73 48 - 221 33 13 • Bogotá, Colombia

LLENE Y ENVIE
ESTE CUPON

Forma de pago:

Efectivo Cheque Crédito

Consignación: Asociación Colombiana
para el Avance de la Ciencia

Granahorrar 0632-100-79-5
Colmena 010-4500246931
Bco. Popular 160-203196

Tarjeta No. _____

Vence ____ / ____ /

Credencial Credibanco Diners

*Renovación automática:

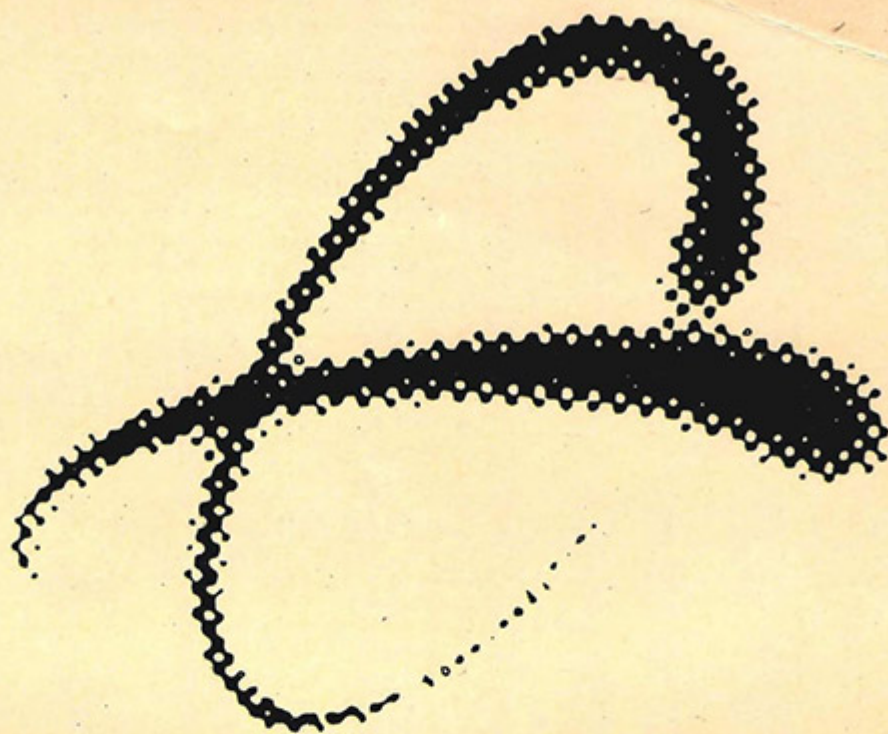
El valor de la nueva suscripción puede ser cargado a mi tarjeta de crédito. En caso de no desear la renovación, me comprometo a notificar a la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia dos (2) meses antes del vencimiento de la suscripción.

Acepto: Sí No

C.C. Firma

Image not found or type unknown





COLCIENCIAS

Esta publicación
ha sido realizada
con la colaboración
financiera de COLCIENCIAS,
entidad cuyo objetivo
es impulsar el desarrollo
científico y tecnológico
de Colombia.

...AHORA
SU NUEVA
TARJETA
GRANAHORRAR
LLAVE UPAC
ESTA...

MAS
CERCA
...DE CADA
REGION,
MAS CERCA
DE SU
CORAZON!

...Más Cerca de nuestras raíces, de las montañas, los valles, las costas y los sueños. Más Cerca, de la tierra que posee nuestros sentimientos e ilusiones más profundas. Más Cerca de cada lugar de esta maravillosa tierra colombiana.



Granahorrar

DISEÑADA PENSANDO EN SU TIERRA!



Young & Rubicam

USARLA EN ESTABLECIMIENTOS
AFILIADOS NO LE VALE NADA



RED MULTICOLOR