



# Innovación y Ciencia

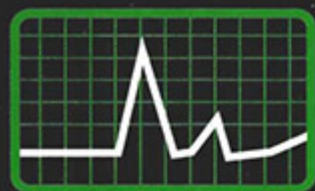
VOLUMEN III, N° 3, 1994



## Biodiversidad

**El fenómeno del rayo**

**La materia oscura  
del universo**



# EXPO TECNOLOGIA 95



**EXPO  
CIENCIA**

Bogotá, Septiembre 28 a Octubre 8 de 1995



ASOCIACION COLOMBIANA  
PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA





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

**JUNTA DIRECTIVA NACIONAL 1993-1995**  
**PRINCIPALES**

Eduardo Posada	Presidente
Fabio Chaparro	1 <sup>er</sup> Vicepresidente
Margarita Botero	2 <sup>a</sup> Vicepresidente
Jaime Ahumada	Secretario
Carlos Corredor	Tesorero
Alberto Ospina	Vocal
Paulo Orozco	Vocal
Guillermo Hoyos	Vocal
Raquel Frías	Vocal

Asociación de Entidades del Sector

Electrónico - ASESEL

Centro de Investigaciones Oceanográficas

e Hidrográficas - CIOH

**Veedor Externo**  
Marcelo Riveros

**Directora Ejecutiva**  
Nohora Elizabeth Hoyos T.

**Asesoría Editorial**  
Mauricio Pérez Gil

**Jefe División de Publicaciones**  
Raquel Rodríguez G.

**Asistente Editorial**  
Gladys Pinilla

**Comité Editorial**  
Nohora Elizabeth Hoyos T., Alberto Ospina T.,  
Eduardo Posada F., Raquel Rodríguez G.,  
Martha Patricia García

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

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

**Diseño y Producción**  
Arte y Ciencia Ltda

**Publicidad**  
Ana Lucía Melo P., Clara López G.

**Fotografía**  
Super Stock, Gamma Sur, The Image Bank,  
Juan M. Posada

**Corrección de Estilo**  
Jorge Iván Cadavid

**Digitación de textos**  
Jenny Juliétt Arias Cadena

**Pre-prensa Electrónica**  
Elograf Ltda.

**Impresión**  
Editorial Nomos 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. A.C.A.C. Cra. 50 N° 27-70.  
Edificio Camilo Torres. A.A. 92581. Fax: 2216950.

Tels: 2213313 - 2217348 - 2216769.  
BITNET: ACAC @ ANDESCOL.

# CONTENIDO



## PORTADA

Colombia tiene el privilegio de ser uno de los países de la megadiversidad biológica. En la foto: águila de montaña (fotografía de Juan Manuel Rengifo).

## NOTA DEL EDITOR

Es el tiempo... de la ciencia y la tecnología

7

## CORRESPONDENCIA

• Mensajes para INNOVACION Y CIENCIA

8

## NOTICIAS & COMENTARIOS

**10 PSICOLOGIA**  
Hacia unas bases biológicas del pensamiento místico

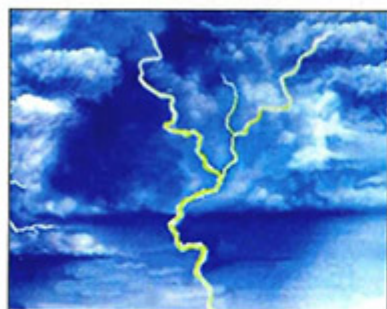
**12 ASTRONOMIA**  
El choque del siglo

**16 MEDICINA**  
La crisis de los antibióticos

**20 INVESTIGACION**  
Se inicia el Programa de Estímulos a los Investigadores

# Innovación y Ciencia

Volumen III, N° 3 - 1994



## VISTAZOS

Ciencia y Tecnología

22

## ARTICULOS

### METEOROLOGIA

Fenomenología del rayo

24

### ECOLOGIA

Investigación sobre biodiversidad. Un impulso al desarrollo

34

### COSMOLOGIA

La materia oscura del universo

40

### MEDICINA

Virus del papiloma y cáncer de cuello uterino

48

### HISTORIA DE LA CIENCIA

De la ciencia como saber a la ciencia como cultura

56

### INDUSTRIA

Incubadoras de empresas de base tecnológica

62

### NOVEDADES EDITORIALES

66

### NOVEDADES EN SOFTWARE Y EQUIPOS

Apple revela nuevo sistema operacional para los computadores Macintosh

Sistema de Información Empresarial - SIE

68





# VISTA DE UN MATSURI DESDE OTRO automóvil ■

Así se puede ver un Mazda 626 Matsuri.

Pero como usted seguramente no quiere ser solamente un observador, lo invitamos a subir. Súbase. Entre y ubíquese frente a su impresionante tablero. Sienta la inédita sensación de amplitud que transmite su espectacular habitáculo. Compruebe su estupenda visibilidad. Y la confortable relación que de inmediato se establece entre el conductor y su magnífico equipo, que convierte la marcha en un gratificante y sofisticado ejercicio cotidiano.

Y bien. Seguro que usted está de acuerdo.

El Mazda 626 Matsuri, no fue hecho para mirarlo, sino para tenerlo. Cuando lo tenga sentirá que las calles y las carreteras están vacías. No se preocupe. Es sólo una sensación. El Mazda 626 Matsuri no está solo. Es que los demás, no se ven.

MAZDA  
**626**  
MATSURI

**mazda**

# NOTA DEL EDITOR

## Es el tiempo... de la ciencia y la tecnología

**E**n los albores de un nuevo gobierno, conviene detenerse por un momento a examinar lo que se ha logrado hasta ahora en el campo de la ciencia y la tecnología y lo que podemos esperar que se realice en el cuatrenio que comienza.

Colombia dispone hoy de un sistema legal para la ciencia y la tecnología que le envidian muchos países en vías de desarrollo. La ley 29 del 90 y sus decretos reglamentarios han permitido crear y consolidar el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, poner en marcha nuevas líneas de financiación y modernizar los mecanismos administrativos, permitiendo además la apertura de nuevas vías de colaboración entre el sector público y el privado. La Constitución Nacional del 91, por su parte, estableció claramente la obligación que tiene el Estado de apoyar el desarrollo científico y tecnológico del país y abrió la puerta para mejorar la legislación en ese campo.

La apertura económica, desarrollada ampliamente por el gobierno anterior, ha causado un impacto indiscutible en la sociedad colombiana y, en especial, en el sector productivo nacional. No sobra repetir en esta ocasión lo que hemos dicho en numerosas oportunidades en el pasado: la única manera de garantizar el éxito de la apertura a largo plazo es modernizar en forma acelerada el sector productivo nacional para hacerlo más competitivo, lo cual no se puede lograr sin un verdadero desarrollo científico y tecnológico. Es por ello que los más avanzados de nuestros industriales han empezado a crear departamentos de investigación y desarrollo o se han asociado con el Estado para el establecimiento de Centros de Desarrollo Tecnológico y Productividad.

Los recientes acuerdos internacionales suscritos por Colombia y, en especial, la constitución del Grupo de los Tres con Venezuela y México, abren excelentes perspectivas al sector productivo nacional, siempre y cuando éste emprenda la indispensable modernización que lo haga más competitivo; para alcanzar esa meta, el avance científico y tecnológico es un requisito imprescindible. En este sentido es digno de imitación el ejemplo de otros países latinoamericanos, en especial México, que han emprendido ambiciosos programas en dicho campo.

La economía nacional ha tenido en los últimos tiempos una notable mejoría, reflejada en el apreciable y sostenido crecimiento del Producto Interno

Bruto, que debería acentuarse en los próximos años gracias a los importantes yacimientos de Cusiana, a la mejora de los precios del café y otros productos tradicionales y al crecimiento sostenido de las exportaciones no convencionales. Ese hecho constituye una garantía de que el país dispondrá de recursos suficientes para poner en marcha programas verdaderamente ambiciosos y de largo plazo.

Las acciones adelantadas en los últimos años, tanto por la comunidad científica como por el Gobierno, han permitido crear conciencia acerca de la importancia que tienen la ciencia y la tecnología para el desarrollo del país. Prueba de ello son los hechos antes mencionados y, más recientemente, las propuestas que en tal sentido formuló el presidente Samper durante la campaña que acaba de culminar, y los planteamientos expuestos en su discurso de posesión. Es la primera vez en la historia de Colombia que un presidente menciona explícitamente la ciencia y la tecnología en ese acto, y es también la primera oportunidad en que el equipo de gobierno tiene tanta claridad sobre la importancia de este tema para garantizar un futuro mejor a nuestra patria.

El mecanismo para desarrollar acciones concretas en tal dirección está al alcance de la mano, ya que, dentro de los próximos seis meses, el Gobierno deberá presentar, para aprobación del Congreso de la República, un plan de desarrollo que servirá para guiar su labor durante el cuatrenio. Los elementos para la elaboración de ese plan, en lo que hace al tema que nos ocupa, están dados en el programa de gobierno del Presidente y en documentos importantes presentados recientemente, tales como la propuesta de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo o la que próximamente formulará la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia.

Nunca antes se había visto una tal acumulación de hechos favorables para el desarrollo de un sector tan estratégico como el de la ciencia y la tecnología. La oportunidad de hacer de Colombia un país moderno, próspero y pacífico está hoy más cerca que nunca. Busquemos, doctor Samper, que este sea el Tiempo de la Gente, haciendo que sea, antes que todo, el Tiempo de la Ciencia y la Tecnología.

**NOHORA ELIZABETH HOYOS T.  
EDUARDO POSADA F.**

# MENSAJES

Para Innovación y Ciencia

Señores

**Asociación Colombiana  
para el Avance de la Ciencia**  
Revista INNOVACION Y CIENCIA

REF: IX Congreso Colombiano de Química

Una reflexión básica sobre la imagen de la industria química como gran contaminante y depredadora de los recursos naturales que hemos de dejar como herencia a las próximas generaciones, que contrasta con la incontrovertida idoneidad de los profesionales químicos en el manejo práctico de las sustancias y los productos industriales, llevó a la Asociación Química Colombiana a concentrar los esfuerzos del IX Congreso Colombiano de Química, realizado en Santa Marta el mes de junio pasado, en hallar un propósito estratégico conjunto encaminado a resolver equilibradamente los aspectos de la química, la gestión y el ambiente.

Las deliberaciones convergieron en asignar roles fundamentales al químico dentro del entorno social y sus deberes ambientales.

En primer lugar, como controlador de los procesos relacionados con la química, debe solucionar los problemas de contaminación ya causados que le competen. Para ello la Asociación Química Colombiana ha de empeñar lo mejor de sus esfuerzos en la educación de sus socios a través de su Comité Ambiental.

En segundo lugar, el químico ha de preocuparse por el impacto ambiental generado por el manejo de las sustancias. Es decir, prevenir sobre los efectos nocivos que pueden causar los productos químicos que utiliza cada empresa o entidad de esta área de la economía.

Finalmente, la misma Asociación debe convertirse en organismo consultor que facilite la regulación, control y administración de la actividad química en el país.

En pocas palabras, los químicos colombianos han quedado comprometidos con el país a responsabilizarse del manejo adecuado de esas sustancias anti-páticas que se han dado en denominar "químicos".

Atentamente,

**Camilo D'Aleman**  
Asociación Química Colombiana

México, D.F., 9 de febrero de 1994

Horacio Mondragón Huicochea  
Director para Países del Grupo "C"  
Dirección General de Cooperación Técnica y Científica  
Secretaría de Relaciones Exteriores

Respecto a su petición para hacer observaciones sobre la revista INNOVACION Y CIENCIA, publicada por la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC), me permito realizar los siguientes comentarios:

Escrita en un lenguaje clarísimo, agradable, autocrítico y propositivo, INNOVACION Y CIENCIA es una revista vinculada a la problemática político-social, educativa y cultural colombiana y busca concientizar al lector en cuanto a su realidad y entorno, además de informarlo.

Con un buen balance temático tanto sobre ciencia como en tecnología, la ACAC y esta revista vinculan y promueven actividades y eventos tanto para científicos, médicos, investigadores, medios académicos, etc., como para tecnólogos, empresarios, público en general y, sobre todo, para la juventud.

Aunque mucha de su información es de vanguardia y permite a los lectores estar "al día", los temas son tratados con sencillez en la forma, tanto en las notas cortas como en artículos; su variada selección resulta sumamente interesante e ilustrativa no sólo para el lector altamente especializado. El diseño y realización de la revista es de excelencia, creando lo que se llama una verdadera revista de divulgación; ello denota un interés y esfuerzo de la ACAC por llegar a un público masivo y crear una cultura científico-tecnológica en su país.

Atentamente,

**Alejandra Meyenberg Leysegui**  
Subdirectora de Asuntos Bilaterales  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt)

## Fe de erratas

En nuestra edición anterior (INNOVACION Y CIENCIA, Vol. III, No. 2, 1994), debido a un error involuntario, el artículo titulado *El origen del universo* quedó cortado en el empalme entre las páginas 48 y 49. Ofrecemos disculpas a nuestros lectores por este lamentable error, y a continuación reproducimos una parte del texto con los dos renglones que quedaron faltando, con el fin de aclarar por completo el sentido del mismo:

(...) Los hallazgos del COBE han sido comprobados independientemente por el experimento norteamericano FIRS y el europeo Tenerife. El primero hizo un mapa de la RCF desde globos con detectores más sensibles que los del COBE, y encontró que el nivel de anisotropía y sus propiedades estadísticas están de acuerdo con los de COBE. El experimento de Tenerife es una colaboración entre españoles e ingleses que lleva ya varios años midiendo la RCF desde un observatorio en Tenerife. Los resultados de este último experimento también confirman lo encontrado por COBE.



# *Las huellas del pasado hacen el ambiente de hoy.*

*Con los pisos de la nueva línea Antica,  
Corona revive la tradición y una vez más  
amplía sus posibilidades de creación, con  
novedosos colores, tamaños y diseños.  
Conozca Antica y usted también,  
deje su huella.*

**ANTICA**  
**Corona**  
*Más Ambiental*



Desde hace años las ciencias biológicas, para sorpresa de unos y horror de otros, se han venido adentrando en terrenos que se consideraron siempre del dominio de otras disciplinas. Ya nadie duda que la neuropsicología y los modernos métodos de investigación neurológica contribuyen al estudio filosófico de la relación mente-cerebro y proporcionan valiosos datos para la construcción del puente que desde hace siglos trata de unir lo espiritual con lo orgánico. Gracias a ello, la dicotomía que ha separado por generaciones el estudio de la fisiología cerebral de las ciencias humanas y sociales es cada día más estrecha, como lo demuestran los esfuerzos notorios en la búsqueda de un lenguaje común.

Temas como la agresión y la violencia, por ejemplo, tradicionalmente estudiados por sociólogos, antropólogos y psicólogos, han sido objeto de estudios neurobiológicos, que encuentran, si no sus causas, por lo menos las estructuras que participan y en ocasiones provocan este tipo de conductas<sup>1</sup>. Las bases de la atracción sexual y el enamoramiento, detalladas a su manera por poetas y novelistas, han caído también en manos de la ciencia que empieza ahora a mostrar su sustrato orgánico<sup>2</sup>. ¿Perderá por ello el amor su halo romántico? Es la preocupación de muchos.

### La ciencia frente a la religión

Un fenómeno curioso ocurre, sin embargo, con los intentos de explicación científica de fenómenos como el fanatismo místico o la misma fe. Las fuerzas oscuras de la religión mal interpretada que atacaron las teorías



"El apóstol Pablo",  
por El Greco.

# Hacia unas bases biológicas del pensamiento místico

helicéntricas; la oposición religiosa a la teoría de la evolución, que en un principio fue enérgica y que como un inexplicable rezago atávico aún persiste en algunos sectores del cristianismo; el dogmatismo papal que no admite muchas de las variadas manifestaciones de la sexualidad humana normal que los libros de psiquiatría hace años retiraron, se han hecho manifiestos una vez más.

Ahora un reducido grupo de científicos ha sido atacado, con amenazas de excomunión y de descrédito público, por parte de la prensa británica. El

fanatismo beligerante cayó esta vez sobre el editor de una importante publicación inglesa de neurología, neurocirugía y psiquiatría, quien discute el tema de la posible epilepsia de San Pablo<sup>3</sup>. Como es bien sabido, Saulo de Tarso es, después de Jesús, el individuo que más contribuyó a la diseminación del pensamiento cristiano. Tildarlo de asmático o de hipertenso quizá no habría generado tanta controversia. Pero imaginarlo afectado de epilepsia, esta milenaria enfermedad asociada por generaciones con posesión demoníaca, con

# Lo que llama la atención es que un estado patológico cerebral se acompañe en algunos casos de aumento del misticismo mágico-religioso.

demencia y deterioro y con otro poco de falacias de la imaginación popular, es, según parece, atentar de manera irreverente contra las bases de la principal religión de Occidente.

No se debe olvidar que otros personajes con epilepsia reconocida, como Mahoma o Dostoyevski<sup>4</sup>, comparten con San Pablo y con algunos pacientes con lesiones del lóbulo temporal, las tendencias al pensamiento místico-religioso, y en ocasiones a escribir extensamente<sup>5</sup>. Los autores del citado artículo exploran incluso la posibilidad de que el fenómeno de la conversión de Pablo fuese un episodio convulsivo. Si se leen con rigor científico los *Hechos de los Apóstoles* es posible inferir en el incidente de Damasco (con un bajo nivel de certeza, hay que admitirlo) una crisis convulsiva de inicio focal con alucinación visual y auditiva, seguida de caída al suelo, y finalmente un estado, que se atreven a denominar "postictal", de confusión, que duró tres días. Hacen falta, lo admite el autor, datos confiables sobre la infancia y la vida privada del apóstol para poderle dar contundencia a sus argumentos.

## La religiosidad en la perspectiva neurobiológica

Pero el punto que interesa aquí no es si Pablo tenía o no epilepsia. Lo que llama la atención es que un estado patológico cerebral se acompañe en algunos casos de aumento del misticismo mágico-religioso. No se

puede explicar este cambio como una simple respuesta del individuo a una enfermedad crónica de manifestaciones revestidas de espectacularidad, que dan la impresión de llevarlo al umbral de la muerte misma. La familia, y el paciente, más que sujetos controles, si este fuera el caso, se inclinarían a la fe buscando respuestas o apoyo. Sin embargo, no todas las formas de epilepsia se asocian con este aumento de la religiosidad. No son las más dramáticas o severas las que lo hacen. Son principalmente aquellas en las que el foco inicial de las descargas epilépticas compromete determinadas estructuras del sistema límbico<sup>6</sup>, regulador de nuestra vida emocional.

Encontrar una "localización" cerebral para el pensamiento religioso está lejos de ser una realidad, y es, claro, una idea forzosamente simplista, digna del más acendrado "reduccionista", apelativo con que somos castigados los neurocientíficos. Pero la respuesta al origen del fervor religioso exagerado, elusiva aún, debe involucrar algún fenómeno bioquímico dependiente de las concentraciones de neuromoduladores y su interacción con los receptores sinápticos. Apoyo para ello se ve en la alta frecuencia con que algunas drogas, como la mezcalina o el LSD, por ejemplo, llevan a ideación delirante mística y mesiánica, de unidad con el universo y de posesión de la verdad<sup>7</sup>.

Un criterio final que parece apoyar la base orgánica del pensamiento religioso es su universalidad dentro de la raza humana. Negar en ese hecho la influencia de factores culturales sería inoficioso. Pero es de anotar cómo la religiosidad característicamente varía con la edad y con el sexo del individuo. Aunque las mujeres rara vez llegan a los niveles de fanatismo que alcanzan los hombres (observación válida igualmente para fanatismos políticos o deportivos), si mantienen con más frecuencia la fe. La crisis religiosa de la adolescencia suele ser más manifiesta en los varones, y la vejez, en ambos sexos, se acompaña de un acercamiento a los

principios religiosos, quizá como un mecanismo compensatorio ante la cercanía de la muerte.

A partir de los conocimientos que poseemos en la actualidad no es posible aún obtener conclusiones sólidas. Es lógico que una conducta tan elaborada y compleja, tan sujeta al aprendizaje, al condicionamiento y a la imposición cultural, no podrá jamás ser explicada en su totalidad desde un punto de vista meramente biológico. En la psicofisiología del pensamiento religioso intervienen sin lugar a duda las áreas de la corteza cerebral, socialmente moldeables, que nos dan por ejemplo la asimilación y la reflexión teológica. Pero quizá debajo de todo eso existan estructuras encefálicas genéticamente programadas para adoptar un ideal mágico o místico, ajeno a la razón lógica, que nos proporcione respuestas a todo aquello que desconocemos.

Diego A. Rosselli Cock  
Departamento de Psicología  
Universidad de los Andes

## Bibliografía

1. Quiroga F: Aspectos neuropsiquiátricos de la conducta agresiva. En: Quiroga F, Ardila A, eds. *Neuropsiquiatría*. Medellín, Prensa Creativa, 1988, pp. 113-136.
2. Berscheid E: Some comments on love's anatomy. In: Sternberg RJ, Barnes ML, eds.: *The psychology of love*. London, Yale University Press, 1988, pp. 359-374.
3. Landsborough D: St. Paul and temporal lobe epilepsy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 50: 659-664, 1987.
4. Rosselli D: Epilepsia: mito y realidad. Santafé de Bogotá, Ediciones Ciba-Geigy, 1992.
5. Roberts J, Robertson MM, Trimble MR: The lateralising significance of hypergraphia in temporal lobe epilepsy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 42: 131-138, 1982.
6. Bear D, Fedio P: Quantitative analysis of interictal behavior in temporal lobe epilepsy. *Arch Neurol* 34: 454-460, 1977.
7. Barron F, Jarvik ME, Bunnell S: Las drogas alucinógenas. En: *Scientific American*. Psicología fisiológica. Madrid, H. Blume Editores, 1979.

Superando todas las predicciones, la cascada de impactos del cometa Shoemaker-Levy 9 sobre Júpiter resultó ser el más importante evento cósmico en nuestro sistema solar, que ha podido estudiarse con la tecnología moderna.

# El choc

**L**a semana del 16 al 22 de julio de 1994 puede considerarse una de las más importantes para la astronomía, ya que ocurrió el mayor espectáculo celeste de toda la historia de la humanidad.

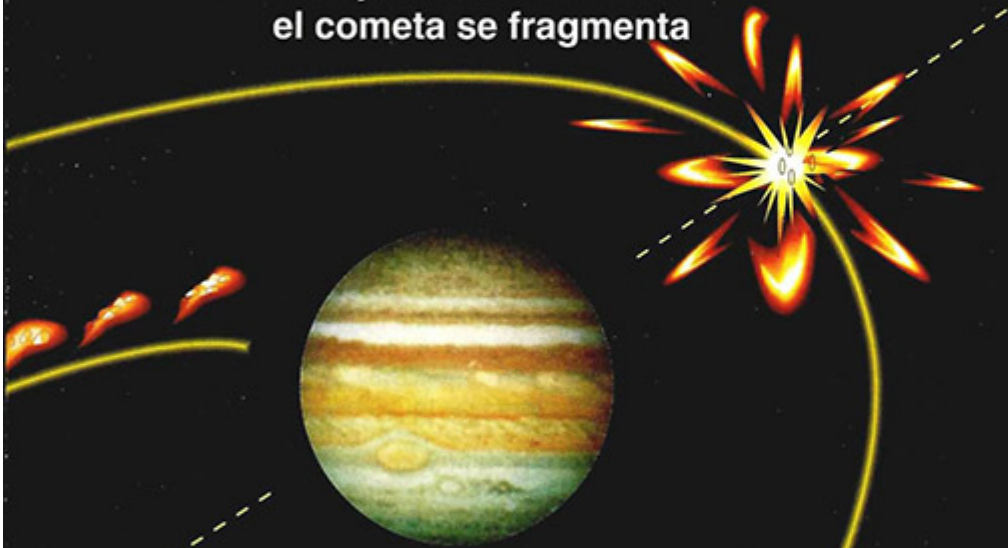
Todo comenzó cuando el 25 de marzo de 1993, en el observatorio de Monte Palomar en California, Carolyn Shoemaker detectó un cometa "deformado" en una placa fotográfica que había tomado mientras trabajaba con su esposo, Eugene Shoemaker, geólogo planetario, y con un astrónomo aficionado, David Levy. El grupo avisó inmediatamente al observatorio de Kitt Peak de la Universidad de Arizona, donde, mediante un telescopio equipado con dispositivos muy sensibles de carga acoplada (CCD), se logró determinar que se trataba realmente de una cadena de fragmentos de cometa.

A este descubrimiento le siguió la observación, registro y cálculo de la órbita de dichos fragmentos por parte de astrónomos de todo el mundo, y fue así como se logró determinar que dichos fragmentos se encontraban orbitando alrededor de Júpiter y no del sol, como lo hace la mayoría de los cometas que conocemos. Esto llevó a concluir que se trataba de restos de un pequeño y volátil satélite de Júpiter, de los que se conocen como Troyanos (asteroides pequeños, capturados por la gran atracción gravitatoria del planeta). Más cálculos revelaron

Cometa Shoemaker - Levy 9

# ue del siglo

**7 de julio de 1992:  
el cometa se fragmenta**



**16-22 de julio de 1994:  
los fragmentos  
del cometa colisionan  
sobre Júpiter**

**25 de marzo de 1993:  
el cometa es descubierto**

que el cometa Shoemaker-Levy 9 (llamado así en honor a sus descubridores) pasó en 1992 demasiado cerca del gigantesco planeta, penetrando su límite de Roche (distancia al planeta dentro de la cual un objeto pequeño y sólido se parte en pedazos debido a las fuerzas de marea que ejerce la gravedad del planeta sobre él) y fraccionándolo en al menos 20 pedazos.

La gran noticia llegó cuando, siguiendo la trayectoria de la órbita, se determinó que hacia la semana del 20 de julio de 1994 todos los pedazos del cometa Shoemaker-Levy 9 iban a chocar contra Júpiter. Y es así como desde el 16 hasta el 22 de dicho mes todos los telescopios terrestres y espaciales se enfocaron para poder observar la magnificencia del evento. Los cálculos se fueron refinando hasta lograr tener, días antes, precisiones de minutos en cuanto a la hora de los impactos y las localizaciones de éstos sobre la superficie joviana.

## El planeta gigante

Júpiter es el planeta más grande del sistema solar, posee dos veces más masa que todos los demás planetas juntos; es gaseoso, constituido principalmente por hidrógeno y helio; y tiene la mayor velocidad de rotación, da una vuelta sobre sí mismo en 9 horas y 50 minutos.

Su atmósfera es muy dinámica, debido a la gran velocidad de rota-

ción, al calor que escapa de su interior y a la luz solar que recibe del exterior, por lo que se producen vientos huracanados en las zonas ecuatoriales que normalmente exceden los 360 km/h. Todo esto hace que sea muy atractivo para observarlo, ya que posee múltiples características en sus capas de nubes, entre ellas la conocida como Gran Mancha Roja, una gigantesca tormenta en la atmósfera joviana que ha sido visible por más de 300 años. Con base en esto se puede dividir la atmósfera joviana en diferentes cinturones de nubes, "belts" (regiones oscuras), y zonas, "zone" (regiones claras), y dentro de ellos se puede localizar una gran variedad de detalles y formas nubosas.

### Las colisiones

Los 21 fragmentos definitivos del cometa comen- zaron a caer a las 2:30 p.m. del 16 de julio y terminaron de caer a las 3:12 a.m. del 22. Estos eran los pedazos más grandes y sus tamaños eran variables, pero oscilaban entre uno y tres kilómetros de diámetro. Cada pedazo llevaba una velocidad de 60,39 km/s al momento de impactar en la atmósfera del planeta, liberando así, en conjunto, una energía comparable con la que generarían 40 millones de megatonnes de TNT.

Todos los fragmentos cayeron en la cara opuesta de Júpiter, entre los 42° y 44° de latitud sur del planeta. Por tal motivo, desde la Tierra debíamos esperar hasta que Júpiter rotara y nos mostrara el sitio del impacto. Todos los telescopios terrestres se enfocaron para observar

dicho espectáculo, incluso los de los aficionados como nosotros.

Fuera de nuestro planeta también se realizaron observaciones. La sonda espacial Viajero (Voyager), aunque prácticamente ya está saliendo del sistema solar, podía observar los impactos desde "atrás", y así se programó. La sonda espacial Galileo,

por su parte, tenía también un sitio privilegiado para observarlo; se reprogramó para que analizara y detectara los diferentes impactos con todos sus instrumentos, y así lo hizo; la primera imagen apenas llegó a principios de agosto. La sonda Galileo es una nave que se envió rumbo al planeta Júpiter; llegará el 7 de diciembre de 1995, y además de todos los estudios que realizará, siendo quizá la sonda más avanzada construida hoy en día, soltará una pequeña nave de

prueba que penetrará la espesa atmósfera de Júpiter y nos enviará mayor cantidad de información sobre su composición y características. Infortunadamente, Galileo tiene un desperfecto en su antena principal, lo cual hace que se demore mucho tiempo en transmitir los datos que va obteniendo. Por otro lado, existe la sonda Ulises, la cual se encuentra observando y analizando electromagnéticamente los polos solares. Dicha sonda también fue programada para que analizara en ondas de radio los diferentes impactos. Y por último, y quizá el más importante, fue el telescopio espacial Hubble, el cual nos entregó las mejores imágenes e incluso pudo observar varios impactos desde el limbo del planeta.

**Shoemaker-Levy 9  
era insignificante, de  
unos pocos kilómetros  
de diámetro. Pero el  
final de sus días ha  
sido grandioso, como  
un cometa suicida  
contra Júpiter.**

### Primeros resultados

Las primeras observaciones demostraron que los impactos fueron más energéticos de lo que se esperaba. Lograron crear ondas de choque en la atmósfera que sacaron a la superficie vapor de agua y metano, y crearon inmensas manchas oscuras, algunas comparables en tamaño con la Gran Mancha Roja. Estos resultados pudieron observarse incluso con pequeños telescopios. Hoy en día existe, gracias a la dinámica de la atmósfera joviana, un oscurecimiento en la región sur donde impactaron. Zonas como donde cayó el primer pedazo ya se han vuelto a restaurar, meteorológicamente hablando. Al examinar otras imágenes se puede observar el sitio mismo del impacto, que analizado en infrarrojo muestra una generación de energía superior a la del planeta mismo. Se tienen regiones bastante alteradas, debido a que tres pedazos lograron caer casi en el mismo sitio (los pedazos Q1, B y N), lo cual hizo aún más impactante la observación de dicha región.

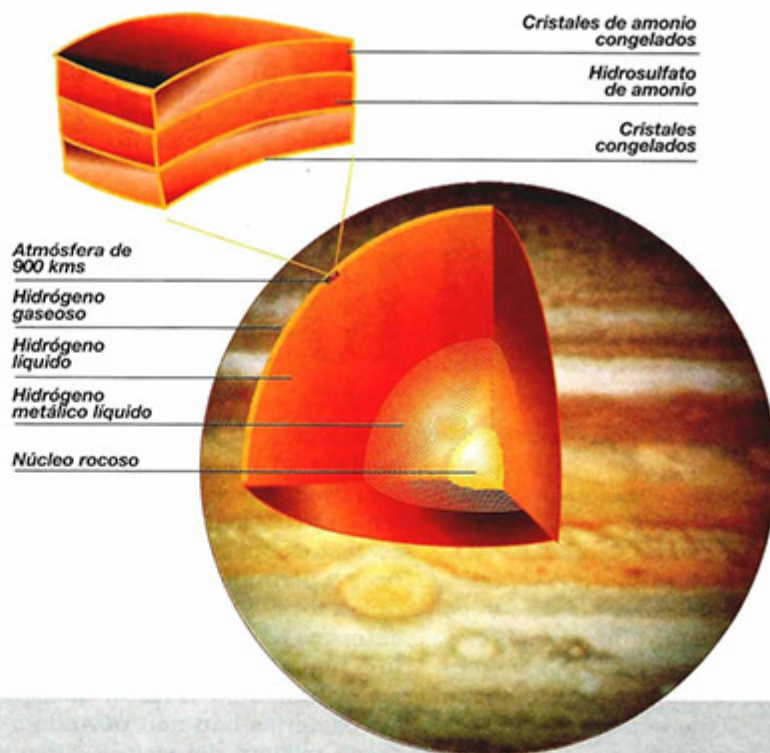
Todavía hoy se siguen analizando las imágenes, y estamos a la espera de recibir más información recaudada por las diferentes sondas, para así poder tener una idea más clara y completa sobre los sucesos acaecidos en la atmósfera joviana. Cuando Galileo llegue a Júpiter en diciembre de 1995, podremos complementar aún más todos los datos obtenidos.

Toda la información y análisis que de este gran choque podamos extraer nos servirá para entender mejor la dinámica de las atmósferas, la importancia de la rotación del planeta vs. la radiación que recibe la atmósfera proveniente del sol, con el fin de comprender aún mejor nuestra propia atmósfera, y, por qué no, tener un conocimiento mejor de lo que podría pasarnos si cuerpos similares chocaran contra nuestro planeta, como al parecer ocurrió hace 65 millones de años.

cuando un meteorito de unos 10 km de diámetro penetró en nuestra atmósfera y causó la extinción de los dinosaurios.

Mayor información, imágenes de cada uno de los impactos, realizadas por diferentes observatorios y por el telescopio espacial Hubble, se pueden obtener vía Internet en el Hubble Space Telescope Institute, en la siguiente dirección electrónica: [stsci.edu](http://stsci.edu), ó 130.167.1.2.

**Néstor Rueda Pérez**  
 Presidente, Asociación  
 Colombiana de Estudios  
 Astronómicos, ACDA  
 A.A. 47731, Santafé de Bogotá



## Estructura interna de Júpiter

Como resultado de las colisiones de los fragmentos del cometa Shoemaker-Levy 9, se logró observar efectos de ondas sísmicas en Júpiter, que permitieron, por primera vez, estudiar la estructura interna del planeta con datos reales provenientes de capas profundas del mismo. Lo poco que se conocía sobre el interior de Júpiter antes del impacto del cometa se basaba sólo en deducciones de cálculos teóricos o de experimentos de laboratorio, pero faltaba la observación del interior mismo de Júpiter, lo que ahora se intenta con los efectos sísmicos mencionados.

Por su tamaño, Júpiter se considera una estrella fracasada, pues su masa no fue lo suficientemente grande para que la fuerza gravitacional lograra compactarla y calentarla lo necesario para iniciar y mantener la fusión nuclear de hidrógeno en helio, proceso que libera

la enorme cantidad de energía de las estrellas. Júpiter no llegó a ser estrella, pero su composición se supone muy parecida a la del sol en su nacimiento: 88% de hidrógeno, 11% de helio y 1% de diversas sustancias como metano, etano, amoníaco, agua, silicio y las otras, que ahora se observan por primera vez en Júpiter.

Con hidrógeno se han realizado experimentos de altas presiones en laboratorios, como el Lawrence Livermore National Laboratory en Estados Unidos, donde se somete este gas a presiones de hasta tres millones de veces la presión atmosférica. Se observa entonces que al aumentar la presión, el hidrógeno gaseoso se transforma en hidrógeno líquido y luego en metal líquido. En Júpiter, con el enorme peso de su gigantesca atmósfera, se supone que luego de una capa de hidrógeno gaseoso de unos 900 km de espesor, la presión será lo suficientemente

alta para encontrar hidrógeno líquido en una capa de 23.000 km, y luego, en lo más profundo, sólo habrá hidrógeno como metal líquido en una capa de 38.000 km de espesor, alrededor de un núcleo sólido, relativamente pequeño para Júpiter, pero de tamaño algo mayor que el de la Tierra. Por ahora, y tal vez por mucho tiempo, esto sólo serán suposiciones sin confirmar. Lo importante es que, gracias al impacto del cometa, las ondas sísmicas generadas pudieron atravesar el planeta, reflejarse en las diversas capas y regresar a la superficie de Júpiter, donde los frentes de onda se observaron con telescopios desde la Tierra, y la información registrada, después de un cuidadoso análisis, permitirá obtener la primera evidencia sobre la estructura interior de Júpiter.

# La crisis de los antibióticos

**T**an sólo medio siglo después de su introducción, la edad de oro de los antibióticos parece haber llegado a su fin. El fenómeno de la resistencia bacteriana podría constituirse en un verdadero problema de salud pública, y, en opinión de muchos investigadores y profesionales de la medicina, nos encontramos al borde de un "desastre médico". ¿Cómo se llegó a una crisis de tales dimensiones?

Al terminar la II Guerra Mundial, los antibióticos se convirtieron en uno de los grandes paradigmas

tecnológicos de la especie. Su introducción cambió el enfoque de la práctica médica; hizo posible el tratamiento eficiente y en general poco costoso de episodios infecciosos críticos y permitió predecir la desaparición total de enfermedades hasta entonces letales. Hoy día, debido a una imprevista interacción entre el factor humano y el factor biológico, las bacterias han neutralizado a la droga milagro del siglo XX. En su afán por combatirlas, médicos y pacientes han conseguido, paradójicamente, darles nueva vida.

## El fenómeno de la resistencia bacteriana

La resistencia bacteriana a los antibióticos es resultado de un proceso de selección. Las poblaciones de microorganismos incluyen (como es el caso de todos los seres vivos) individuos mutantes cuyas variaciones genéticas les permiten sobrevivir a condiciones desfavorables para la

**1928**

*Alexander Fleming descubre la penicilina.*

**1940**

*Se inicia el uso clínico extensivo de los antibióticos, considerados entonces auténticas "drogas milagro".*

**1980**

*Se prevé que "prácticamente todas las enfermedades infecciosas de origen bacteriano serán derrotadas".*

**1990**

*Todas y cada una de las bacterias causantes de enfermedades han desarrollado variedades resistentes a por lo menos uno de los 100 antibióticos que existen en el mercado farmacéutico...*



mayoría. Si, por ejemplo, una colonia de bacterias es expuesta a la acción de la penicilina, la mayor parte de ellas muere, pero aquellos mutantes que porten genes resistentes a la acción del antibiótico sobreviven, y no sólo transmiten genes resistentes a sus descendientes, sino que además pueden intercambiar material genético con individuos de otras poblaciones, confiriéndoles su resistencia. Gracias a este mecanismo, la bacteria del cólera adquirió, de *E. coli* (un bacilo común en el intestino humano), la resistencia a la tetraciclina. Esta característica, sumada a la impresionante eficiencia reproductiva de las bacterias—cada individuo puede producir cerca de 17 millones de descendientes en 24 horas—, explica por qué el uso indiscriminado de los antibióticos ha promovido cambios evolutivos sin precedentes en los anales de la biología.

La enorme proliferación de bacterias resistentes es consecuencia del empleo incorrecto de los antibióticos. Estudios realizados a partir de 1970 han concluido que entre 50% y 60% de las prescripciones que reciben los pacientes ambulatorios son inadecuadas. Muchos pacientes exigen se les recete un antibiótico para resfriados de origen viral; el medicamento no tiene ninguna eficacia frente al virus y en cambio sí contribuye a que aumente la población de bacterias resistentes. Los médicos tratan, en ocasiones, infecciones de garganta, e incluso neumonías, sin constatar si son de origen bacteriano o no. Pero ni siquiera las prescripciones correctas garantizan una adecuada utilización por parte del paciente. Los estudios mencionados sugieren que un tercio de los pacientes no sigue las instrucciones del médico: algunos suspenden el medicamento antes de completar la dosis indicada, otros se automeclican, y hay quienes hacen circular antibióticos entre sus amistades como si se tratara de vitaminas.

Sin embargo, el "boom" de la resistencia bacteriana no es responsabilidad exclusiva de médicos y

enfermos. La industria agropecuaria contribuye también al uso desmedido de los antibióticos. En los Estados Unidos, los animales criados en granjas reciben 30 veces más antibióticos (generalmente penicilinas y tetraciclinas) que los consumidos por seres humanos. La leche, por ejemplo, puede contener, legalmente, concentraciones de hasta 80 antibióticos suministrados a las vacas. El objetivo básico es prevenir y tratar enfermedades; pero existe además una razón de índole monetaria: los animales tratados crecen más rápido. Como resultado de esta práctica, surgen cepas de bacterias resistentes, que permanecen en la carne y pasan a los seres humanos cuando ésta es ingerida cruda o a medio cocer. Alrededor de 6,5 millones de norteamericanos enferman, y por lo menos 500 mueren, al año, como resultado de infecciones adquiridas al consumir carne de res o de pollo.

El surgimiento de bacterias resistentes ocurrió en forma prácticamente simultánea al inicio del auge de los antibióticos. En 1946, tan sólo cinco años después de implementarse el uso generalizado de la penicilina, los investigadores descubrieron una

## La enorme proliferación de bacterias resistentes es consecuencia del uso indiscriminado e incorrecto de los antibióticos.

variedad de estafilococo invulnerable a sus efectos. El problema fue fácilmente solucionado por la industria farmacéutica, mediante la producción de nuevos antibióticos, que llegó a contar con cerca de quince familias diferentes de dichas sustancias: betalactámicos, tetraciclinas, fluoroquinolonas...

Infelizmente, mientras que el proceso de desarrollo de resistencia por parte de las bacterias continuó, la producción farmacéutica de nuevos antibióticos disminuyó notablemente. En parte porque la existencia de más de 100 antibióticos parecía suficiente, pero también porque producirlos requiere casi 12 años de investigación y una inversión de cerca de 250 millones de dólares.

### Nuevas perspectivas de investigación

La pregunta obvia, ante el sombrío panorama descrito, es ¿qué hacer para enfrentar el fenómeno de la resistencia bacteriana?

En la actualidad se estudian varias alternativas. Una de ellas consiste en aumentar la comprensión acerca de los mecanismos bacterianos de reacción a los antibióticos. En concordancia con esta línea de pensamiento se produjo el medicamento augmentina, que contiene, además de una forma de penicilina, una sustancia que neutraliza la enzima empleada por las bacterias para defenderse de la droga. No obstante, hace tres años surgió una variedad del bacilo *E. coli* que sintetiza una enzima no afectada por el inhibidor. Según el doctor George Miller, jefe de investigaciones sobre enfermedades infecciosas de Schering-Plough, contrarrestar la acción defensiva de las bacterias nos permitirá ganar a lo sumo diez años.

Quizá una mejor estrategia sería descartar por completo el uso de antibióticos; reemplazarlos por medicamentos diferentes que en cambio de matar las bacterias las "desarmen", impidiendo, por ejemplo, su multiplicación en el organismo del paciente; de esta forma el sistema inmunológico tendría mayores y mejores oportu-

nidades de contraatacar. Se trata, sin embargo, de una solución a largo plazo y muy difícil de llevar a la práctica.

La respuesta inmediata al problema de las "superbacterias" puede provenir de un movimiento investigativo que intenta revivir el éxito de los antibióticos, partiendo de nuevas fuentes. Inicialmente las compañías farmacéuticas utilizaban hongos microscópicos tomados de muestras de suelos. Después, en los 80, se recurrió a la síntesis, molécula por molécula, de sustancias de laboratorio. En la actualidad se busca regresar a la fuente natural, y ciertos péptidos (proteínas pequeñas), presentes en plantas, insectos, batracios, mamíferos (también en el ser humano) podrían ser la clave.

A pesar de contar con sistemas inmunológicos menos complejos que el humano, y de convivir con microorganismos, muchas especies animales y vegetales están libres de enfermedades infecciosas; ello podría deberse a la presencia de eficaces péptidos antibacterianos. Los especialistas en enfermedades infecciosas se han puesto en la tarea de movilizar a zoólogos y bioquímicos para impulsar la investigación en esa dirección.

En 1987, Zasloff, antiguo investigador del Instituto Nacional de Salud en Estados Unidos y actual propietario de la firma Magainin Sciences Inc., y sus colegas aislaron, de la piel del sapo africano *Xenopus laevis*, las magaininas, una familia de péptidos que presentan amplia actividad antibacteriana y actúan además sobre algunos virus, hongos y protozoarios. Las magaininas se concentran en gránulos contenidos en las células epidérmicas de los batracios; en presencia de un estímulo (una herida, estrés), que produzca contracción



**Figura.** Las magaininas presentes en la piel de los batracios, perforan la pared bacteriana, destruyéndola por choque osmótico.

muscular, las glándulas expulsan su secreción y esparcen las magaininas sobre la piel (figura).

Insectos y mamíferos poseen también sustancias peptídicas antibacterianas: las cecropinas de la polilla *Cecropia*, la TAP (péptido traqueal antibacteriano) de los bovinos, las cecropinas P1 y Pr-39 del cerdo, las defensinas HNP 1, 2, 3 y 4 encontradas en los neutrófilos polimorfonucleares humanos.

¿Será posible producir medicamentos para uso humano a partir de péptidos vegetales y animales? Los obstáculos son numerosos. Uno de los aspectos críticos para su empleo terapéutico radica en su carencia de especificidad: podrían atacar, e incluso matar, células del paciente.

Magainin Sciences Inc. obtuvo, en 1992, autorización de la FDA (Agencia de Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos) para efectuar pruebas con la magainina MSI 78 para el tratamiento de infecciones cutáneas severas. Si todo resulta bien, este antibiótico de origen animal se comercializará en 1996.

La consigna científica del momento es investigar, producir, ensayar... Entre tanto, nuestro deber es cooperar aportando un poco de sentido común: racionalizar el consumo de antibióticos y conseguir que se limite su empleo en la agricultura. Después de todo, la mayor parte de las infecciones tiene una duración limitada, cumplen su ciclo y terminan, y el organismo humano está equipado para afrontarlas. Pacientes y médicos deben redescubrir, como lo expresó el doctor David J. Rothman, profesor de medicina social en la Universidad de Columbia, que "el verdadero desafío de la medicina empieza cuando las drogas dejan de funcionar".

**Martha Patricia García**  
Bacterióloga  
Universidad de los Andes

#### Referencias

1. *Science*, Vol. 264, abril de 1994.
2. *Science et Vie*, No. 919, abril de 1994.
3. *Newsweek*, marzo de 1994.

# SAITEL LE DA A LA INTELIGENCIA DIMENSION UNIVERSAL.



TELECOM pone a su disposición el nuevo servicio SAITEL, a través del cual se obtiene acceso a la red de computadores Internet, la más importante del mundo.

La red Internet permite comunicación activa con más de dos millones de computadores alrededor del mundo. Además ofrece servicios especiales como: acceso a programas y archivos, consulta de información a bases de datos y correo electrónico, entre muchos otros.

SAITEL es una valiosa herramienta que ofrece información útil, especializada y actualizada para empresarios, profesionales, centros de educación o investigación y, en general, a todas las personas con necesidades de información, interesadas en dar a la inteligencia dimensión universal.

Obtenga mayores informes llamando gratis al 9800-12444 ó 9800-11111.



# Se inicia el Programa de Estímulos a los Investigadores

Desde hace más de diez años, la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia ha venido buscando mecanismos para estimular el desarrollo de la actividad científica en nuestro país, proponiendo, por ejemplo, en 1984 la creación de un Estatuto del Investigador. En 1989, Colciencias encomendó a la Asociación la elaboración de un estudio sobre los sistemas de estímulos existentes en diversos países (Hoyos, 1990). Ese documento presentó una propuesta concreta para la puesta en marcha de un Programa de Estímulos, que en ese entonces tenía la estructura impuesta por el decreto-ley 1767 de 1990.

Al ser derogado ese decreto, fue posible elaborar una reglamentación más simple, que se discutió ampliamente en el Seminario Internacional sobre Estímulos a los Investigadores, organizado por la ACAC y Colciencias en septiembre de 1992, que contó con una notable participación de investigadores nacionales y de expertos de varios países iberoamericanos.

La propuesta resultante de esas diversas acciones fue aprobada por la junta directiva de Colciencias en 1993 y, luego de algunas demoras debidas a problemas jurídicos, ya que se requirió la inclusión del tema en la Ley General de Educación, recibió el visto bueno del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a mediados de 1994. El decreto y la reglamentación correspondiente fueron expedidos por el gobierno del presidente Gaviria en los primeros días de agosto pasado (decreto No. 1746 de 1994), y la presentación oficial del programa por parte de Colciencias y el Ministerio de Educación Nacional se hizo con gran éxito

el 10 de agosto, ante una audiencia de más de 500 investigadores.

A grandes rasgos, el programa se asemeja a los que implantaron México y Venezuela, aunque con características propias de nuestro sistema legal. De acuerdo con la actividad científica y tecnológica desarrollada por los investigadores en los últimos tres años, el jurado clasifica a los que reúnan todos los requisitos en cuatro categorías. El investigador recibe una bonificación en dinero de 120, 84, 48 y 24 salarios mínimos según la categoría en que quede situado. Esa suma es independiente del salario que devengue normalmente y del tipo de institución en que trabaje, sea ésta pública o privada, universitaria o industrial. Para poder recibir la asignación, el investigador firma un contrato con Colciencias y se compromete

a realizar una serie de actividades en ciencia y tecnología, que puede escoger de una lista que aparece en el decreto. Al cabo de un año, si el beneficiario ha cumplido en forma satisfactoria con lo acordado, el contrato se renueva, lo cual puede ocurrir indefinidamente, si su producción sigue siendo satisfactoria.

Debe quedar claro que este programa busca ante todo mejorar el estándar de vida del investigador y permitirle dedicar más tiempo a su actividad, sin tener que sufrir apuros económicos. El programa es complementario de los otros programas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, que otorgan financiación para la investigación misma a través de proyectos específicos, para lo cual se dispone de fondos importantes en el presupuesto de Colciencias. Es bueno enfatizar también que el Programa de Estímulos está abierto a todas las manifestaciones de la cultura, incluidas las ciencias naturales, las ciencias sociales y las actividades artísticas.

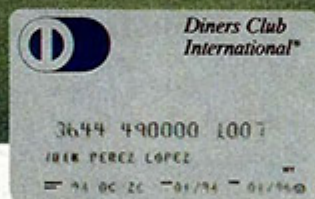
Se trata, pues, de un gran logro de la comunidad científica y del Gobierno, que está llamado a jugar un gran papel en el desarrollo de la ciencia y la tecnología en nuestro país. El programa se ha iniciado con muy buenos auspicios y no cabe duda de que su operación se irá perfeccionando en los próximos años, hasta hacer de él la valiosísima herramienta que tan urgentemente necesitábamos.

**El Programa de Estímulos está abierto a todas las manifestaciones de la cultura: las ciencias naturales, las ciencias sociales y el arte.**

# CON DINERS CLUB USTED ESTA PROTEGIDO EN EL CIELO



## Y EN LA TIERRA



Diners Club Internacional le brinda estos privilegios exclusivos sin costo alguno\*

### ● UN SEGURO DE ACCIDENTES A PASAJEROS POR US \$300.000

Al comprar sus pasajes, nacionales o internacionales con la Tarjeta Diners Club Internacional, usted viajará tranquilo y protegido con un seguro de accidentes a pasajeros, por vía aérea, terrestre y/o marítima.

Adicionalmente usted seguirá disfrutando el tradicional Seguro Automático de Vuelo que le brinda múltiples beneficios en Colombia y el exterior:

- Pérdida de equipaje en vuelos nacionales...\$ 1.000.000
- En vuelos internacionales .....\$ 1.500.000
- Cancelación de vuelo, por evento.....\$ 200.000
- Cancelación de vuelo, por año.....\$ 600.000
- Demora de equipaje, por evento .....\$ 200.000
- Demora de equipaje, por año .....\$ 600.000
- Transportación médica de emergencia.....\$ 1.000.000
- Repatriación hasta .....\$ 2.000.000
- Protección de Vuelo por.....\$30.000.000

### ● SERVICIO DE ASISTENCIA EN EL EXTERIOR.

Por el solo hecho de poseer la tarjeta Diners Club

Internacional usted y su familia podrán disfrutar del Servicio de Asistencia al Viajero en el Exterior, sin costo, que incluye una extensa cobertura de Gastos Médicos así:

- Para el Socio hasta..... US\$20.000
  - Para el Cónyuge hasta..... US\$10.000
  - Por cada Hijo menor de edad hasta.... US\$ 5.000
- Para esta Protección **no es necesario** que su familia viaje con usted.

### ● PROTECCION PLUS DINERS.

Además, al hacer sus compras en el exterior con Diners Club Internacional, usted gozará de un seguro contra daño, pérdida o hurto durante los 30 días siguientes a la compra, sin costo adicional para usted\*.

Sus compras estarán aseguradas con unos toques máximos así:

- Valor máximo por cada artículo ..... \$ 750.000
- Valor máximo en cada evento .....\$1.500.000
- Valor máximo durante el año .....\$2.500.000

Para convertir su actual tarjeta Diners Club en Internacional llame hoy mismo y sin costo alguno al 281 36 11 en Santafé de Bogotá o al 9800-13611 en el resto del país.  
Si aún no es socio llame a los mismos teléfonos o acérquese a nuestras oficinas.  
Disfrute todos nuestros privilegios donde quiera que vaya. Con Diners Club usted estará protegido en el cielo y en la tierra.

\* Este costo es asumido directamente por Diners Club.



### MEDICINA

## Las telomerasas y su relación con el cáncer

La inmortalidad es una característica común de las células tumorales y los organismos unicelulares; es decir, pueden reproducirse de manera indefinida.

Investigadores de California y Ontario creen haber identificado el secreto de la maligna inmortalidad de las células cancerosas. Este parece ser la presencia de "enzimas inmortalizantes", llamadas telomerasas, que no se encuentran en la mayoría de tejidos normales y que serían las que permiten que las células tumorales se dividan infinitamente.

Las células normales se reproducen unas cuantas docenas de generaciones, y llega un momento en que dejan de hacerlo y mueren. Muchos biólogos celulares sostienen que la causa de que la división se detenga es la degeneración de estructuras denominadas telómeros. Estos son

segmentos especializados de ADN altamente repetitivo, que se encuentran en los extremos de los cromosomas, estabilizándolos e impidiendo que se unan o se degeneren; han sido comparados con la cubierta plástica de los extremos de los cordones de zapato.

Durante la mitosis, al duplicarse el ADN, se pierden piezas de telómeros, de tal manera que con el transcurrir de los años, los telómeros humanos se reducen. Se ha sugerido que esta es la razón de que las células pierdan su capacidad de dividirse, cuando los telómeros llegan a una longitud crítica.

Las células cancerosas son inmortales, al parecer debido a que pueden estabilizar sus telómeros gracias a la actividad de las telomerasas, enzimas que adicionan nuevas secuencias a los telómeros y preservan su longitud.

Las telomerasas fueron identificadas inicialmente en protozoarios. Las células humanas también tienen el gen para las telomerasas, pero éste no se expresa después del nacimiento, con una excepción en el hombre, a nivel de los testículos, al parecer para reconstruir los telómeros de los espermatozoides.

Calvin Harley y Silvia Bacchetti de la Universidad de McMaster, recientemente verificaron que en las células de carcinoma de ovario hay actividad de telomerasas, que no se observa en extractos de células normales.

Por tanto, una posibilidad de frenar la proliferación de células cancerosas puede estar representada en drogas que inhiban la actividad de las telomerasas. Si bien estos inhibidores no destruirían las células, sí les "robarían" su inmortalidad.

## TECNOLOGIA

### El robot espejo: una nueva plataforma para la imaginación humana

Los laboratorios de investigación de industrias de robótica en California, Estados Unidos, han desarrollado el proyecto "Robot Espejo", que consiste en un sistema con dos protagonistas: el autor, quien está equipado con un traje especial provisto de sensores, comandos de control y articulaciones mecánicas emisoras de movimientos, y el receptor o robot espejo, equipado con dispositivos neumáticos articulados, interconectados con circuitos electrónicos, que imita exactamente los mandatos del autor, a control remoto.

El potencial de este sistema dual es enorme: la miniaturización del robot espejo servirá para utilizarlo en entornos microscópicos y en aplicaciones de control y seguridad. Por otra parte, aumentando su tamaño 10, 20 o más veces, el robot espejo podrá utilizarse en escenarios gigantescos donde sea necesario mover elementos de gran volumen y peso. Estos robots prestarán una función invaluable en exploraciones científicas de alto riesgo como el estudio de volcanes, la manipulación industrial de elementos radiactivos o en cualquier tipo de situación que

ofrezca un riesgo muy alto a los investigadores.

En la actualidad se está trabajando activamente en la intercomunicación inalámbrica entre el autor y el robot, con el fin de que todas sus aplicaciones puedan hacerse por telepresencia. De esta manera, por ejemplo, el autor podría estar en un sitio y el robot espejo en otro continente, en las profundidades marinas, etc., y mediante circuitos cerrados de televisión, el autor estaría en capacidad de conocer, interactuar y desplazarse a miles de kilómetros de donde se encuentre.

Las aplicaciones posibles del robot espejo no se limitan al campo de la investigación científica. De hecho, en todas las esferas de la vida cotidiana hay multitud de usos diferentes para este sistema; es el caso de los efectos especiales en el cine y en la recreación. Así mismo, estos sistemas, combinados con aplicaciones de realidad virtual, pueden utilizarse para entrenamiento en pilotaje de aviones, entrenamiento para viajes espaciales, o en diferentes campos de la educación, como la capacitación en neurocirugía y medicina interna, y otras áreas de las ciencias médicas.

*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*



**ESTOS SON NUESTROS  
SERVICIOS, ¡UTILICELOS!**

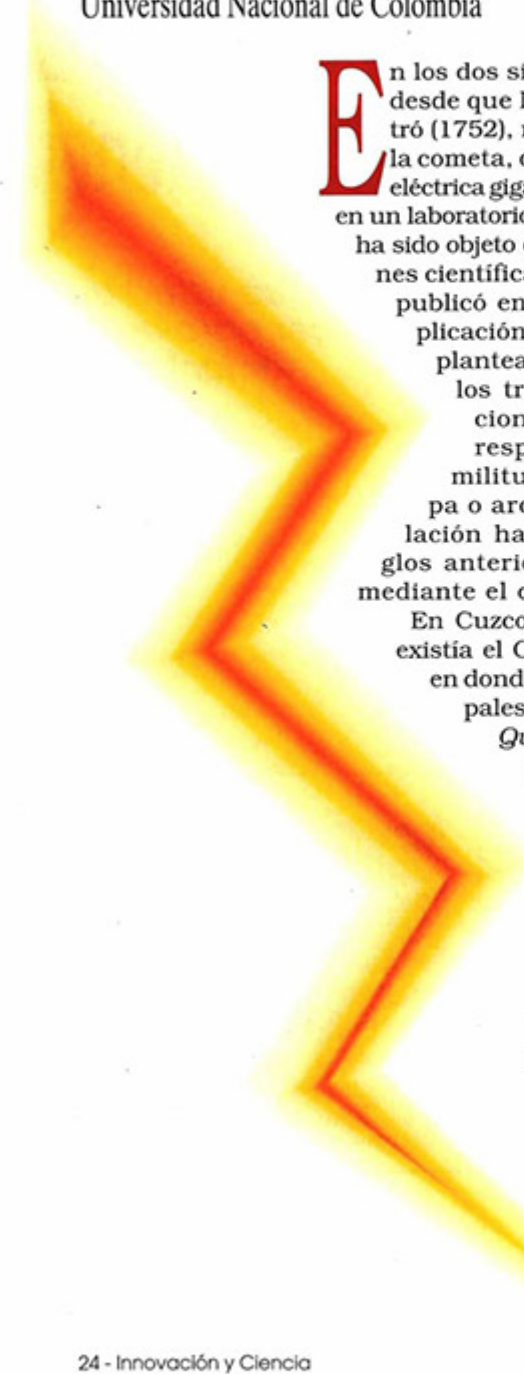
Correo ordinario  
Correo certificado  
Certificado especial  
Encomiendas aseguradas  
Encomiendas contra reembolso  
Cartas aseguradas  
Filatelia  
Giros  
Electrónico burofax  
Internacional APR/SAL  
"Corra"  
Respuesta comercial  
Tarifa Postal Reducida  
Especiales

Teléfonos para quejas y reclamos: 334 0304 - 341 5536, Bogotá  
CUENTE CON NOSOTROS Hay que creer en los Correos de Colombia

# Fenomenología de

**Horacio Torres**

Profesor Asociado,  
Director del Comité de Investigaciones  
y Desarrollo Científico - Cindec  
Universidad Nacional de Colombia



**E**n los dos siglos que han transcurrido desde que Benjamin Franklin demostró (1752), mediante el experimento de la cometa, que el rayo es una descarga eléctrica gigantesca similar a la generada en un laboratorio, este fenómeno atmosférico ha sido objeto de numerosas investigaciones científicas. A principios de 1700 se publicó en Inglaterra la primera explicación sobre el rayo, en la que se planteaba que los relámpagos y los truenos podían estar relacionados con la luz y el sonido respectivamente, por las similitudes que tenía con la chispa o arco eléctrico. Esta especulación había sido interpretada siglos anteriores por la cultura Inca, mediante el dios *Illapa*.

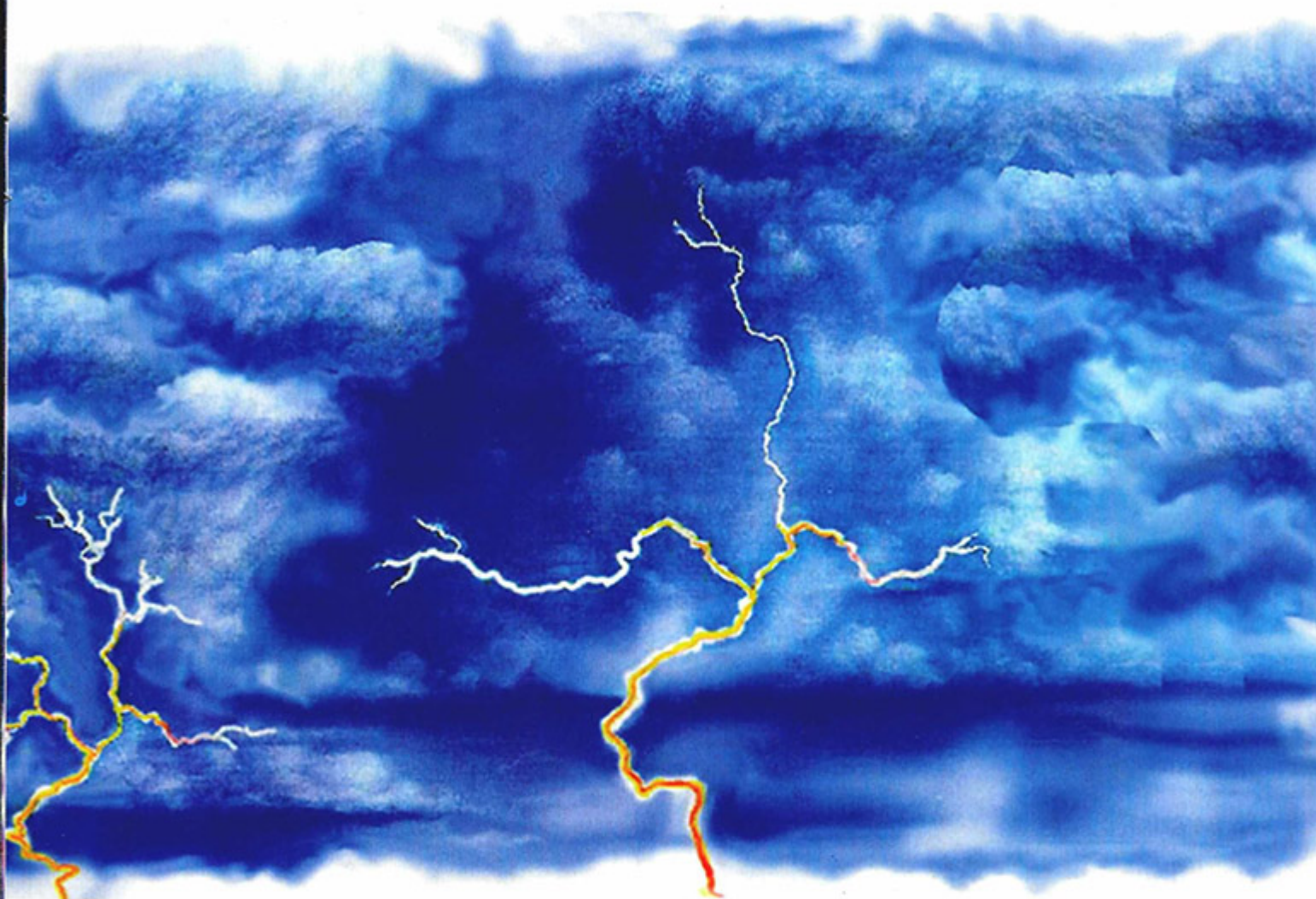
En Cuzco, capital del imperio Inca, existía el Coricancha, templo del oro, en donde se encontraban las principales deidades: el sol *Inti*, la luna *Quilla* y el rayo *Illapa*. Sus interpretaciones míticas muestran hoy día el conocimiento claro que tenían sobre la diferencia entre la energía luminica (relámpago) y la energía audible (trueno) producidas por el rayo. *Illapa* era un hombre ataviado con reluciente indumentaria, que llevaba en una mano una porra y en la otra una honda. El relámpago era el fulgor que despedía su vestido al moverse,

el trueno la descarga de su honda y el rayo el proyectil de piedra.

Además de las interpretaciones míticas y de las innumerables leyendas alrededor del rayo, la mayoría de ellas con gran valor científico por las observaciones sistemáticas que llevan implícitas, desde hace un tiempo el hombre se ha preocupado científicamente por el fenómeno del rayo para conocerlo, caracterizarlo, medirlo, localizarlo y modelarlo, con los objetivos de proteger vidas humanas, evitar daños en equipos, prevenir incendios forestales y en general avanzar en el conocimiento de uno de los fenómenos meteorológicos más admirados, temidos, interpretados y estudiados por las diferentes culturas a través de los siglos.

Tal vez el período más activo de investigaciones científicas y desarrollos tecnológicos sobre el rayo, a nivel mundial, comienza en 1970. Esta actividad, en parte, se debe entre otras razones a la vulnerabilidad de los modernos equipos electrónicos de estado sólido (compatibilidad electromagnética, EMC, por sus siglas en inglés), a las perturbaciones, fallas y daños en los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica, y al desarrollo de nuevas técnicas de adquisición de datos que involucren alta velocidad de registro y digitación directa, y almacenamiento con control computarizado.

# rayo

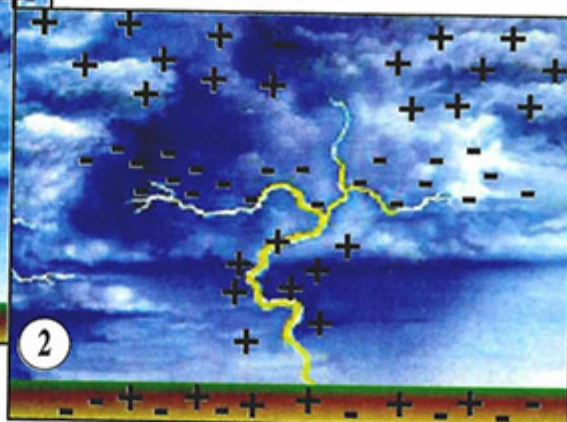
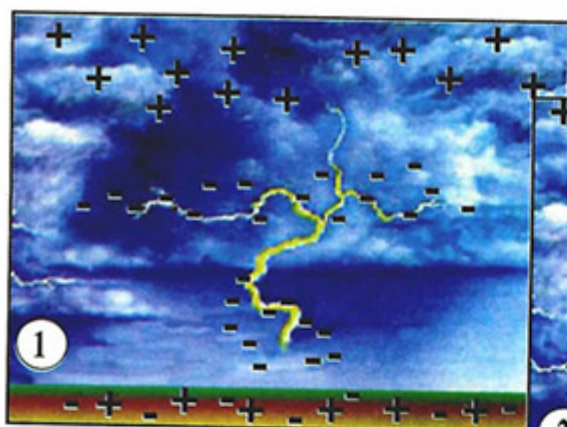


## Caracterización del rayo

El rayo se define como la transferencia de carga positiva o negativa entre nube, de nube a nube o de nube a tierra. Un rayo nube-tierra (*cloud-to-ground flash*) está compuesto típicamente de una secuencia de descargas de retorno (*return strokes*) individuales, que transfieren carga eléctrica de la nube a la tierra. Cada descarga (*stroke*) presenta

corrientes máximas dentro del rango de 10.000 a 400.000 amperios.

Por efecto de polarización, cuando un rayo desciende con carga de un signo (positivo o negativo), de la tierra asciende un rayo con polaridad de signo contrario. Con base en este principio, Berger (1978) categorizó cuatro tipos de descarga eléctrica atmosférica, en términos de la dirección del movimiento entre nube y tierra: ascendente o descendente, y en términos del signo de la



**Figura 1. Tipos de rayos, según Berger.**  
 1. Descarga negativa nube-tierra.  
 2. Descarga positiva tierra-nube.  
 3. Descarga positiva nube-tierra.  
 4. Descarga negativa tierra-nube.

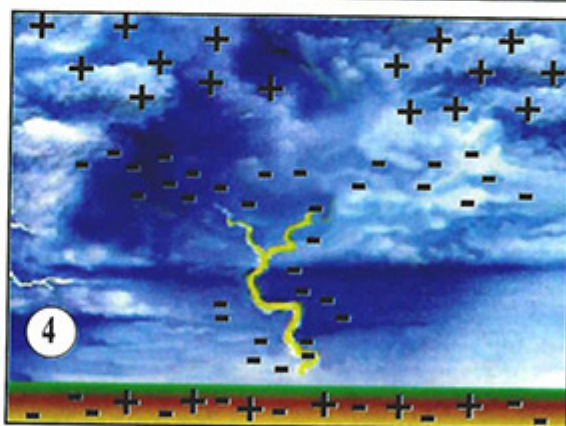
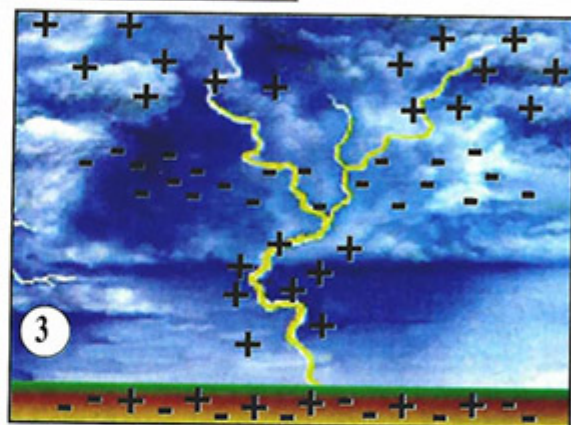
carga eléctrica con que se inicia la descarga: positivo o negativo (figura 1).

La categoría 1 (descargas negativas nube-tierra) es aparentemente la más común. De acuerdo con estadísticas disponibles a nivel mundial, más del 90% de las descargas pertenecen a esta categoría. Sin embargo, en nuestra investigación sobre caracterización espacio-temporal de rayos en Colombia, hemos encontrado que en un análisis espacial (zona central colombiana) y temporal (mes de octubre), las descargas en un 100% son de categoría 3 (descargas positivas nube-tierra). La investigación a este nivel aún continúa, y ya existen resultados similares de otros investigadores en otras latitudes de la tierra.

Los tipos de descarga 1 y 3 son los que más se han estudiado en el mundo, debido a su interés práctico: causa de daños en equipos electrónicos, muertes, perturbaciones en los sistemas de potencia eléctrica y comunicaciones, incendios forestales, etc.

#### Actividad de rayos en Colombia

Los rayos por lo general están asociados con diferentes condiciones meteorológicas, como por ejemplo las tormentas por calentamiento convectivo local, típicas de las regiones ecuatoriales como Colombia, donde a consecuencia de la debilidad habitual de los vientos, los movimientos del aire son esencialmente verticales. En estas regiones las nubes se forman en el curso de la mañana bajo la acción de la radiación



**En los últimos tiempos el hombre se ha preocupado científicamente por el fenómeno del rayo, con el fin de conocerlo y poder protegerse de los daños que ocasiona.**

solar y originan por la tarde o al anochecer precipitaciones acompañadas de relámpagos y truenos. En trabajos previos se obtuvo la hora de presentación de los rayos en Colombia, que en general está asociada con la condición de calentamiento convectivo local. Por ejemplo, la hora de presentación en la ciudad de Bogotá muestra entre las 14 y las 16 horas locales la más alta actividad de rayos. Sin embargo, se ha encontrado que en algunas regiones colombianas, como el Magdalena Medio (aprox. 5° latitud norte y 75° longitud

## En Colombia se tienen regiones, como el Magdalena Medio, cuya actividad de rayos está entre las mayores del mundo.

oeste), las nubes se forman en el curso de la mañana, bajo la acción de la radiación solar, y producen al anochecer y al amanecer precipitaciones acompañadas de descargas eléctricas atmosféricas.

Uno de los principales aportes que hemos hecho al conocimiento de las descargas eléctricas atmosféricas en zona tropical como Colombia, es su análisis espacio-temporal. El análisis espacial se relaciona con las variaciones en la magnitud de los diferentes parámetros del rayo a nivel global, regional y local.

A nivel global, mientras el número de días tormentosos-año (nivel ceráunico, del griego *keraunos* = rayo) en los polos Norte y Sur es 1; al sur de Alemania, una de las zonas más tormentosas de Europa, es 30; en la Florida, el estado con mayor actividad de rayos en los Estados Unidos, es máximo 80, en Colombia se tienen regiones como el Magdalena Medio con valores superiores a 140.

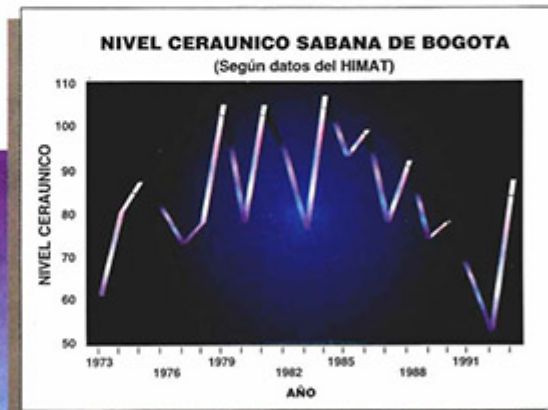
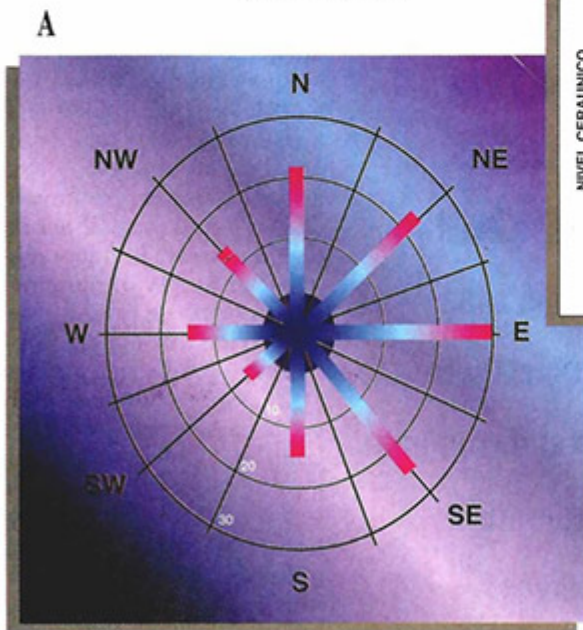
A nivel local, por ejemplo en la ciudad de Bogotá (1587 km<sup>2</sup>), la actividad de rayos es mucho más frecuente e intensa sobre los cerros nor-orientales que en la zona sur-occidental. La **figura 2A** presenta la distribución del número de días tormentosos-año por dirección (Rosa Ceráunica<sup>1</sup>) para la ciudad de Bogotá (04°53'N), a partir de las mediciones realizadas desde el Aeropuerto Internacional Eldorado, situado en el centro de la rosa.

La variada distribución espacial del fenómeno de rayos en Colombia, con sus diferentes aspectos y sistemas, es típica de una región situada en el trópico y con una alta influencia del relieve andino. Debido a efectos meteorológicos, la mayor formación de nubosidad se presenta entre los 1000 y 2500 metros sobre el nivel del

mar; por consiguiente, habrá mayor contribución a la presencia de actividad de rayos en esta zona.

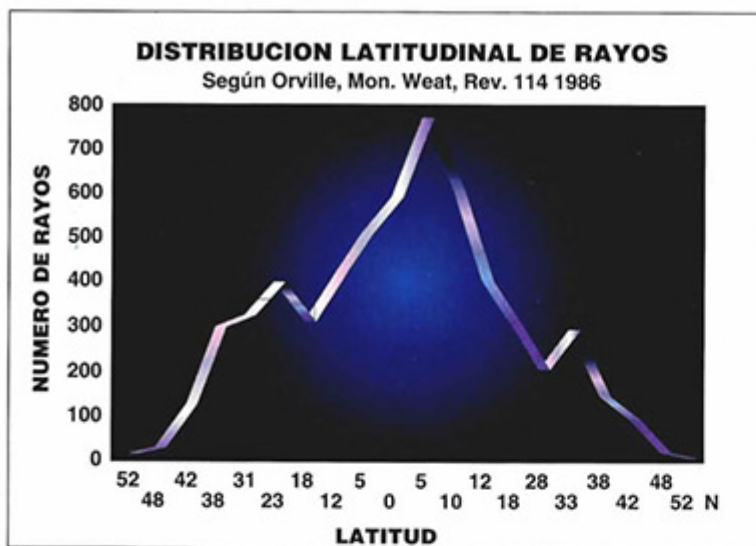
La presentación de la actividad eléctrica atmosférica varía no sólo espacialmente de una región a otra del país, sino también temporalmente de un año a otro, entre mes y

mes y aun durante las 24 horas del día, debido a la influencia de varios factores (relieve, altitud, latitud, distribución de tierras y mares), pero principalmente por los efectos producidos por la circulación atmosférica. La **figura 2B** es un claro ejemplo de la variación temporal anual del número de días tormentosos en la ciudad de Bogotá, que, como se puede observar, presenta un ciclo multianual de aproximadamente 18 años.



**Figura 2. A:** Rosa Ceráunica de la ciudad de Bogotá. Claramente se advierte que la mayor actividad de rayos se presenta en los cerros orientales de la ciudad. **B:** Nivel ceráunico multianual de Bogotá.

<sup>1</sup> El concepto de la Rosa Ceráunica ha sido acuñado en nuestra investigación, y se define como el número de días tormentosos-año por dirección.



**Figura 3.**  
*Distribución de rayos a nivel mundial, de acuerdo con la latitud.*

La circulación atmosférica depende de las diferencias de presión. Uno de sus rasgos dominantes es la existencia de los vientos alisios, el mayor sistema de vientos organizados. Estos soplan del noreste en el hemisferio norte y del sureste en el hemisferio sur hacia el ecuador, provenientes de dos grandes cinturones de alta presión: la latitud trópico de Cáncer (23°05'N) y la latitud trópico de Capricornio (23°05'S).

Los alisios de los dos hemisferios se encuentran en la zona que recibe el nombre de zona de confluencia intertropical (ZCIT). La confluencia de masas de aire provoca grandes movimientos ascendentes que favorecen la formación de nubes y en consecuencia dan origen a abundantes precipitaciones y actividades eléctricas atmosféricas.

El desplazamiento de la ZCIT está regido por el movimiento aparente del sol, con un retraso de uno o dos meses. Así, la posición más meridional la ocupa hacia los meses de enero y febrero y la más septentrional en los meses de julio y agosto. Durante el resto del año la ZCIT se halla en posiciones intermedias, produciendo a su paso el tiempo atmosférico asociado a ella. Es así como la actividad de rayos en Colombia está regida por el desplazamiento de la zona de confluencia intertropical; por tanto, los com-

portamientos temporales de los rayos en las zonas norte, por ejemplo la ciudad de Cartagena (10°27'N), y sur, por ejemplo Tumaco (01°49'N), tienden a ser monomodales; en tanto que en la zona central colombiana, por ejemplo Manizales (05°02'N) e Ibagué (04°26'N), el comportamiento es bimodal, coincidiendo los valores máximos (abril-mayo, octubre-noviembre) con el paso de la ZCIT.

### **Daños producidos por la actividad de rayos**

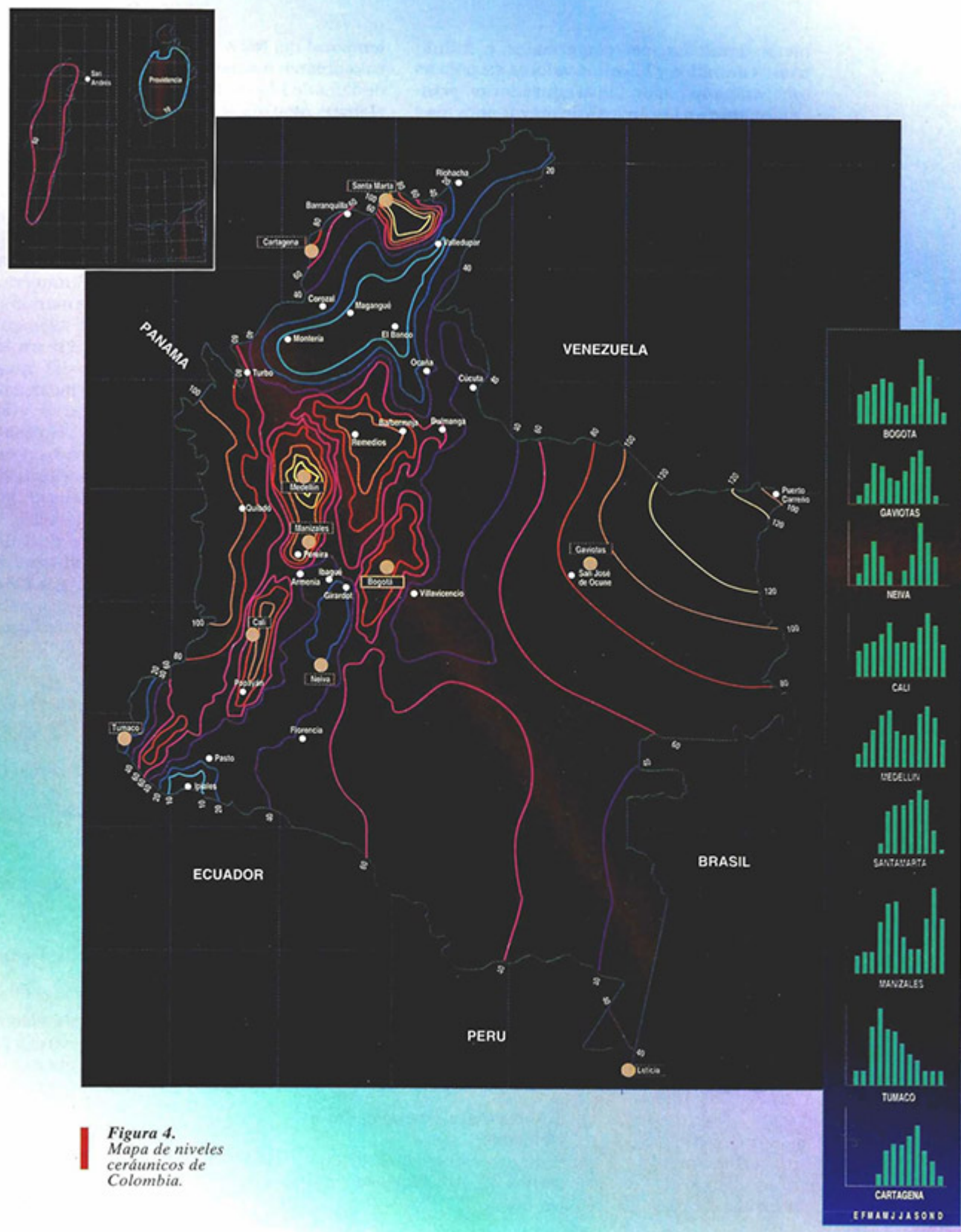
Cada día se presentan sobre la tierra cerca de ocho millones de rayos (100 rayos/segundo) desde 44.000 centros de tormenta, con una gran concentración entre las latitudes trópicos de Cáncer y de Capricornio, principalmente en tres zonas terrestres: Suramérica tropical, centro de África y el continente marítimo. La **figura 3** confirma la hipótesis de concentración de la actividad de rayos en la zona intertropical terrestre, debido esencialmente al incremento de temperatura de los polos al ecuador.

Para los sistemas colombianos de transmisión de energía eléctrica los rayos son la mayor causa de interrupciones de servicio (más del 50%), con consecuencias directas de

**A nivel mundial se presenta una concentración de la actividad de rayos en la zona intertropical terrestre, debido al incremento de temperatura de los polos al ecuador.**

baja confiabilidad y calidad del servicio y altos costos de millones de pesos por quema de equipos y noventa de energía. Los equipos y sistemas basados en microelectrónica (televisores, teléfonos, equipos de comunicación, etc.) son afectados en gran medida por la presencia de sobretensiones transitorias, originadas en su mayor parte por la incidencia de rayos.

En los últimos 20 años han muerto en promedio 100 personas por año a causa de rayos en los Estados Unidos (1990), país con mucho menor actividad de tormentas eléctricas que Colombia. Aunque no hay datos estadísticos disponibles a nivel nacional, son invaluable las pérdidas en vidas humanas y bienes semovientes, los costos en equipos eléctricos y electró-



**Figura 4.**  
 Mapa de niveles  
 cerámicos de  
 Colombia.

nicos domiciliarios, comerciales e industriales dañados y los altos valores en pólizas que cada año pagan las aseguradoras, principalmente en las épocas de mayor actividad de rayos en la zona central colombiana (abril-mayo, octubre-noviembre).

Aunque se han hecho muchos estudios e investigaciones a nivel mundial y nacional sobre los rayos, en Colombia, a pesar de ser uno de los países con mayor actividad de rayos en el mundo, se ha dado muy poca aplicación a los resultados de las investigaciones, sobre todo en lo relacionado con protección de vidas humanas, bienes semovientes, estructuras y equipos en general.

### Estrategias de protección contra rayos

Los dos principales parámetros de incidencia para aplicación al diseño de protección contra rayos son el **nivel cerámico (NC)** y la **densidad de rayos a tierra (DRT)**.

Durante muchas décadas el parámetro universalmente aceptado para caracterizar la actividad eléctrica atmosférica de una región ha sido el nivel cerámico, definido como el número de días del año en los cuales se oye por lo menos un trueno. La distribución espacio-

temporal del **NC** a todo lo largo del territorio colombiano, mediante un estudio sistemático de datos de 17 años (1974-1990), se presenta en el mapa de niveles cerámicos de la **figura 4**.

Este mapa corrobora la hipótesis mundialmente aceptada sobre la alta concentración de actividad de rayos en el área de Suramérica tropical, planteada por Whitley (1929) Gish y Wait (1950), quienes analizaron la distribución no homogénea del circuito eléctrico global y la contribución dominante de las tres mayores zonas de convección del planeta: Suramérica tropical, África central y el continente marítimo.

El número de rayos a tierra por kilómetro cuadrado-año, o densidad de rayos a tierra, es un parámetro complementario del nivel cerámico que permite cuantificar la incidencia de rayos en la zona. Durante décadas y en diferentes lugares del mundo se han realizado investigaciones sobre densidad de rayos a tierra. En Colombia la Universidad Nacional ha liderado, desde 1987, la instalación de equipos y redes para la medición de este parámetro.

A partir del segundo semestre de 1994 comenzará a operar la **Red Colombiana de Localización y Medición de Descargas Eléctricas Atmosféricas (Recma)**, con un amplio cubrimiento del territorio colombiano. La **figura**

## Medidas de protección en zona tropical terrestre

Es recomendable, como medida de protección contra rayos, tener en cuenta las siguientes instrucciones mínimas como guía de seguridad personal:

- A menos que sea absolutamente necesario, no salga al exterior ni permanezca a la intemperie durante las tormentas.
- Busque refugio en el interior de edificaciones, vehículos u otras estructuras que ofrezcan protección contra el rayo.

Los siguientes lugares constituyen una protección adecuada contra el rayo:

- Edificaciones bajas que no tengan puntos sobresalientes.
- Contenedores totalmente metálicos.
- Viviendas y edificaciones con un sistema adecuado de protección contra rayos.
- Refugios subterráneos.
- Automóviles y otros vehículos cerrados, con carrocería metálica.

De ser posible, evite los siguientes lugares, que ofrecen poca o ninguna protección:

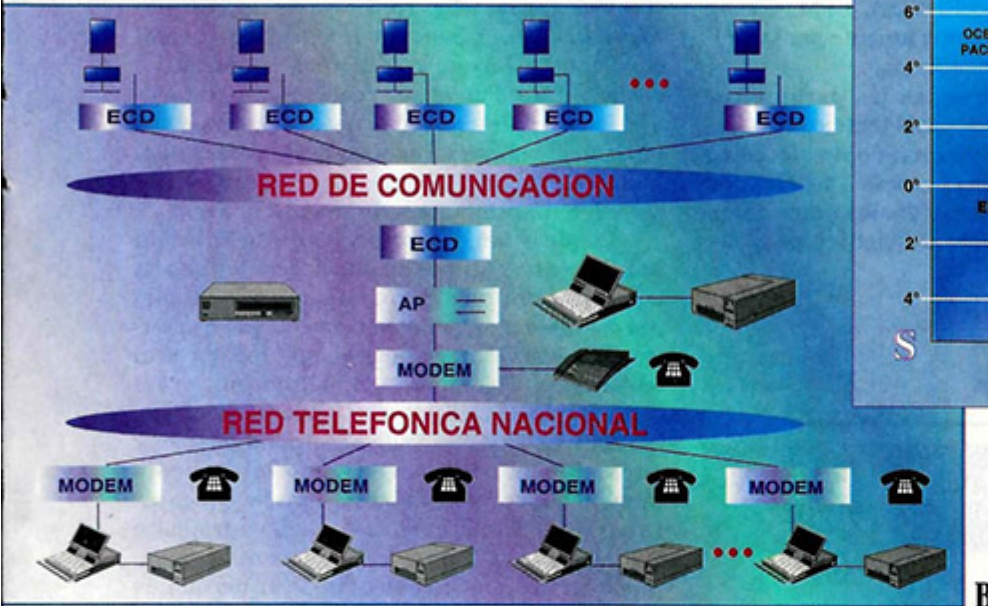
- Edificaciones alejadas de otras viviendas.
- Construcciones que estén a menos de 40 metros de árboles altos.

- Tiendas de campaña y refugios temporales en zonas deshabitadas.
- Vehículos descubiertos o no metálicos.
- Torres de comunicaciones o de energía.

En los siguientes lugares extreme precauciones:

- Terrenos deportivos y campo abierto.
- Piscinas y lagos.
- Cercanías de líneas eléctricas, cables aéreos, cercas ganaderas, mallas eslabonadas, vías de ferrocarril y tendedores de ropa.
- Árboles aislados.
- Torres metálicas (de comunicaciones, de líneas de alta tensión, de perforación, etc.).

**Figura 5.**  
**A:** Localización y rango de cubrimiento de los sensores de la Red Colombiana de Medidores de Rayos Recma (U: Bogotá, O: Boquerón, G: Guatapé, Y: Yarumal, C: Cali, M: Manizales, R: Bucaramanga, S: Sabanalarga, I: Chinú, A: Guavio, N: Betania, T: Tuluá, E: Cerromatoso).  
**B:** Esquema de transmisión de datos, Red Colombiana de Medidores de Rayos Recma. (ECD: equipo de comunicación de datos, AP: analizador de posición).



A

B

Si debe permanecer en un lugar de alto riesgo de rayos:

- Busque zonas bajas.
- Busque zonas pobladas de árboles, pero evite árboles aislados.
- Busque edificaciones y refugios en zonas bajas; evite edificaciones sin protección adecuada y refugios elevados.
- Si tiene que escoger entre una ladera y el filo de una colina, sítiense en el filo.

Si se encuentra aislado en una zona donde se esté presentando una tormenta eléctrica:

- No se acueste sobre el suelo.
- Junte los pies.
- Adopte la posición de cuclillas.
- No coloque las manos sobre el suelo.
- No escampe bajo un árbol.

Con base en el sistema integral de protección descrito en el presente artículo, se ha propuesto al Instituto Colombiano de Normas Técnicas Icontec el desarrollo de la Norma Colombiana de Protección contra Rayos, la cual reportará importantes beneficios al país porque:

- promoverá la aplicación de una norma técnica que incidirá directamente en la calidad del servicio de energía eléctrica y en la calidad de los equipos electrodomésticos;
- aportará criterios técnicos apropiados al entorno tropical colombiano, para un mejor diseño de equipo eléctrico y electrónico, acordes con las altas sobretensiones que generan los rayos en Colombia;

- estimulará los esfuerzos investigativos que por más de una década vienen realizando en Colombia la Universidad y el sector eléctrico en el campo de las descargas eléctricas atmosféricas;
- disminuirá los altos costos económicos que pagan las compañías aseguradoras por siniestros ocasionados por rayos y el sector eléctrico por no venta de servicios, y principalmente,
- evitará la invaluable pérdida de vidas humanas que año tras año trae la actividad eléctrica atmosférica en uno de los países con mayor actividad de rayos en el mundo.

5A presenta los sitios de localización con área de cubrimiento de las antenas, y la figura 5B el esquema de transmisión de datos, de acuerdo con los estudios realizados entre 1988 y 1993 por el Grupo Nacional de Investigación en Rayos, compuesto por las empresas del sector eléctrico colombiano: EEB, ISA, EPM, CVC e ICEL y coordinado académicamente por la Universidad Nacional de Colombia.

Esta red proporcionará los parámetros de los rayos en zona tropical terrestre, necesarios para diseños adecuados de sistemas de protección de equipos, bienes y ante todo vidas humanas. Sin embargo, los datos generados por la red no son suficientes para ser

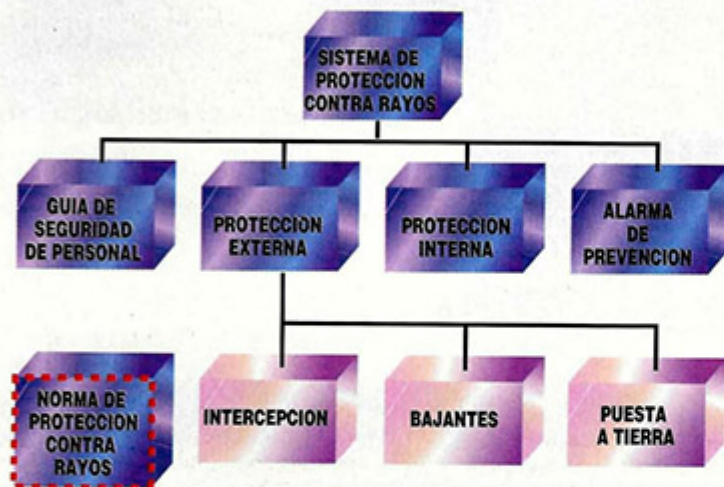


Figura 6. Sistema integral de protección contra rayos.

utilizados directamente en diseños de protección. Se requieren además estudios de tipo espacial, temporal, estadísticos y probabilísticos de aquellos datos. Con esta base se ha aprobado por parte de Colciencias un proyecto de investigación con miras al empleo y desarrollo de un conjunto de técnicas de adquisición y análisis de señales que, combinadas con un estudio de los fenómenos físicos, pruebas experimentales, desarrollo de software y hardware y construcción de modelos matemáticos, permita establecer el comportamiento de los parámetros del rayo para aplicación en diseños de protección.

Hacia el futuro inmediato, en la investigación sobre rayos en Colombia, se requiere un juicioso, sistemático y profundo trabajo teórico<sup>2</sup>-experimental<sup>3</sup> de las señales de campo electromagnético generadas por el rayo, de manera que puedan estimarse parámetros de corriente pico y máxima tasa de ascenso de corriente, con un margen de error aceptable.

Con respecto a la protección contra rayos se puede afirmar, sin lugar a dudas, que ninguna medida es económica y efectiva para evitarlos. Por tanto, las medidas de protección apuntan hacia los efectos secundarios y las consecuencias de una descarga eléctrica atmosférica. En la figura 6 se presenta esquemáticamente el Sistema Integral de Protección contra Rayos, que hemos propuesto e implementado en casos reales en Colombia.

En este sistema se consideran tres componentes básicos de protecciones externas: instalaciones de intercepción de rayos, bajantes e instalaciones de puesta a tierra.

Desde el famoso experimento de Franklin se han hecho grandes avances tecnológicos en las varillas de protección contra rayos (*lightning rod conductor*), mejor conocidas como pararrayos tipo Franklin, en honor a su inventor. Sin embargo, en Colombia ha constituido una práctica errónea el utilizar, y muchas veces exigir, pararrayos tipo Franklin<sup>4</sup> en instalaciones y altos edificios, sin tener en cuenta el concepto integral de la protección contra rayos. Un pararrayos tipo Franklin sin un diseño apropiado de bajantes, sin una adecuada instalación de puesta a tierra o sin cálculos de protecciones internas por sobretensiones inducidas, puede ser el causante de graves daños en equipos y peligros contra la vida humana. Un pararrayos tipo Franklin, como instalación de intercepción, no es garantía de protección contra rayos; es indispensable, además, un apropiado diseño de sistema integral de protección, como el aquí propuesto.

Las protecciones internas contra rayos se refieren a todas aquellas medidas que contrarresten los efectos producidos por la magnitud  $i$  y la tasa de ascenso  $di/dt$  de la corriente del rayo en su recorrido a través de las bajantes a tierra. En su recorrido a tierra la tasa de ascenso de la corriente del rayo induce tensiones y corrientes en los lazos metálicos de las instalaciones. Las máximas amplitudes de tensiones inducidas en las

<sup>2</sup> El trabajo de investigación teórico se refiere al análisis de propagación, atenuación y distorsión de las señales de campo electromagnético generadas por el rayo, teniendo en cuenta el entorno y las variaciones de la conductividad del terreno. Este trabajo se complementa con el análisis estadístico, probabilístico, espacial y temporal de las señales obtenidas por medición.

<sup>3</sup> El trabajo de investigación experimental se refiere a la medición de señales de campo electromagnético generadas por el rayo en los diferentes sitios de localización de sensores (medición espacial) y diferentes horas y meses del año (medición temporal), mediante la red de localizadores de rayos - Recma.

<sup>4</sup> En la amplia y moderna tecnología de estos aparatos se consiguen desde simples varillas en punta hasta pararrayos con dispositivos piezoeléctricos.

instalaciones se calculan a partir de los lazos metálicos típicos encontrados y de un  $di/dt$  máximo probabilístico.

Para completar el sistema integral de protección propuesto en la **figura 6** se debe considerar, en instalaciones como fábricas y sitios de trabajo al aire libre como explotación petrolera o minera, una alarma de prevención de rayos, con el fin de avisar al personal para que se tomen las precauciones respectivas y para desconectar equipos eléctricos y electrónicos importantes.

El riesgo de ser alcanzado por un rayo es mayor entre las personas que trabajan, juegan, caminan o permanecen al aire libre durante una tormenta eléctrica. Para la zona central colombiana (Antioquia, Cundinamarca, Boyacá, Santander, Caldas, Quindío, Risaralda, Valle y los Llanos) la actividad de rayos es más intensa durante los meses de abril, mayo, octubre y noviembre. En la zona Caribe colombiana, durante los meses de julio y agosto, y en la zona sur (Amazonas, Cauca, Putumayo), durante los meses de diciembre y enero. En las tres zonas descritas la actividad de rayos se presenta por lo general entre las 2 y las 6 de la tarde, y en algunas zonas especiales como el Magdalena Medio, en horas de la noche y la madrugada.

## Agradecimientos

La realización del proyecto de investigación que sustenta este artículo ha sido posible gracias al apoyo de entidades como la Universidad Nacional de Colombia, Colciencias y empresas del sector eléctrico colombiano (EEB, ISA, EPM, CVC e ICEL).

**Descriptor:** descargas eléctricas atmosféricas, rayos.

## Bibliografía

1. **Anderson R, Eriksson:** *Lightning parameters for engineering application.* Cigre, 33-06, 1979.
2. **Baatz H:** *Mechanismus der Gewitter und Blitze.* VDE-Schriftenreihe 34, VDE-Verlag, Berlin, 1985.
3. **Berger K, et al.:** *Parameters of lightning flashes.* Electra 41, 1975, pp. 23-37.
4. **Coso, Alfonso:** *El pueblo del sol.* Secretaría de Educación Pública, México, 1983.
5. **Erikson J:** *Las tormentas.* Serie McGraw-Hill de Divulgación Científica, 1991.
6. **Golde RH:** *Lightning.* Academic Press, New York, 1977.
7. **Grupo Nacional de Investigación de Descargas Eléctricas Atmosféricas:** *Memorias, Seminario Taller, octubre 31 y noviembre 1 de 1991.* Santafé de Bogotá.
8. **Hasse, Wiesinger:** *Handbuch für Blitzschutz und Erdung.* Pflaum Verlag, VDE Verlag, 1982.
9. **Kuhn TS:** *La estructura de las revoluciones científicas.* Fondo de Cultura Económica, México, 1986.
10. **Lightning protection code NFPA 78.** Edition 1986.
11. **Neuhaus H:** *Blitzschutzanlagen.* VDE Verlag, 1983.
12. **Panzer P:** *Praxis der Überspannungs - und Stoerspannungsschutzes.* Vogel Fachbuch, 1986.
13. **Torres H, Castaño O:** *Protección contra descargas eléctricas atmosféricas en la planta Descafecol-Manizales.* Informe final, marzo 1991.
14. **Torres H, Herrera F, Casas F, Quitian F:** *Estudio espacio-temporal de las descargas eléctricas atmosféricas en Colombia.* Revista Energética No. 8, Medellín, Colombia, 1992, pp. 69-80.
15. **Torres H, Casas F:** *Diseño de protecciones contra descargas eléctricas atmosféricas en sitios de operación de BPX Colombia - CSU-3033-00.* Informe final, octubre 1993.
16. **Torres H, Castaño O:** *Metodología para el desarrollo de una Norma Colombiana de Protección contra Rayos.* Primer Premio, Concurso Nacional sobre Normalización Técnica 1993. Icontec, Santafé de Bogotá, octubre de 1993.
17. **Torres H, Herrera F:** *Lightning Research in Colombia.* 22nd International Conference on Lightning Protection, Budapest-Hungary, Sept. 1994.
18. **Torres H, Castaño O:** *El rayo.* Ed. Icontec, Santafé de Bogotá, 1994.
19. **Uman M:** *The Lightning Discharge.* Academic Press, New York, 1987.
20. **VDE 0845/4.76:** *Bestimmung für den Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Überspannungen.* VDE Verlag, 1982.
21. **Wiesinger H:** *Handbuch für Blitzschutz.* VDE Verlag, 1982.
22. **Williams E, Renno N:** *Conditional Instability, Tropical Lightning, Ionospheric Potential, and Global Change.* Journal of the Atmospheric Sciences, July 1991.
23. **Williams ER:** *The Electrification of Thunderstorms.* Scientific American, Nov. 1988, pp. 88-99.
24. **Williams ER:** *The Schumann Resonance: A Global Tropical Thermometer.* Science, Vol. 256, 22 May 1992, pp. 1184-1187.



# Investigación sobre

Un impulso  
al desarrollo



# biodiversidad

**Eduardo Guerrero Forero**  
Coordinador de Investigación  
Fondo FEN Colombia

**E**l actual "boom" de la biodiversidad es visto por muchos como un instrumento de los países del norte para asegurarse el acceso al germoplasma de los países megadiversos. Para neutralizar estas distorsiones y aterrizar el discurso, el país debe apropiarse, a través de la investigación científico-tecnológica, de su rico patrimonio biológico.

La biodiversidad, vista simplemente como "variedad de formas vivientes", no es un concepto nuevo, sino una nueva palabra para una ya conocida realidad. Sin embargo, en su enfoque actual, la palabra biodiversidad supone una aproximación integral y sistémica a la riqueza biológica.

La ventaja del concepto, y su alcance moderno, es que alrededor de él se concilian los planteamientos conservacionistas y utilitarios sobre el valor del mundo biológico, y se aproximan las diferentes perspectivas —científica, social, política, económica, jurídica, ética— involucradas en el manejo del medio ambiente vivo.

Colombia tiene el privilegio de ser una de las potencias bióticas del planeta, al formar parte de un reducido grupo de países poseedores de una enorme variedad de especies y ecosistemas. Colombia es uno de los países de la megadiversidad.

Esta situación nos plantea el reto de desarrollar soluciones creativas y adaptadas a nuestra realidad socioeconómica, para la conservación y el aprovechamiento social y sostenible de la diversidad biológica presente en nuestro territorio, de tal forma que el país sea el primer beneficiado de esa riqueza.

Para ello deben adelantarse acciones en varios campos: gestión política, legislación, educación, adecuación industrial e investigación científico-tecnológica. Entre tales acciones, la investigación aparece como la actividad sobre la cual se fundamentan las otras, y como requisito indispensable de cualquier

desarrollo socioambiental armónico. Con mayor razón si se tiene en cuenta que la riqueza del país en recursos naturales no guarda proporción con el insuficiente desarrollo científico-tecnológico, el cual no da abasto para las necesidades en materia de conservación y uso de esa riqueza.

## Nuestra biodiversidad

La mejor manera de evitar que la biodiversidad se convierta en un instrumento controlado y usufructuado de manera dominante por los países desarrollados, es apropiándonos de nuestra riqueza biológica a través del conocimiento y del desarrollo tecnológico (localmente adaptado).

De igual forma, en la medida en que los proyectos de investigación involucren a la comunidad, el conocimiento obtenido permitirá que el manejo y aprovechamiento de la riqueza natural se conviertan en herramientas contra la pobreza y la inequidad.

De hecho, en el plan para la formulación de la Estrategia Nacional de la Biodiversidad, el Gobierno colombiano identifica el conocimiento científico como soporte que avala el proceso político de estructuración de la estrategia.

La elaboración de programas y proyectos de investigación en este campo debe tener en cuenta la estrecha relación entre biodiversidad y desarrollo socioeconómico. Se abre camino el concepto de que la riqueza biológica es uno de los más importantes insumos del desarrollo, renovable por naturaleza pero así mismo extinguido. Ella es un seguro de supervivencia para la especie humana, y, en la medida en que los esquemas tecnológicos y los supuestos económicos no la reconozcan como tal, se acelerará el proceso de deterioro de la calidad de vida en el planeta, afectando tanto a ricos como a pobres.

Sin perder la conciencia global, el país debe hacer suyo el patrimonio biótico que se encuentra en su territorio y propiciar su conservación y aprovechamiento para beneficio de su población, en primera instancia, y del mundo, dentro de un marco equitativo.

### ¿Qué investigar?

A la luz de las anteriores reflexiones, la investigación sobre este tema debería ir más allá del mero inventario de especies biológicas y del trabajo descriptivo convencional de taxa y ecosistemas. Para ello, resulta conveniente un reconocimiento de los distintos niveles de complejidad —genético, poblacional, taxonómico, ecosistémico, evolutivo y cultural— a través de los cuales se manifiesta la biodiversidad. Esto conduce a un análisis teórico que permite plantear un problema de investigación sobre biodiversidad con enfoque sistémico, integrador y funcional.

En términos prácticos, las necesidades de investigación sobre biodiversidad pueden ubicarse en tres frentes: conocimiento, conservación y uso.

El conocimiento de la diversidad biológica por medio de estudios de ciencia básica es requisito necesario para el diseño de métodos de conservación y uso sostenible y para ofe-

cer elementos de juicio a los planificadores y decisores en relación con predicciones, proyecciones, monitoreos y decisiones políticas sobre recursos biológicos. Sin desconocer, por supuesto, el valor intrínseco y cultural (estético, recreativo y ético) que tiene el conocimiento de nuestro entorno natural.

Es claro que el objeto de estudio de la ciencia de la biodiversidad abarca no sólo las especies biológicas sino también los ecosistemas, los genomas y las etnias humanas, así como los procesos ecológicos, evolutivos y culturales.

El desarrollo de sistemas de conservación y uso sostenible de los recursos biológicos, por su parte, exige esfuerzos combinados de investigación que apunten al manejo tanto *in situ* como *ex situ* de esos recursos y que hagan uso creativo de tecnologías convencionales y también de biotecnologías.

El manejo de áreas naturales reservadas como parte del Sistema de Parques Nacionales, debe ser un componente claramente articulado en una estrategia integral de conservación, de tal forma que la población perciba estos parques como patrimonio nacional, bancos de recursos biológicos, y no como bellos pero odiosos ghettos de naturaleza.

Conservación y uso sostenible pueden plantearse como objetivos complementarios y retroalimentativos, en el sentido de que cualquier actividad centrada en el uno tendrá repercusiones sobre el otro. Por esta razón, la investigación dirigida al desarrollo de tecnologías para la conservación y aprovechamiento de la biodiversidad debe tener un enfoque que concilie las dos perspectivas.

### Tecnologías para la biodiversidad

El concepto de "desarrollo sostenible" supone una crítica al esquema actual de desarrollo socioeconómico, el cual sería, por contradicción, "insostenible". Pero, así mismo, los imperativos sociales, políticos, económicos y demográficos de la época actual hacen insostenible una filosofía conservacionista ortodoxa. Esto nos enfrenta al reto de superar la brecha entre la retórica conservacionista y la realidad del mundo antrópico,

Jaime Ramírez, biólogo INS





mediante propuestas de manejo del ambiente natural y de la biodiversidad que sean coherentes con un nivel satisfactorio de calidad de la vida humana (lo cual, por supuesto, no equivale a hiperconsumismo).

Nos enfrentamos a la exigencia de darle cuerpo real al concepto teórico de sostenibilidad, pero a través de soluciones creativas que puedan enriquecer e integrarse a los patrones socioculturales y las leyes del mercado vigentes. Los ejemplos clásicos de sostenibilidad provienen de pueblos prehispánicos, pero no son aplicables a las condiciones del mundo actual, a menos que sean adaptados y dimensionados. Tenemos mucho por aprender y conservar del saber tradicional, pero no es suficiente el simple rescate de información etnobotánica y etnozoológica, sino que debemos hacer el esfuerzo de desarrollar tecnologías creativas para el escalamiento de los métodos artesanales.

El desarrollo de tecnología para la conservación y aprovechamiento de la biodiversidad, a pesar de nuestro rezago actual, está al alcance del sistema colombiano de ciencia y tecnología. La idea de que **la biodiversidad reposa en los países subdesarrollados** pero la capacidad tecnológica para su uso está en el norte desarrollado, es una aproximación

muy simplista que nos impone una limitación psicológica y nos reitera como países "materia prima", usuarios mas no generadores de conocimiento.

Por el contrario, la conciencia de sabernos potencia biológica, aunada al actual impulso del sistema nacional de ciencia y tecnología, pueden ser eventos afortunados que se estimulen recíprocamente y jalonen el ansiado despegue de la investigación como motor de desarrollo. Esto no excluye, por supuesto, la necesidad de cooperación internacional y la formación de científicos colombianos en el exterior.

De hecho, en el caso de la biotecnología el país ha experimentado un importante avance en los últimos años, que, sin estar necesariamente al nivel de las tecnologías de punta, le permite contar hoy con una masa crítica de investigadores en temas como el cultivo *in vitro* de plantas y las fermentaciones

microbianas (para la producción industrial de insumos alimenticios, químicos y farmacéuticos, agrícolas y pecuarios).

Ese acervo biotecnológico puede ser aprovechado y orientado hacia la conservación y uso de la riqueza biológica a través de iniciativas como el establecimiento de bancos de germoplasma *in vitro* de especies promisorias de la flora nativa, o la micropropagación de plantas en peligro de extinción, o el empleo de microorganismos benéficos en la agricultura (biofertilizantes) o en la recuperación (biorremediación) y saneamiento ambiental.

Cada vez resulta más evidente que la biotecnología puede ser una herramienta para la conservación de la variabilidad y diversidad genético-ecológica, además de ser el aliado tecnológico de la clonación y la erosión biológica. No hay contradicción en ello. Es cuestión de enfoque: la multiplicidad de biotecnologías existentes permite una u otra orientación. De lo que se trata es de saber seleccionar aquellas que más convengan a las necesidades nacionales y a las características ecológicas del trópico.

Biodiversidad y biotecnología pueden propiciar una combinación provechosa de disciplinas que apunte a la conservación y aprovechamiento eficiente de la riqueza biológica.

ca. Habría que atenuar los resquemores de los conservacionistas ortodoxos frente a los peligros potenciales de la biotecnología y, al mismo tiempo, fortalecer la conciencia verde de los biotecnólogos.

Paralelamente, el estudio y ajuste de sistemas tradicionales y convencionales para el manejo de la diversidad biológica debe seguir siendo una prioridad. Así, los agroecosistemas, el control biológico de plagas y enfermedades, la propagación en vivero de árboles nativos, la reforestación de microcuencas, la zootecnia, la acuicultura, son temas que tendrían que recibir un nuevo impulso a la luz de la Estrategia Nacional de la Biodiversidad.

### El reto

El principal reto está en propiciar un cambio de actitud, en todos los sectores de la población, que conduzca a esquemas mentales en los cuales desarrollo y conservación no sean conceptos opuestos e irreconciliables. Y es aquí donde la investigación sobre biodiversidad ha de jugar un papel importante, al generar conocimiento, elementos de juicio, métodos y tecnologías que estimulen ese cambio de actitud hacia un desarrollo basado en una economía ambiental.

La nueva mentalidad puede resultar difícil de promover en algunos sectores de la población, en particular en un país como Colombia de marcado tradicionalismo y apego a los esquemas de producción probados (así estos esquemas ignoren los costos ambientales). De ahí que, para el sector productivo (rural o urbano, pequeño o grande), no sea suficiente saber que el país es una potencia biótica. Hay que hacer evidente el valor potencial y real de esa riqueza por medio de estudios demostrativos y análisis de factibilidad técnico-económica.

Colombia tiene una larga tradición en las ciencias naturales, la cual se manifiesta a través de excelentes escuelas en botánica y zoología descriptivas que han contribuido de manera notable al inventario de flora y fauna del país, aún incompleto dada la enormidad de nuestra riqueza biótica. Sin embargo, al tiempo que se continúa avanzando en ese trabajo taxonómico, resulta conveniente abrir y

consolidar frentes de investigación sobre aspectos funcionales y aplicados de la biodiversidad.

Muchas disciplinas deben concurrir en este propósito: ecología, botánica, zoología, microbiología, genética, fitoquímica, biología de la conservación, biología marina, biotecnología, ingeniería de procesos, economía ambiental, derecho ambiental, entre otras.

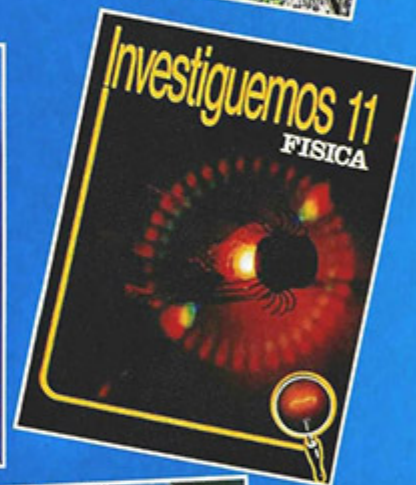
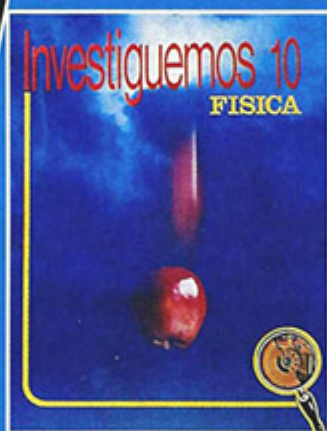
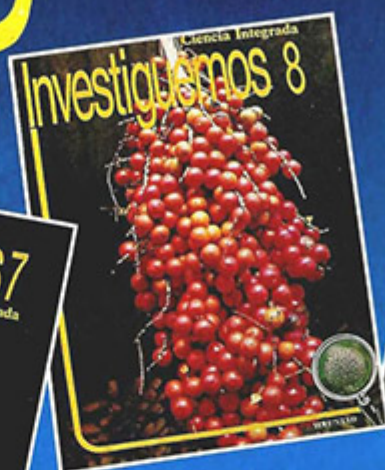
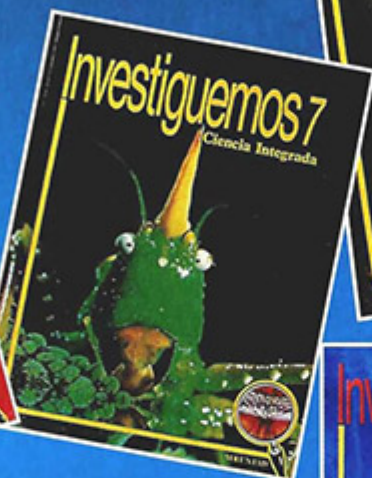
En síntesis, las organizaciones que definen políticas y las entidades financiadoras deberían estimular a la comunidad científica hacia la elaboración de proyectos que no se limiten al enfoque descriptivo de la biodiversidad, sino que incluyan una propuesta de interpretación, análisis integral, conservación y/o uso sostenible de la misma.

### Bibliografía

1. **Andrade G, Ruiz JP, Gómez R:** *Biodiversidad, conservación y uso de recursos naturales - Colombia en el contexto internacional.* Fescol-Cerec, Santafé de Bogotá, 126 p., 1992.
2. **Cnumad:** *Convención sobre diversidad biológica.* Río de Janeiro, 1992.
3. **Colciencias:** *Documentos para la elaboración del plan de acción, Programa Nacional de Biotecnología.* Prepublicación. Santafé de Bogotá, 78 p., 1991.
4. **McNeely JA, Miller KR, Reid WV, Mittermeier RA, Werner TB:** *Conserving the World's Biological Diversity.* IUCN, WRI, Ci, WWF-US, The World Bank, Washington, D.C., 193 p., 1990.
5. **Presidencia de la República, Inderena:** *Elementos para la formulación de la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad de Colombia,* lanzamiento oficial. Santafé de Bogotá, 19 p., 1993.
6. **Solbrig OT (ed.):** *From genes to ecosystems: A research agenda for biodiversity. Report of a IUBS-Scope-Unesco workshop.* IUBS, Paris, 123 p., 1991.
7. **Solbrig OT:** *Biodiversity: Scientific Issues and Collaborative Research Proposals.* MAB Digest Series, No. 9, Unesco, Paris, 77 p., 1991.
8. **WCMC:** *Biodiversity 1992: The status of the earth's living natural resources. The World Conservation Monitoring Centre (WRI, UNEP, IUCN), Cambridge, UK, 1992.*
9. **WRI, IUCN, Pnuma:** *Estrategia global para la biodiversidad. Pautas de acción para salvar, estudiar y usar en forma sostenible y equitativa la riqueza biótica de la tierra.* 243 p., 1992.

# Investiguemos

**Biología, Química  
y Física**



El conocimiento  
científico con  
un enfoque  
ameno, didáctico  
y actualizado.



  
**VOLUNTAD**

Santafé de Bogotá D.C.  
Oficina Principal  
Carrera 7 No. 24 - 89  
Conmutador 2860666  
Fax (91) 2865540

Casa de ventas La Soledad Tel: 2873259 - 2458652 Casa de ventas La Castellana Tel: 2181818 6210393  
Casa de ventas Santa Isabel Tel: 2015279 - 2774557 Casa de ventas Kennedy Tel: 2936015 - 2732682  
Barranquilla Tel: (958) 348565 - Cali Tel: (923) 615020 - 610079 - Cartagena Tel: (953) 647706  
Cúcuta Tel: (975) 730312 - Florencia Tel: 98835 - 6714 - Ibagué Tel: (982) 614849  
Medellín Tel: (94) 4115767 - 4115916 - 4115897 - Montería Tel: (947) 825083 - 821266  
Neiva Tel: (988) 729143 - Pasto Tel: (927) 214623 - Pereira Tel: (963) 356584  
Santa Marta Tel: (954) 213272 - Sincelejo Tel: (9528) 21649 - Tunja Tel: (987) 400762  
Valledupar Tel: (955) 732153 - Villavicencio Tel: (9866) 30993  
Distribuidor Bucaramanga Tel: (976) 450982 - 340704

# La materia oscura del



# universo

**Sergio Torres Arzayús**  
Centro Internacional de Física  
y Departamento de Física,  
Universidad de los Andes

**L**os recientes descubrimientos sobre el origen del universo así como una serie de observaciones astronómicas parecen indicar que el universo a gran escala está constituido en su mayor parte por una forma de materia aún no observada. Las teorías acerca de las partículas elementales permiten la posibilidad de la existencia de formas de materia que aún no hemos detectado en el universo. ¿Cuál es la naturaleza de esta misteriosa forma de materia? ¿Qué posibilidades experimentales existen para su observación? ¿Cuál fue el origen de esta hipótesis y qué tan fuerte es la evidencia experimental a su favor?

Los astrónomos del siglo XIX se dieron cuenta de que la órbita de Urano se desviaba con respecto a los resultados predichos por la mecánica de Newton. En 1846 el astrónomo francés Leverrier postuló la existencia de un octavo planeta (Neptuno), que al ser colocado estratégicamente en una órbita especial explicaría las desviaciones observadas en la órbita de Urano. En ese momento, antes de ser efectivamente observado, Neptuno fue un ejemplo de "materia oscura"; es decir, una forma de materia cuya existencia se postula para resolver un problema relacionado con la interacción gravitacional de un sistema astronómico. Hoy, tanto los astrofísicos (que estudian el macrocosmos) como los físicos de partículas (que estudian el

microcosmos) introducen nuevas formas de materia para ayudarnos a explicar observaciones que no concuerdan con las teorías.

La física de partículas elementales y la astrofísica han venido en un proceso de convergencia en el que tanto sus teorías como sus descubrimientos están mutuamente ligados. ¿Seguirá la expansión del universo para siempre?, ¿cuál es el proceso que genera la energía en las estrellas?, ¿cómo se formaron las galaxias?, ¿cuáles son los mecanismos que explican la estructura a gran escala del universo? Las respuestas a estas preguntas fundamentales dependerán de nuestro conocimiento sobre la cantidad y naturaleza de la materia en el universo.

La materia oscura puede ser, por ejemplo, planetas en otros sistemas solares en nuestra galaxia o en otras galaxias, que por no tener luz propia no han sido observados. También pueden existir grandes cantidades de masa en el espacio interestelar en forma de nubes de partículas de polvo o gas. Estos posibles planetas o nubes de gas no observados estarían constituidos por materia normal, es decir, por materia hecha de los átomos que aparecen en la tabla periódica. Sin embargo, en el universo pueden existir otras manifestaciones de materia oscura como los famosos agujeros negros, o formas más exóticas como algunas partículas cuyos nombres son tan oscuros como su naturaleza: axiones, neutrinos, gravitinos, fotinos, higgs, monopolos magnéticos, WIMPs, etc.

**P**arece ser que  
el universo a gran  
escala está  
constituido en su  
mayor parte por  
una forma  
de materia  
aún no observada  
ni detectada.

## La materia oscura en el origen del universo

Según el modelo cosmológico estándar, el universo comenzó hace aproximadamente 15 mil millones de años en la explosión del espacio a partir de un punto de infinita densidad. No es el único modelo que existe, pero sí ha salido favorecido gracias a la sólida base experimental que lo sustenta: se han observado la expansión del espacio, la energía remanente de la gran explosión (llamada radiación cósmica de fondo) y la abundancia relativa de los elementos livianos en el universo, tal como lo predice el modelo. La teoría de la "gran explosión" (*Big Bang*) fue construida a partir de las contribuciones de Einstein y del astrónomo holandés Willem de Sitter (1917), el físico y matemático belga

Georges Lemaitre (1948), el matemático ruso Alexander Friedmann (1922), y por el físico ruso George Gamow y sus dos colegas norteamericanos Robert Herman y Ralph Alpher de la Universidad de George Washington. Refinamientos posteriores al modelo mostraron que éste es más preciso si se introduce un mecanismo de "inflación" que genera un crecimiento acelerado del radio del universo, haciendo que crezca, en una fracción de segundo, de un valor de una diez millonésima parte del radio de un protón al valor de cien millones de años luz.

Las consecuencias de la hipótesis inflacionaria, propuesta originalmente por Alan H. Guth del MIT y por Andrei D. Linde del Instituto Lebedev de Ciencias Físicas de Moscú, se han estudiado hasta el punto de ser acep-



tada como elemento esencial del modelo de la gran explosión, ya que resuelve algunos graves problemas que éste tenía, como lo es el problema de la causalidad. Dicho problema consiste en la incapacidad de explicar por qué la radiación cósmica de fondo tiene la misma temperatura en todas las direcciones del espacio. Sin embargo, la aceptación de la hipótesis inflacionaria implicaría que el universo tiene un 98% de materia aún no observada. La densidad de masa en el universo, de acuerdo con el modelo inflacionario (llamada también densidad de masa crítica), es de 10 átomos de hidrógeno por metro cúbico. Si sumamos toda la masa de las galaxias y las estrellas que podemos observar, ésta apenas es el 2% de la densidad crítica; el 98% restante es entonces materia oscura. Se ha cambiado un problema por otro. No obstante, los físicos prefieren el problema de la materia oscura que el problema de la causalidad, no sólo por las implicaciones teóricas que traería un mundo sin causalidad sino también por los argumentos a favor de la existencia de la materia oscura provenientes de la física de partículas. Por estas razones los físicos andamos buscando la materia oscura con mucho interés.

### Formación de galaxias y estructura en el universo

Otra razón para pensar que debe existir materia oscura viene del estudio del proceso de formación de galaxias y cúmulos de galaxias. Se sabe que la distribución de masa a gran escala en el universo no es completamente homogénea, sino que presenta cúmulos y concentraciones muy densas. ¿Por qué la masa en el universo no está distribuida de forma completamente homogénea, como las partículas de gas en un globo? La materia en el universo no se distribuye como las moléculas en un gas (de lo contrario no existirían galaxias y no estaríamos aquí) sino que se acumula en unos centros y forma así las galaxias y los cúmulos de galaxias.

El mecanismo que origina las agrupaciones de masa observadas es el de colapso gravitacional de grandes nubes de hidrógeno y helio. La distribución de materia en épocas muy remotas del universo presentaba pequeñas fluctuaciones que terminaban produciendo algunas regiones más densas que otras. El universo se enfría a medida que

avanza la expansión y eventualmente las regiones más densas reúnen la masa necesaria para formar un sistema que pueda mantenerse como una entidad separada por la acción de su propia atracción gravitacional. A partir de este momento ocurre el colapso gravitacional del sistema, el cual dará origen a las galaxias y a estructuras mayores constituidas por agrupaciones de galaxias.

Al estudiar los catálogos de galaxias los astrofísicos han podido hacerse una idea acerca de cómo están distribuidas estas estructuras en el espacio, y con base en la interacción gravitacional y las leyes de los fluidos en un espacio en expansión, se ha calculado qué tan grandes e intensas han debido ser esas fluctuaciones originales en la densidad de la materia. La pregunta sobre cuáles son las características de las fluctuaciones primigenias en la densidad de la materia son muy relevantes, especialmente ahora que contamos con datos originados en la época del universo justo cuando comenzaba el colapso gravitacional. La radiación cósmica de fondo, descubierta por Arno Penzias y Robert Wilson en 1965, es la radiografía del universo cuando éste apenas cumplía sus primeros 700 mil años de edad y el proceso de formación de estructuras apenas comenzaba.

Debido a que la radiación y la materia en el universo temprano estaban en equilibrio térmico, las fluctuaciones en la materia necesariamente producían fluctuaciones en la radiación. Es de esperarse entonces que la radiación cósmica de fondo exhiba pequeñas fluctuaciones o anisotropías en su temperatura. Las observaciones del satélite COBE (Observador de la radiación cósmica de fondo) de la NASA, lanzado en noviembre de 1989, han confirmado la existencia de estas anisotropías en el fondo cósmico de microondas. Sin embargo, la amplitud de las fluctuaciones detectadas por COBE resulta ser sólo de una parte en cien mil, lo cual es más pequeño de lo que esperaríamos si queremos explicar la distribución observada de la materia en el universo a partir de fluctuaciones primordiales. Una manera de resolver este problema es introduciendo materia oscura que interactúe débilmente, de esta forma se tiene la fuente de atracción gravitacional requerida para formar estructuras sin perturbar demasiado el campo de radiación.

Una de las virtudes del modelo inflacionario es que explica el origen de las fluctuaciones primordiales en la materia a partir de las fluc-



**Los neutrinos  
pueden ser las  
partículas livianas  
necesarias para  
completar el 80%  
de la masa no  
observada del  
universo.**

---

---

tuaciones cuánticas del campo que produce la inflación. La propiedad fundamental de las fluctuaciones primordiales predichas por los modelos inflacionarios es que éstas aparecen de igual forma a todas las escalas de longitud. En un análisis que realicé de las anisotropías detectadas por el proyecto COBE, basado en las propiedades topológicas de los mapas de

radiación, pude determinar que las características de las anisotropías de la radiación cósmica de fondo son consistentes con las propiedades de invariancia de escala predichas por el modelo inflacionario.

### La dinámica de las galaxias espirales

¿Dónde puede estar la materia oscura?, ¿en el centro de las galaxias, o las estrellas?, ¿en el espacio vacío? Acerca del lugar donde pueda estar la materia oscura es posible dar algunas respuestas parciales, con base en la dinámica de las galaxias y sistemas binarios de estrellas. Sobre la naturaleza de la materia oscura también se puede dar algo de luz, a partir de la abundancia de elementos químicos livianos en el universo.

Para producir un movimiento de rotación es necesario proporcionar una fuerza. Esto lo podemos experimentar al hacer girar una piedra amarrada a un lazo y sentir la tensión de la cuerda con nuestras manos. Razonando de esta forma se puede mostrar que para mantener un objeto en una órbita circular alrededor de un centro, es necesario aplicar una fuerza. La Tierra, por ejemplo, se mantiene en órbita alrededor del sol por la fuerza de atracción entre estas dos masas. Así como en el caso de la Tierra alrededor del sol, las estrellas en una galaxia de tipo espiral giran alrededor de su centro debido a la fuerza de atracción gravitacional que proviene de la misma masa de la galaxia.

Gracias a los estudios de la astrónoma norteamericana Vera Rubin, se pudo determinar que la cantidad de masa necesaria para producir el movimiento de rotación de

las galaxias espirales es mayor que la masa observada a través de los telescopios. Nos encontramos una vez más con la necesidad de invocar la presencia de masa oscura. Debe existir, en el centro de la galaxia, alguna forma de masa que contribuya gravitacionalmente a mantener a la materia en órbita; de lo contrario sus estrellas saldrían por la tangente. Un ejemplo de este fenómeno lo encontramos en la galaxia espiral de Andrómeda. Es la galaxia más cercana a la nuestra (si se excluye la Nube de Magallanes) y está a sólo dos millones de años luz de distancia. Alan M. Dressler del Instituto Carnegie, Douglas O. Rirchstone de la Universidad de Michigan y John Kormendy de la Universidad de Hawaii, han demostrado que en el centro de Andrómeda debe existir una masa de aproximadamente 30 a 70 masas solares para poder explicar su dinámica rotacional.

Si a la materia visible en el universo le sumamos la cantidad de materia oscura necesaria para explicar el movimiento de rotación de todas las galaxias, apenas llegamos a un 20% de la masa crítica del universo. ¿Dónde está el 80% restante? Aún quedan razones para seguir buscando materia oscura.

### Los agujeros negros

En imágenes recientemente recibidas por el reparado telescopio espacial Hubble se ha podido recoger evidencia que indica la presencia de un agujero negro en el centro de una galaxia. Estos objetos resultan como producto final de la vida de ciertas estrellas, que al quemar todo su combustible entran en un colapso gravitacional que los convierte en un punto donde la gravedad es tan intensa que ni siquiera la luz puede escapar a su atracción. La materia que pueda llegar a las cercanías de un agujero negro sería inmedia-



tamente devorada por éste. En su camino hacia el agujero negro, la materia sería acelerada intensamente y emitiría radiación, y de esta forma se puede revelar su presencia.

### Los neutrinos masivos

Con respecto a la naturaleza de la materia oscura, sabemos que el 80% que todavía falta por explicar no puede ser del tipo de materia de la cual se hacen las partículas pesadas como los protones y los neutrones. La mayor parte de la materia oscura, si existe, debe ser de la misma naturaleza de las partículas livianas como el electrón, que es responsable de la conducción de la electricidad.

La clasificación de partículas en livianas y pesadas refleja una propiedad más fundamental que tiene que ver con la constitución misma de las partículas. Las pesadas (bariones) como el protón y el neutrón están constituidas por otras partículas fundamentales llamadas quarks. El protón, por ejemplo, está hecho de tres de esos quarks. Mientras que las partículas livianas (leptones) son fundamentales en el sentido de no estar compuestas por otras partículas. ¿Por qué la materia oscura no puede ser del tipo de materia bariónica? La respuesta viene de la observación de la abundancia en el universo

de los elementos químicos de origen cosmológico como el hidrógeno y el helio. La formación de estos elementos (nucleosíntesis) en el universo ocurrió a los tres minutos después de la gran explosión. La proporción exacta de helio producido en la nucleosíntesis depende de la cantidad de bariones disponibles. La proporción observada de 20% en helio y 80% en hidrógeno en el universo sólo puede darse si la cantidad de bariones en el universo no es mayor a un 20% de la densidad crítica del universo.

¿Dónde están las partículas livianas (lep-

tones) que se necesitan para completar el 80% de la materia no observada del universo? Los físicos de partículas indican que los neutrinos pueden ser estas partículas y que el sol, por ser una fuente de neutrinos, se puede usar como laboratorio para probar esta hipótesis. Los neutrinos son partículas eléctricamente neutras que pertenecen a la familia de los leptones. Se producen en reacciones nucleares como las que tienen lugar en el centro del sol. La única forma en que pueden interactuar con otras partículas es a través de la interacción nuclear débil; por esta razón pueden atravesar la Tierra sin recibir ninguna interferencia.

Los neutrinos fueron postulados por Wolfgang Pauli en 1930 y descubiertos en 1956 por Fred Reines y Clyde Cowan en un reactor nuclear. Existe una gran cantidad de neutrinos en el universo, producidos en las reacciones a alta temperatura en los primeros dos segundos de vida del universo. Aún no sabemos si los neutrinos tienen masa, pero debido a la inmensa abundancia de estas partículas, bastaría que tuvieran una masa 17 mil veces más pequeña que la de un electrón para alcanzar el 80% de la masa faltante en el universo.

En el centro del sol se consumen 600 millones de toneladas de hidrógeno cada segundo, para producir helio por fusión nuclear. En estas reacciones se genera un gran flujo de neutrinos de tipo electrónico. Existen otros dos tipos de neutrinos (muónico y tauónico) que están asociados con reacciones donde intervienen otras partículas diferentes al electrón. La mecánica cuántica indica que si el neutrino tiene masa entonces es posible transformar un tipo de neutrino en otro. Si pudiéramos comprobar qué proporción de los neutrinos electrónicos que emite el sol se transforma en neutrinos de tipo muónico, se podría determinar su masa. Los experimentos de medición del flujo de neutrinos solares ya han acumulado resultados que indican la posibilidad de que éstos posean masa.

En el experimento de Raymond Davis en las minas de oro de Homestake, en Dakota del Sur, se mide el flujo de neutrinos electrónicos por medio de los efectos producidos en la reacción química del cloro que se transforma en argón al interactuar con neutrinos electrónicos. La cantidad de argón resultante después de un tiempo controlado es proporcional al número de neutrinos que pasaron por el



detector. Este experimento es sensible únicamente a neutrinos de tipo electrónico y sus resultados muestran que a la Tierra sólo llega el 40% de los neutrinos que deberían llegar. Los resultados del experimento de Homestake fueron confirmados por un grupo de investigadores japoneses que trabajó en el laboratorio de Kamiokande, el cual detecta los neutrinos solares por las reacciones que éstos producen en un inmenso volumen de agua. Si finalmente se puede determinar con precisión si el neutrino tiene masa, el problema de la materia oscura del universo se acercaría a una posible solución.

Sin embargo, aun si el neutrino resulta ser una partícula masiva, todavía quedarían aspectos por explicar. La formación de estructura a gran escala no puede resultar sólo de neutrinos, porque al ser éstos tan livianos y con velocidades tan grandes escaparían de una región en un tiempo mucho más corto de lo que le toma a la gravedad colapsar la región que se está formando. Es decir, los neutrinos sólo contribuirían a la formación de estructuras a partir de escalas muy grandes, lo que deja sin explicación la aparición de estructura a escalas menores.

### Los monopolos magnéticos

Los monopolos magnéticos también se han considerado como posibles candidatos a materia oscura del universo. A diferencia de las cargas eléctricas que vienen en entidades separadas en positivas y negativas, las cargas magnéticas no se han visto separadas. Si uno trata de separar el polo norte de un imán de su polo sur, lo que resulta son dos imanes pequeños cada uno con sus polos norte y sur. La existencia de una partícula con carga magnética separada (monopolo) no está prohibida por la teoría de Maxwell. En una clase de teorías de unificación los monopolos magnéticos deben aparecer obligatoriamente. Probar la existencia de los monopolos

## Los monopolos magnéticos, partículas con carga magnética separada, también son candidatos a materia oscura del universo.

---

magnéticos es conceptualmente fácil. Si un monopolo magnético pasara por un embobinado de alambre, induciría una corriente eléctrica que se puede detectar. Un detector de este tipo, fabricado por Blas Cabrera en la Universidad de Stanford, el día 14 de febrero de 1982 mostró una señal que tenía todas las características esperadas para el paso de un monopolo magnético. Hasta el momento no se ha podido explicar este evento mediante otros mecanismos que no sean el paso de un monopolo magnético, pero tampoco se ha podido reproducir.

En este caso la estadística de un solo evento no es suficiente para probar la existencia de monopolos. El físico inglés Paul Dirac, quien predijo la existencia de monopolos magnéticos en 1931,

no aceptó una invitación a la conferencia sobre monopolos de 1983 en Racine, Wisconsin, respondiendo que él ya no creía en los monopolos magnéticos debido a la ausencia de resultados experimentales. De acuerdo con Dirac, la existencia del monopolo magnético podría explicar la cuantización de la carga eléctrica. Hoy día aún persiste el interés por los monopolos magnéticos, y científicos de todo el mundo aunan sus esfuerzos y prueban muchas técnicas para detectarlos en un gran experimento (macro) realizado en un túnel bajo las montañas del Gran Sasso, a pocos kilómetros de Roma.

Indagar sobre el origen y constitución del universo siempre ha sido una manifestación natural de las culturas más avanzadas. Hoy tenemos la fortuna de contar con valiosos datos experimentales que nos abren quizá por primera vez la posibilidad de llegar a una respuesta a los grandes enigmas que han atraído a las mentes brillantes a lo largo de nuestra historia.

*(El trabajo de investigación que he realizado sobre el tema ha sido apoyado por Colciencias.)*

.....

- Copiadoras
- CopyPrinters
- Fax • VeloBind
- Offset • Mimeógrafos
- Copiadoras a color

• S.C.I

Servicio de Copiado Integral

*Sea pragmático:  
¡Copie a los grandes!*

NUESTRO SELLO DE GARANTIA INTERNACIONAL  
EN TECNOLOGIA, ATENCION, INSUMOS, REPUESTOS  
Y MANTENIMIENTO ES RECONOCIDO EN EL MUNDO ENTERO.



*¡llámenos Hoy mismo  
¡le esperamos!*

GESTETNER COLOMBIA S.A.

**BOGOTA:** Calle 69A No. 5-60 Conm. 346 05 77

Ventas: 248 95 27- 248 7727 Fax: 310 56 98

Servicio al cliente: 249 52 71

Servicio técnico: Calle 32 No. 14-25

Tels: 288 05 01 / 39 49 / 4621 Beeper: 6 16 99 00

Código 516 Fax 288 54 50

**MEDELLIN:** Centro Comercial "Los Sauces"

local 201 Bloque B Tels: 230 52 46 - 230 11 99 -

230 45 39

**CALI:** Calle 39 Norte No. 5 N-33 Tels: 6 65 54 86 -

6 65 58 43 Fax: 6 64 40 17. La Flora.

**PEREIRA:** Av. 30 de Agosto No. 23 - 29

Tel: 35 44 73

# Gestetner

English Quality - British Guarantee.

A microscopic image of tissue, likely a histological section, showing various cellular structures. The image is overlaid with a dark blue, semi-transparent rectangular box at the top, which contains the title text. The background image shows a complex network of cells and fibers, with some areas appearing more densely packed than others. The colors are primarily shades of blue, purple, and red, with some green and yellow highlights.

# Virus del papiloma y

**Nuevas  
perspectivas  
en el estudio  
de la relación  
virus-cáncer**

# cáncer de cuello uterino

María Mercedes Bravo,  
Alba Lucía Cómbita,  
Oscar Orozco  
Sección de Inmunología,  
Instituto Nacional de Cancerología

**E**n el desarrollo del cáncer se han identificado varios factores asociados al proceso que lleva a un tejido normal a transformarse en un tumor maligno. Dentro de estos factores cabe citar los agentes físicos (p.e. radiaciones ionizantes), los agentes químicos (p.e. carcinógenos derivados del tabaco) y los agentes biológicos como los virus, sobre los cuales centraremos nuestra atención. Es preciso insistir en que uno o más de estos factores actúan en forma simultánea o alternativa sobre el material genético de la célula blanco, para impulsar los múltiples pasos necesarios para la aparición de lo que llamamos cáncer (véase *Innovación y Ciencia*, Vol. II, No. 1, 1993).

Los virus contribuyen al desarrollo de tumores mediante varios mecanismos, que

van desde la alteración directa del control de la proliferación celular, hasta efectos indirectos como la inmunosupresión que puede facilitar la aparición de tumores (**tabla 1**).

En el ser humano, hasta el momento se ha encontrado participación del factor viral en aproximadamente 15% de todos los casos de cáncer en el mundo (**tabla 2**). En algunos países, como el nuestro, este porcentaje es más elevado, dada la alta incidencia de tumores como el del cáncer de cuello uterino, asociado al virus del papiloma humano (VPH).

La importancia del estudio de la relación entre virus y cáncer puede apreciarse fácilmente en el modelo de la vacuna contra el virus de la hepatitis B, que al evitar el estado de portador crónico de este virus, puede prevenir un gran porcentaje de los casos

Función	Virus					
	VEB	VHB	VPH	VLHT	VHS	VIH
Estimulación de proliferación celular por oncogenes virales (efecto <i>trans</i> )	+	+?	+	+	-	-
Inserción en promotor (efecto <i>cis</i> )	-?	+?	-?	-?	-	-
Efectos mutagénicos en el ADN de la célula hospedera	-?	?	+?	-?	+	-
Inducción inespecífica de proliferación de la célula hospedera (regeneración celular, reacción inflamatoria)	-	+	-	-	+	-
Inmunosupresión	-	-	-	-?	-	+

**Tabla 1.** Funciones virales potencialmente involucradas en oncogénesis.

(VEB: virus de Epstein-Barr; VHB: virus de la hepatitis B; VPH: virus del papiloma humano; VLHT: virus de la leucemia humana de células T; VHS: virus herpes simple; VIH: virus de la inmunodeficiencia humana.)

**En el ser humano, se ha encontrado participación del factor viral en aproximadamente 15% de todos los casos de cáncer.**

mundiales de carcinoma hepatocelular. La vacunación de recién nacidos, sobre todo en las poblaciones de alto riesgo, se está convirtiendo en la primera medida inmunoproláctica efectiva contra un cáncer humano específico.

Ligado a este aspecto práctico, que puede aplicarse directamente a la prevención del cáncer, existe también un gran interés en conocer los mecanismos mediante los cuales un virus interfiere con la maquinaria genética de regulación de la proliferación y diferenciación celular, pues de esta manera es posible entender mejor el cáncer en general y conocer más a fondo los fascinantes mecanismos de control que gobiernan el funcionamiento armónico de las células.

En esta perspectiva, la relación entre virus del papiloma humano y cáncer de cuello uterino adquiere especial interés y, como se verá a continuación, las investigaciones recientes sobre el tema han abierto nuevas fronteras para la comprensión de las bases moleculares del funcionamiento normal y aberrante de las células.

## Constitución y clasificación de los VPH

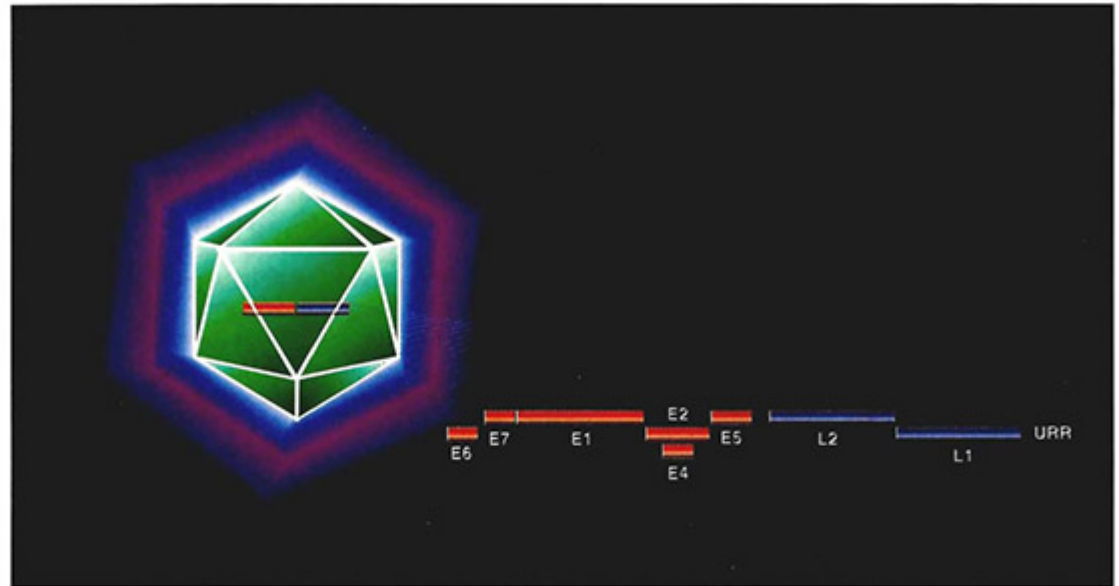
Los virus del papiloma humano (VPH) conforman un grupo heterogéneo de virus ADN asociados con una gama de lesiones epiteliales que van desde la verruga plantar, la verruga común en piel, el papiloma laríngeo, el condiloma acuminado, la displasia anogenital y los carcinomas. A pesar de que entre todos estos virus hay una conservación de la organización genética, tipos diferentes de VPH aislados de lesiones epiteliales distintas comparten muy pocos niveles de homología en secuencia de ADN; se ha observado incluso variabilidad en el ADN de VPH proveniente de diferentes muestras de una misma clase de lesión epitelial.

El estudio de los VPH ha sido difícil, dada la carencia de un sistema de cultivo celular que pueda reproducir el proceso de crecimiento y diferenciación epitelial indispensable para la replicación de estos virus y la obtención de viriones en cantidad adecuada para los diferentes estudios. Por esta razón, estos virus se han clasificado en tipos, definidos como todo aislado que exhiba menos del 50% de homología (probada mediante un ensayo de hibridación líquida) en su ADN con los tipos virales conoci-

Virus	Proliferación benigna	Tumor maligno
VEB	Leucoplaquia vellosa, mononucleosis infecciosa	Linfoma de Burkitt, cáncer nasofaríngeo, linfomas B en individuos inmunosuprimidos
VHB	Hiperplasia focal hepática	Carcinoma hepatocelular
VPH tipos 5, 8, 14, 17, 20	Placas cutáneas y papilomas en individuos con EV	Carcinoma de piel en sitios expuestos al sol, en pacientes con trasplante renal y en pacientes con EV
VPH tipos 16, 18, 33, 52 y otros	Neoplasia intraepitelial cervical, vulvar, penil y perianal	Cáncer cervical, cáncer vulvar, cáncer penil, cáncer anal, cáncer perianal
VPH tipos 6 y 11	Condiloma acuminado	Carcinoma verrucoso de vulva y pene, tumores de Buschke-Löwestein
VLHT-1	Leucemia lenta (?)	Leucemia T del adulto

Tabla 2. Virus relacionados con tumores humanos.

**Figura 1.**  
Organización  
del genoma de  
los VPH.



dos. A medida que se han conocido las secuencias de nucleótidos completas de varios VPH y con el aislamiento de otros tipos, se ha observado que el grado de homología medido por hibridación líquida no es la forma más adecuada para la clasificación. Es muy probable que en un futuro cercano se dé una nueva clasificación de los VPH; entre tanto, actualmente se considera como un nuevo tipo todo virus que presente, en relación con cualquier otro tipo ya

descrito, menos de un 90% de homología en la secuencia de los segmentos genéticos correspondientes a los marcos abiertos para lectura (ORF, *open reading frames*) de E6, E7 y L1 (figura 1). Hasta el momento se han definido aproximadamente 68 tipos, numerados en orden de descubrimiento.

El genoma de los papilomavirus es circular y consta de un número de ORF, cada uno capaz de codificar para un ARN mensajero que posteriormente será traducido en proteína (figura 1). Estos ORF están divididos en dos grupos, aquellos que codifican para las proteínas tempranas (E, *early*), con actividad en el núcleo y citoplasma de la célula hospedera (E1 a E8), y aquellos que codifican para proteínas tardías (L, *late*) o de

la cápside viral (L1 y L2). Corriente arriba de la región temprana existe una región no codificadora (URR) que contiene el origen de replicación y los elementos de regulación transcripcional.

### Mecanismos de la infección por VPH y su asociación con el cáncer

El ciclo de vida de los papilomavirus se desarrolla de manera coordinada con la división celular y la diferenciación del tejido infectado. Las células epiteliales próximas a la membrana basal son el blanco de la infección primaria, y la expresión de los genes virales tempranos (E) en estas células permite la replicación y el mantenimiento del genoma viral como un plásmido en alto número de copias; aparentemente, la expresión de estas proteínas tempranas también promueve el crecimiento celular que da lugar a la lesión proliferativa. La activación de los genes de expresión tardía, que llevan a la síntesis de las proteínas de la cápside y al ensamblaje del virus, ocurre en las capas más externas del epitelio, y este proceso se encuentra asociado con un patrón normal de queratinización y diferenciación de las células epiteliales.

No se sabe aún con certeza cuál o cuáles son los factores que determinan la naturaleza benigna o maligna de la lesión viral o si existen eventos secundarios involucrados en una transición de la lesión benigna a carcinoma invasivo, pero indudablemente el tipo de VPH juega un papel fundamental en este proceso.

**No se sabe aún cuáles son los factores que determinan la naturaleza benigna o maligna de la lesión viral, pero sin duda el tipo de VPH juega un papel central en este proceso.**

**Se ha reportado la presencia de VPH tipos 16 y 18 en la mayoría de carcinomas anogenitales y en líneas celulares establecidas a partir de este tipo**

La asociación de la infección por papilomavirus con el desarrollo de cáncer genital fue postulada por Zur Hausen en 1976. Desde entonces se han aislado 27 tipos de VPH a partir de lesiones benignas y malignas del tracto genital. Los tipos virales 6 y 11 se asocian con lesiones epiteliales proliferativas benignas: verrugas genitales comunes (condiloma acuminado) y papiloma laríngeo escamoso. Se ha reportado como un evento de muy escasa ocurrencia la asociación de estos tipos virales con ciertos carcinomas escamocelulares del tracto genital.

En contraste, se ha reportado la presencia de VPH tipos 16 y 18 en la mayoría de carcinomas anogenitales y en varias líneas celulares establecidas a partir de este tipo de neoplasia. El VPH 16 también es detectado con frecuencia en lesiones displásicas del epitelio cervical. Los tipos de VPH 31, 33, 42 y 45 se han detectado en una porción de lesiones displásicas, pero se encuentran menos frecuentemente asociados con carcinomas cervicales. Es necesario señalar que varios de los llamados tipos genitales, incluido el VPH 16, en ocasiones se encuentran en epitelio cervical citológicamente normal; estos tipos genitales también se han encontrado en sitios no genitales como el epitelio normal oral, y en lesiones displásicas y malignas de conjuntiva ocular.

La asociación de los VPH 16 y 18 con tumores malignos se correlaciona con la capacidad de su ADN para transformar *in vitro* líneas celulares de roedores e inmortalizar cultivos primarios de queratinocitos humanos. En estos ensayos los tipos 6 y 11, predominantemente asociados con lesiones benignas, son inactivos o muestran muy baja actividad en comparación con los tipos 16 y 18. Aquellos VPH asociados principalmente con lesiones displásicas (tipos 31, 33, 42 y 45) presentan un comportamiento intermedio, ya que se muestran débilmente transformantes *in vitro*.

También se ha postulado, como factor importante en el devenir de la infección, el estado físico que adquiera el virus en las células; en cánceres cervicales y líneas celulares derivadas de éstos, el ADN del VPH

cambia de la forma episomal y se linealiza para integrarse en el genoma hospedero; este evento de integración ocurre por lo general previa ruptura en la región E1/E2 del genoma viral circular, que causa la interrupción y/o separación entre los ORF de la región temprana y los genes de la región regulatoria (URR). Se ha señalado que este evento permitiría la transcripción indiscriminada de genes que codifican para proteínas potencialmente transformantes, como E6 y E7.

Es precisamente en el papel de estas proteínas transformantes (oncoproteínas) que varios autores han centrado su interés en los últimos tiempos, logrando dar nuevas luces sobre las bases moleculares del control de la proliferación celular y de sus desarreglos. Gracias a la utilización de sistemas subvirales construidos mediante ingeniería genética y al uso de líneas celulares de roedores como hospederos heterólogos, ha sido posible comprender las diferentes funciones de los genes virales. De acuerdo con estos estudios, en la infección productiva (no oncogénica) el papel de las proteínas tempranas estaría centrado en la regulación de expresión de los otros genes virales, de su replicación y del mantenimiento de copias de ADN viral.

En la infección de carácter oncogénico existiría una interacción más profunda de estas proteínas con componentes celulares; según los experimentos más recientes, tanto E5 como principalmente E6 y E7 participan en forma directa en la transformación celular, mientras que E1 y E2 están involucradas de manera indirecta, debido seguramente a sus funciones en el control de replicación y expresión génica viral. De los ocho ORF existentes en la región temprana, sólo E3, E4 y E8 no han sido implicados en el proceso de transformación celular. Los análisis de la presencia del ARN mensajero y/o proteínas virales en carcinomas de cérvix y en líneas celulares, muestran que los ORF para E6 y E7 son selectiva y constantemente retenidos y expresados, lo que indica que E6 y E7 son indispensables para el desarrollo y mantenimiento del fenotipo tumoral.

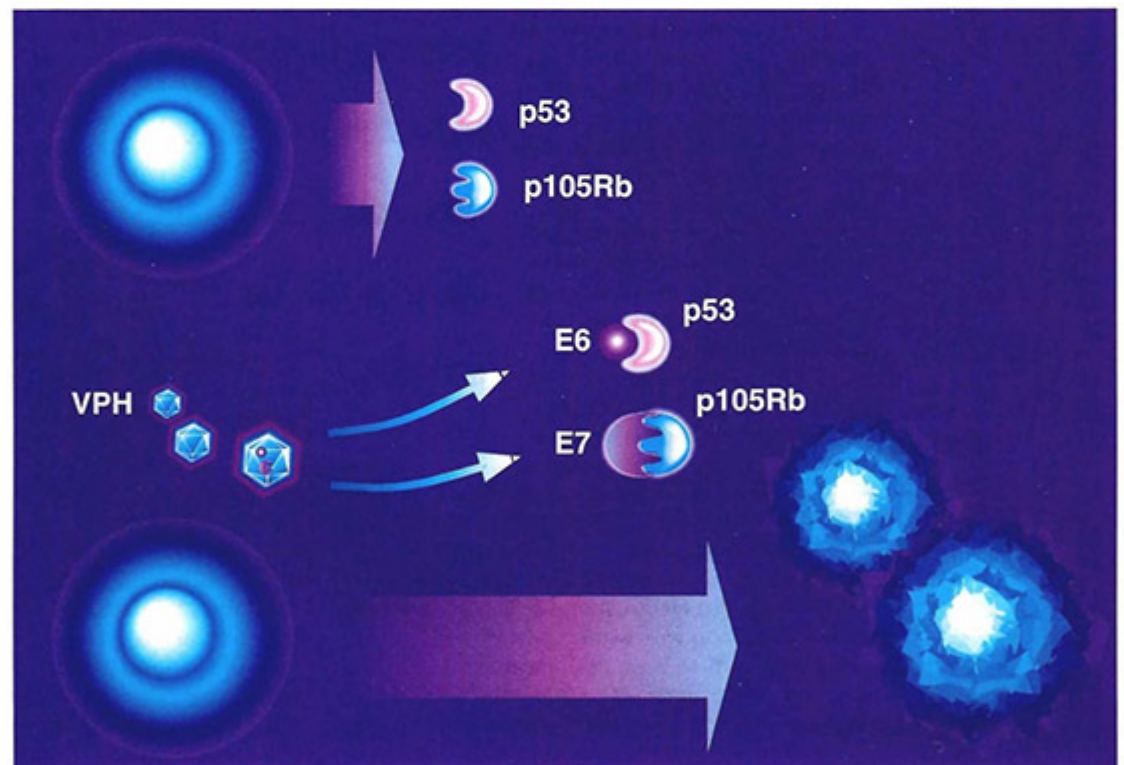
Se ha observado que el gen para E7 es capaz por sí mismo de transformar fibroblastos, llevándolos hacia un crecimiento independiente de anclaje y estimulando la síntesis de ADN en esas células. También se ha demostrado que E7 coopera con el oncogén *ras* en la transformación maligna de cultivos primarios de roedores.

En cuanto a E6, aunque no coopera con ras para inmortalizar cultivos primarios de fibroblastos de roedores, es capaz por sí mismo de inducir capacidad tumorigénica en una línea celular de roedores que previamente no la tenía. También se ha reportado que E6 coopera con E7 en la inducción de hiperproliferación de cultivos primarios de fibroblastos humanos. En experimentos de transfección utilizando cultivos primarios de queratinocitos humanos, se ha encontrado recientemente que la transfección del gen de E7 solo, induce proliferación mas no inmortalización de los cultivos; cuando se transfecta sólo E6 no se observa ningún efecto, pero cuando se cotransfectan ambos se generan líneas de queratinocitos con potencial de crecimiento indefinido.

A pesar de estas evidencias que involucran directamente a los productos de expresión temprana E6 y E7 en la transformación maligna, sólo hasta ahora comienzan a conocerse los mecanismos a través de los cuales

estas proteínas ejercen sus efectos biológicos. Dado que las secuencias de los ORF E6 y E7 se conservan bastante entre los diferentes VPH, es probable que en principio en todos los tipos (oncogénicos y no oncogénicos) contribuyan inicialmente a estimular la proliferación de células basales del epitelio escamoso infectado, lo que garantizaría la posterior producción de viriones.

En relación con los posibles mecanismos moleculares de oncogénesis, hace poco se informó que la proteína E7 de los VPH 16 y 18 es capaz de ligarse a la proteína 105Rb del gen del retinoblastoma. El gen del retinoblastoma (Rb) se ha definido como un gen supresor de tumores o antioncogén, pues la expresión normal de al menos uno de sus alelos lleva a la síntesis adecuada de la proteína p105Rb y a la supresión del fenotipo tumoral; la no expresión de esta proteína o su expresión en forma no funcional está asociada con la aparición de varios tumores, entre ellos el retinoblastoma. Es de anotar que la proteína E7 de



**Figura 2.** Las proteínas p53 y p105Rb en la célula normal, constantemente frenan la transformación maligna, pero algunas proteínas virales como E6 y E7 del virus del papiloma humano se unen a estas proteínas y bloquean su efecto protector, dejando libre el paso al desarrollo tumoral.

VPH 6 y 11 (tipos no oncogénicos) también se une a p105Rb, aunque con afinidades mucho más bajas que la de los tipos 16 y 18.

La proteína p105Rb tiene funciones importantes de regulación a nivel del ciclo celular y se postula que es esencial para que se dé una restricción normal del crecimiento celular. La inactivación o modulación de la actividad de esta proteína luego de su unión con E7 podría llevar a una alteración en la proliferación celular, permitiendo la expansión de un grupo de células del epitelio escamoso, y, en el caso de la infección por tipos no oncogénicos, facilitaría la subsecuente producción de partículas virales; en la infección oncogénica, esta interacción generaría eventualmente los cambios necesarios para que se establezca y perpetúe la transformación maligna. Las diferencias intrínsecas de capacidad de unión de las proteínas E7 de los VPH oncogénicos y no oncogénicos explicarían las diferencias en el potencial transformante de estos virus.

La capacidad de unión a p105Rb por parte de E7 es compartida por otras proteínas transformantes codificadas por los adenovirus (E1A) y el virus del poliovirus SV40 (antígeno T grande), lo cual sugiere que el mecanismo de transformación utilizado por estos virus involucra la alteración de los mismos procesos celulares (figura 2).

En trabajos recientes se ha demostrado que la transfección de líneas de queratinocitos con los genes que codifican para las proteínas transformantes E7 de VPH 16, E1A o antígeno T grande de SV40, hace que estas células cambien su patrón de respuesta al factor de crecimiento transformante  $\beta 1$  (TGF- $\beta 1$ ). En efecto, luego de la transfección, estas células no muestran ni la inhibición del crecimiento ni la baja en la transcripción del oncogén *c-myc*, eventos propios del tratamiento con dicho factor. Esta observación implica que las proteínas transformantes virales también están bloqueando la regulación que ejerce el TGF- $\beta 1$  en la activación de un gen como *c-myc*, el cual, como se sabe, cumple un papel clave en el control del crecimiento celular.

Más aún, y si se acepta que la capacidad de las oncoproteínas virales para transformar células está íntimamente ligada con su grado de unión a p105Rb, es interesante mencionar que varios experimentos han puesto en evidencia una interacción de *c-myc* con la p105Rb, inhibida específicamente por la proteína E7 de los tipos oncogénicos de VPH. Lo anterior permite postular que en condiciones normales existe una cooperación entre un oncogén (*c-myc*) y un antioncogén (Rb), a través de una unión molecular directa, para lograr el control de la progresión de las células en su paso por el ciclo celular; parte del efecto oncogénico de las proteínas virales sería alterar esta cooperación, inactivando el gen supresor tumoral (Rb) y/o permitiendo la activación del oncogén (*c-myc*).

Aunque menos explorado, un mecanismo similar se postula para explicar el efecto oncogénico de la proteína E6 de VPH 16, la cual tiene capacidad de formar complejos con la proteína p53, producto de otro antioncogén que también tiene capacidad supresora de tumores, como la p105Rb; de nuevo, la proteína E6 de tipos no oncogénicos (p.e. VPH 6 y 11) presenta una capacidad baja o nula de conjugación con p53 (figura 2).

Como se puede apreciar, cada vez estamos más cerca de comprender la naturaleza bioquímica de los cambios que llevan a una célula a convertirse en tumoral y a progresar para invadir tejidos adyacentes y distantes. Estos conoci-

mientos seguramente llevarán en el mediano plazo a proponer formas de tratamiento más específicas y efectivas que las actuales.

**Estos conocimientos seguramente llevarán en el mediano plazo a proponer formas de tratamiento del cáncer más específicas y efectivas que las actuales.**



**UNICAM**  
ANALYTICAL SYSTEMS

**UNICAM**  
ESPECTROFOTOMETRIA  
\* UV/VIS  
\* Absorción Atómica  
\* Plasma acoplado ICP  
\* Masas  
\* Infrarojo - FTIR  
CROMATOGRAFIA  
\* Gases  
\* Líquidos  
\* Electroforesis capilar

TECNICAS COMBINADAS  
\* Cromatografía de Gases - Masas  
\* FTIR - Masas  
\* FTIR - Cromatografía de Gases  
\* FTIR - Termogravimetría

**PHILIPS**

ESPECTROMETRIA POR RAYOS X  
\* Longitud de Onda  
\* Energía dispersiva

DIFRACTOMETRIA POR RAYOS X  
\* Multipropósito  
\* Investigación  
\* Control de Calidad  
MICROSCOPIA ELECTRONICA  
\* Barrido  
\* Transmisión

**MILESTONE**

SISTEMAS MICROONDAS  
\* Digestores

\* Mullas  
\* Determinación de humedad/sólidos  
\* Reacción/síntesis orgánicas

**PEAKSCIENTIFIC**

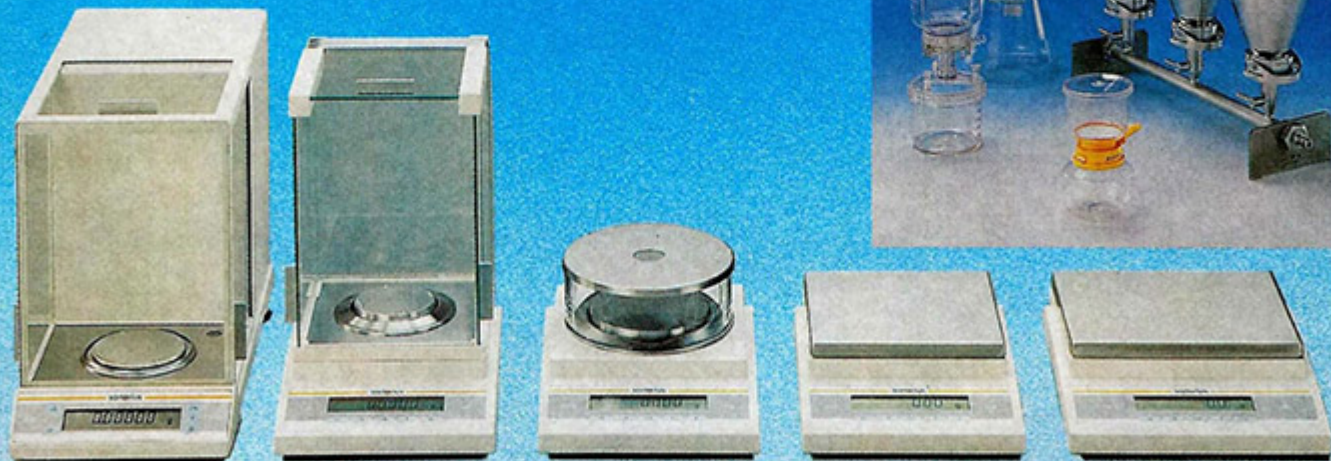
GASES PARA LABORATORIO  
\* Nitrógeno  
\* Hidrógeno  
\* Aire  
\* Compresores  
\* Bombas de vacío

CIENCIA E INDUSTRIA  
Productos y sistemas profesionales.  
Calle 13 N° 51 - 39. Apartado 4284, Tel. 2 600 600  
Ext. 226, Télex 44776, Fax (91) 2 610 141, BOGOTÁ.



**PHILIPS**

**GAMMA LABOR**  
**IMPORTACIONES LTDA.**  
EQUIPOS PARA LABORATORIO  
Y SERVICIO TECNICO ESPECIALIZADO



Representantes Exclusivos para Colombia de Filtración SARTORIUS y Placas Filtrantes SEITZ  
Distribuidores Autorizados de Balanzas SARTORIUS.

ASISTENCIA TECNICA Carrera 20 No. 43 - 76 Tels.: 287 9847 - 245 6097 - 232 8278 - 285 9634  
FAX: (91) 287 9551 - Apartado: 50122 Santafé de Bogotá

# De la ciencia como sabe



Nuevas  
tendencias  
en historia y  
sociología del  
conocimiento  
científico

# a la ciencia como cultura

Mauricio Nieto  
Facultad de Humanidades  
Universidad de los Andes

**L**a gran mayoría de los trabajos en historia de la ciencia publicados antes de la Segunda Guerra Mundial, fueron producidos por miembros de la comunidad científica. Estos trabajos consistieron en un recuento de los errores del pasado, con desmedida confianza en los logros contemporáneos. Tales publicaciones fueron simples reconstrucciones del progreso del conocimiento a la luz de las teorías del presente. Más que una investigación sobre la naturaleza de la ciencia, cumplían una función de justificación, y no llegaron a ser mucho más que una celebración de los logros de la ciencia y la tecnología occidentales.

Sin embargo, en la segunda mitad del presente siglo creció notablemente el número de publicaciones especializadas, dedicadas a la ciencia como un objeto de estudio en sí misma, provenientes de sociedades, departamentos y cátedras universitarias.

Veamos brevemente el surgimiento de la historia y la sociología de la ciencia como disciplinas independientes.

## En busca de un criterio de demarcación

La filosofía de la ciencia que dominó la primera mitad del siglo XX, los trabajos del Círculo de Viena (positivismo lógico) o las publicaciones de Karl Popper, se concentraron en la búsqueda de un criterio formal que permitiera diferenciar un discurso genuinamente científico, de otro tipo de especulaciones menos sólidas. Pero ninguna de las figuras más influyentes del Círculo de Viena, Schlick, Carnap, Hempel, y tampoco Popper, vieron la necesidad de acudir a la historia para iluminar sus investigaciones sobre el método científico. Esto es válido no sólo para el empirismo lógico sino para la filosofía de la ciencia en general. El interés filosófico en la práctica científica y en los procesos y actividades que generan el conocimiento y la tecno-

logía, hasta hace muy poco se había limitado a esfuerzos aislados. La filosofía de la ciencia ha mostrado muy poco interés por el contexto histórico y social en el cual una teoría o práctica científica tienen sentido y validez. Por el contrario, los trabajos en filosofía de la ciencia se han concentrado en los resultados finales de la ciencia, particularmente en sus productos conceptuales: teorías, hechos y la relación entre éstos.

Sin embargo, gracias a los trabajos de un grupo de historiadores, sociólogos y filósofos con quienes los ánimos de justificación y legitimación se transformaron en una actitud más crítica, que se proponía dilucidar el papel de la ciencia en la cultura occidental, pronto se hizo evidente que las propuestas tanto del Círculo de Viena como las del mismo Popper, y sus criterios formales y ahistóricos, eran inapropiados para describir el desarrollo del conocimiento científico.

La imagen convencional del trabajo científico, como una actividad puramente intelectual, ajena a un contexto social e independiente de intereses ideológicos, políticos o económicos, comenzó a ser revaluada sistemáticamente.

## Hacia una historia social de la ciencia

Las innovaciones culturales de los años sesenta, que no podemos desligar de la guerra de Vietnam, la cultura hippie, la revolución estudiantil y un creciente temor a una vida dominada por la tecnología y las leyes deterministas, generaron profundas preguntas sobre la actual autoridad de la ciencia y el poder de instituciones con respaldo científico.

En el ámbito académico surgiría un grupo de pensadores influyentes como Thomas Kuhn, Imre Lakatos y Paul Feyerabend, quienes, entre otros, persuadieron con cierto éxito a la filosofía de la urgencia de una revisión histórica tanto de las teorías y de las insti-

tuciones científicas como de su entorno cultural.

De esta manera, epistemólogos, filósofos y sociólogos del conocimiento se vieron notoriamente enriquecidos por una detallada inspección de la génesis y desarrollo de las prácticas científicas. Desde entonces, como bien lo señalara Lakatos (parafraseando a Kant), "la filosofía de la ciencia sin historia es vacía, y la historia de la ciencia sin filosofía es ciega"<sup>1</sup>.

El historiador de la ciencia ya no sólo se ocupa de grandes descubrimientos, individuos geniales y experimentos cruciales, sino que encuentra necesario explicar los mecanismos e intereses sociales sobre los cuales se legitima el conocimiento. Comienza a ser evidente que el historiador tradicional, acostumbrado a convertir los cánones de racionalidad contemporánea en jueces absolutos de las controversias del pasado, termina silenciando y empobreciendo la historia. Se señala que los criterios de selección de episodios con importancia histórica, que descansan en la supuesta legitimidad de las prácticas contemporáneas, conducen a reconstrucciones anacrónicas e idealizadas que opacan el verdadero carácter de la ciencia y la tecnología.

Sin lugar a dudas, el más influyente de los promotores de los estudios sociales del conocimiento científico es Thomas Samuel Kuhn. Para Kuhn, la historia de la ciencia, lejos de responder a un progreso lineal y acumulativo, está marcada por discontinuidades. En su descripción del desarrollo científico encontramos períodos estables en los cuales un conjunto de logros científicos universalmente reconocidos provee un modelo (paradigma) para tratar problemas conocidos. Sin embargo, dificultades acumuladas, sugiere Kuhn, hacen que dichos paradigmas entren en crisis y obligan a que ocurra un cambio de paradigma, una revolución científica. Dichos paradigmas o tradiciones científicas, una vez separadas por una revolución conceptual, se tornan inconmensurables; es decir, sus lenguajes se hacen intraducibles, y sus conceptos y su validez tienen completo

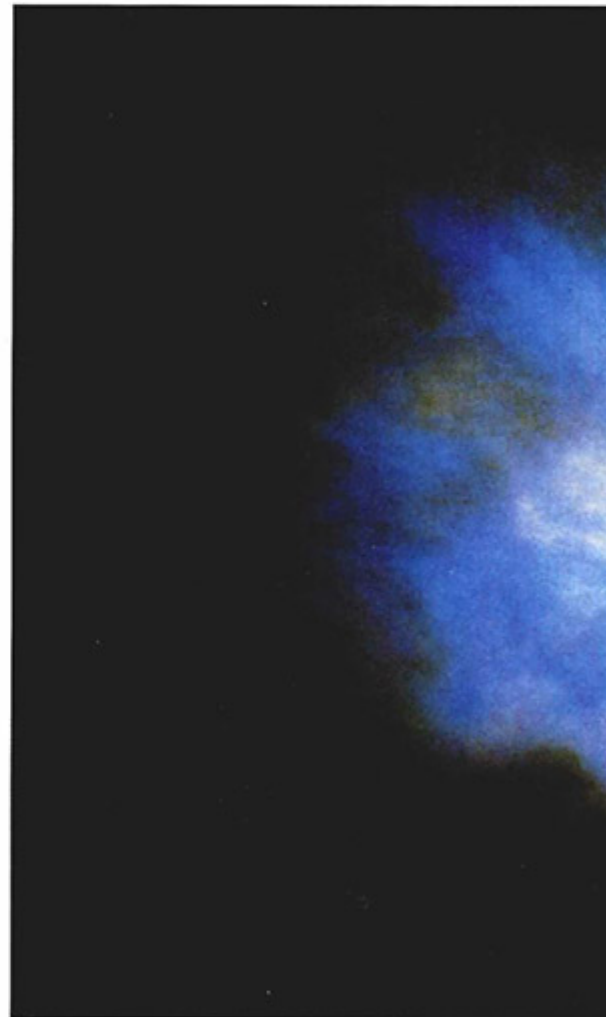
**“La filosofía de la ciencia sin historia es vacía, y la historia de la ciencia sin filosofía es ciega” .**

---

---

sentido únicamente dentro de un marco teórico y social específicos. Kuhn sostiene que la validez de una teoría científica no es el simple resultado de su coherencia lógica o de su riqueza empírica, sino también el producto de factores de carácter social propios de un contexto particular en el cual dicha teoría es relevante.

El gran aporte de Kuhn y sus seguidores está en haber mostrado, con ejemplos históricos, que las propias normas científicas constituyen una forma determinada de cultura y, por tanto, que la ciencia debe ser susceptible de un estu-



dio sociológico, de idéntica manera que cualquier otro tipo de conocimiento o cultura.

### Sociología del conocimiento científico

Los trabajos de Kuhn estimularon una gran variedad de investigaciones en historia y sociología del conocimiento. El desarrollo de dichas investigaciones ha sido posible gracias a un trabajo interdisciplinario que se ha beneficiado no sólo de los aportes de la sociología, la filosofía y la historia, sino también de escritores con una amplia formación en las ciencias naturales.

Entre los más controvertidos aportes debemos mencionar las publicaciones de un grupo de sociólogos británicos, concentrados en Edimburgo, Barry Barnes, David Bloor y

Steven Shapin, y sus colegas franceses Bruno Latour y Michael Callon, quienes parecen haberle dado forma a un programa de investigación cuyos principios fundamentales expondremos brevemente.

Un genuino análisis histórico del conocimiento, sugieren los sociólogos de la ciencia mencionados, requiere que la distinción entre creencia y conocimiento, o entre creencias racionalmente justificadas y creencias irracionales, desaparezca por completo. De esta manera cualquier convicción, no importa su origen, debe ser explicada en forma imparcial y simétrica, es decir, sin emitir juicio de valor alguno y manteniéndose imparcial con respecto a su veracidad.

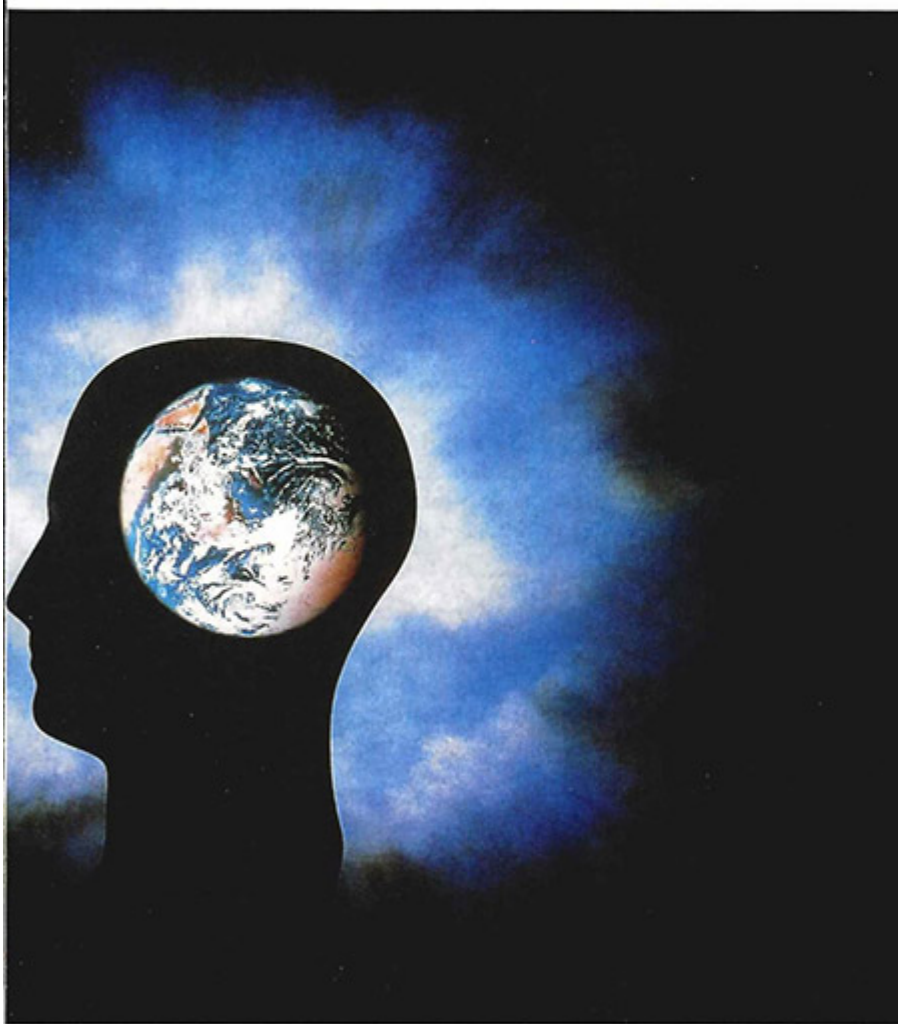
La distinción entre creencia y conocimiento (entendiendo conocimiento como creencias justificadas o verdaderas) es común en todas las culturas. Sin embargo, diferentes culturas reconocen creencias distintas, y lo que se considera como conocimiento en un contexto particular puede ser una mera creencia en otro.

El conocimiento, siempre ligado a una tradición y dependiente de ciertas prácticas o rituales, para el antropólogo o sociólogo no puede ser más que un sistema de creencias válidas por consenso y autoridad de manera similar en cualquier cultura.

En este orden de ideas, una comunidad científica debe entenderse como una subcultura y debe estudiarse como un mecanismo de justificación sin ningún privilegio epistemológico, el cual "negocia" la validez de su discurso.

Este distanciamiento con respecto a nuestra propia cultura, esta suspensión de nuestra certidumbre y arrogancia, nos permite ubicarnos en un relativismo sin marco de referencia único, y así dejar de pensar con nuestras creencias y supuestos, para pensar acerca de ellos.

Tanto para los sociólogos británicos como para Latour y Callon, toda investigación sobre un episodio cualquiera de la historia de la ciencia debe asumir una posición agnóstica e imparcial frente a los logros de la ciencia y la tecnología. Es decir, es necesario abstenerse de cualquier intento por atribuir a los actores un estatus epistemológico privilegiado (razón, método científico, verdad o eficiencia), pues estos términos denotan el éxito del actor sin explicar las razones de sus logros. El interés ya no está en establecer un único método



para las ciencias o en darle fundamentos filosóficos a la racionalidad científica, sino en ilustrar las relaciones entre poder y conocimiento.

A pesar de su indiscutible importancia, los estudios en historia y sociología de la ciencia parecen ser un compromiso relativamente reciente de las ciencias sociales en nuestro país. Es de particular importancia estimular una reflexión crítica acerca del papel de la ciencia y la tecnología en países como el nuestro; un análisis que nos dé la posibilidad de examinar los mecanismos e intereses que hacen posible, por ejemplo, la importación y adaptación de una tecnología foránea.

La historia y sociología de la ciencia permiten una aproximación a temas de gran importancia en la actualidad. Temas como ciencia y colonialismo, ciencia e imperialismo<sup>2</sup>, o ciencia y género<sup>3</sup>, ecología<sup>4</sup> y, desde luego, discusiones de carácter epistemológico, son apenas algunos ejemplos que hacen evidente la urgencia de introducir en forma sistemática estudios sobre ciencia en las universidades colombianas.

#### Notas

1. **I Lakatos:** *La historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales.* En: **Ian Hacking (ed.):** *Revoluciones científicas.* Fondo de Cultura Económica, Madrid, 1981.
2. *Entre los muchos aportes al tema podemos mencionar:* **George Basalla:** *The spread of Western science: a three stage model describes the introduction of modern science into any non-European nation.* *Science* 156: 611-622, 1967; **Lewis Pyenson:** *Science and imperialism.* En: **R Olby et al. (eds.):** *Companion to the history of modern science.* London, 1990; **Paolo Palladino, Michael Worboys:** *Science and imperialism.* *Isis* 84: 91-102, 1993; **Antonio Lafuente et al. (eds.):** *Mundialización de la ciencia y la cultura nacional.* Madrid, 1993; **Nathan Reingold, Marc Rothenberg (eds.):** *Scientific colonialism: a cross cultural comparison.* Smithsonian Institution Press, 1987; **Patrick Petitjean et al. (eds.):** *Science and empire.* Boston, 1991.
3. *Ver por ejemplo:* **Sandra Harding:** *Whose science whose knowledge?* Open University Press, Milton Keynes, 1991; **Donna Haraway:** *Sex, mind and profit: from human engineering to sociobiology.* *Radical History Review* 20: 206-237, 1979; **LJ Jordanova:** *Natural facts: a historical perspective on science and sexuality.* En: **C MacCormack, M Strathern (eds.):** *Nature, culture and gender.* Cambridge, 1980; **Anne Fausto-Sterling:** *Myths on gender: biological theories about women and men.* New York, 1985.
4. **A Crosby:** *Ecological imperialism of Europe, 9000-1900.* Cambridge, 1992.

## Premio Nacional al Mérito Científico

La ASOCIACIÓN COLOMBIANA PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA, con el auspicio de GRANAHORRAR, invitan a presentar candidatos al PREMIO NACIONAL AL MÉRITO CIENTÍFICO que se otorga en las siguientes categorías:

### Vida y Obra

Distinción otorgada a un investigador colombiano residente en el país, de larga trayectoria, cuya vida y obra constituyan una importante contribución al desarrollo científico y tecnológico del país.

El ganador obtiene un premio en dinero, una placa conmemorativa y la publicación de un libro sobre su vida y obra.

### Joven Investigador

Distinción otorgada a un joven científico colombiano cuya actividad investigativa en los últimos diez años represente un aporte significativo al desarrollo científico y tecnológico del país.

El ganador obtiene un premio en dinero y una placa conmemorativa.

### Divulgación Científica

Distinción otorgada a un individuo o entidad que haya contribuido en forma destacada —con una actividad o un conjunto de actividades— a la divulgación o popularización del conocimiento científico y tecnológico en Colombia.

### Condiciones de participación

Los candidatos al PREMIO NACIONAL AL MÉRITO CIENTÍFICO deben ser propuestos por entidades tales como:


- Organismos nacionales e internacionales dedicados al fomento de la ciencia y la tecnología
- Universidades
- Academias científicas y tecnológicas
- El Consejo Directivo de la ACAC
- Institutos y centros de investigación

Las candidaturas deben ser presentadas en la sede de la Asociación, hasta el día 15 de octubre de 1994.

# Su FT-IR esta parado?



## Ya no es problema!

 Los nuevos espectrómetros Nicolet Magna™ e Impact™ con el software OMNIC™ introducen un cambio revolucionario en la espectrometría por FT-IR.

Usted puede reemplazar fácilmente la fuente de infrarojo, el laser, los detectores y la fuente de poder, sin necesidad de recurrir a técnicos especializados. La única herramienta que se necesita es un destornillador.

Nicolet ofrece los primeros sistemas con componentes totalmente reemplazables por el usuario. Cada componente se suministra

pre-enclavada y pre-alineada lo cual le ahorra al usuario tiempo y dinero. Además Nicolet garantiza



el rendimiento de su inversión a través del programa de diagnóstico avanzado. Simplemente oprima el "mouse" y de inmediato tendrá un reporte del status del equipo.



Magna-IR 750

No más  
adivanzas

No más  
demoras

No más problemas!

**The intelligent FT-IR choice!**

5225 Verona Road / Madison, WI 53711-4495  
TEL: 608/271-3333 / FAX: 273-5046

Argentina - Hidmet SRL  
TEL: 54-1-554-6207  
FAX: 54-1-554-1757

Brazil - Ambrix S.A.  
TEL: (11) 826-6722  
FAX: (11) 67-1870

Chile - Coasín Instrumentación Ltda.  
TEL: 22 50 645-1848  
FAX: 497 450

Colombia - Instrumentación Ltda.  
TEL: (1) 612-1515  
FAX: (1) 612-0805

México - Instrumentos de  
Alta Tecnología  
TEL: (5) 554-9506-9908  
FAX: (5) 554-9572

Venezuela - Equilab C.A.  
TEL: 239-52-55 / FAX: 239-52-05

## Nicolet

INSTRUMENTS OF DISCOVERY



# Incubadoras de empresas de base tecnológica

**Adolfo J. Naranjo P.**  
Director Ejecutivo,  
Corporación Incubadora de Empresas  
de Base Tecnológica Piloto  
de Santafé de Bogotá

## Introducción

Aunque el concepto de las Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica se originó antes de la década de los ochenta, sólo a partir de esos años comenzó a consolidarse como una alternativa a la solución de los problemas que enfrentan las empresas pequeñas de base tecnológica en su proceso de arranque y consolidación.

Una incubadora de empresas es un centro que cuenta con un pequeño grupo gerencial y que ofrece espacio físico, servicios compartidos y acceso a asesoría técnica y empresarial en un paquete integrado y a costos más bajos que los comerciales.

Este esquema ha demostrado ser exitoso para facilitar el arran-

que de empresas, al reducir tanto los costos iniciales como los ciclos de gestación y consolidación, a la vez que también disminuyen los riesgos de fracaso. R. Lalkaka encuentra que 75% de las empresas que pasan por una incubadora tienen altas probabilidades de salir adelante, mientras que, de aquellas que se inician en el mundo externo, solamente un 25% lo logran<sup>1</sup>.

A partir de los ochenta ha crecido de manera espectacular el número de incubadoras en el mundo, de las cuales alrededor de la mitad se encuentra en los Estados Unidos, país en donde, de unas 12 en 1982, 117 en 1985, 500 en 1993, se espera llegar a 1000 en el año 2000<sup>2</sup>.

Se puede tomar como ejemplo el caso de la Incubadora del Instituto Politécnico de Ransselaer, establecida en 1982, por la cual han pasado cerca de 80 empresas, 85% de ellas continúan operando, generan ventas cercanas a los US\$50 millones al año y han creado cerca de 700 empleos<sup>3</sup>.

Los servicios que ofrece una incubadora pueden clasificarse en cuatro categorías principales:

- Instalaciones físicas compartidas
- Servicios de oficina
- Servicios administrativos
- Asesoría y capacitación

Las tres primeras corresponden a la infraestructura tradicional requerida por cualquier empresa, y aunque tienen gran importancia, no es allí donde está el principal mérito de una incubadora. El aporte más efectivo que puede hacer una incubadora es en las áreas de asesoría y capacitación.

Normalmente el empresario que comienza tiene una gran fortaleza en lo referente a su innovación tecnológica, ya que, al fin y al cabo, él es el gestor de la idea. Sin embargo, suele carecer

de conocimientos y habilidades en administración, mercadeo y finanzas, elementos esenciales para garantizar el éxito de un proyecto empresarial.

En una incubadora de empresas el proceso comienza con la selección de aquellos proyectos empresariales que se desarrollarán en la incubadora. La empresa suscribe un "Contrato de Desarrollo del Proyecto en la Incubadora Empresarial Tecnológica", el cual establece un cronograma de desarrollo, de acuerdo con la categoría del proyecto, y unas fases o períodos para el cumplimiento de las metas propuestas (tabla).

### Empresas de base tecnológica

Un proyecto empresarial puede definirse como la creación y desarrollo de un negocio nuevo e independiente por parte de empresarios que actúan solos o en equipos pequeños<sup>4</sup>. Un proyecto

empresarial tecnológico o empresa de base tecnológica incluye aquellos negocios nuevos que utilizan tecnologías modernas.

Las empresas de base tecnológica representan un recurso nacional importante por las siguientes razones:

Promueven el desarrollo económico de una región, el cual debe basarse en la creación de nuevos empleos de alto valor agregado, estables y relativamente bien remunerados.

Son más eficientes en la generación de tecnología que las empresas grandes. Esto es de especial importancia en países en desarrollo, donde la escasez de expertos exige una alta eficiencia en las áreas de investigación y desarrollo.

Contribuyen a mejorar la balanza comercial de un país, al crear bienes que sustituyen importaciones y aumentan las exportaciones, con costos más bajos y tiempo de respuesta más corto.

### Fases que cumple una empresa en una incubadora

#### 1. Fase de IMPLANTACION

Período contado a partir de la cesión de un espacio en las instalaciones (módulo). Corresponde al tiempo necesario para la instalación del proyecto empresarial en la incubadora.

**Duración:** 2 a 4 meses.

#### 3. Fase de CONSOLIDACION

Período en el que el proyecto empresarial deberá fortalecerse financiera y administrativamente para enfrentar el tránsito hacia sus instalaciones propias.

**Duración:** 12 a 18 meses.

#### 2. Fase de CRECIMIENTO

Período necesario para el perfeccionamiento técnico de la producción y el inicio de la comercialización.

**Duración:** 1 a 24 meses.

#### 4. Fase de LIBERACION

Período en que las ganancias del proyecto pueden cubrir la inversión realizada, y la empresa está lista para ocupar sus propias instalaciones.

**Duración:** 0 a 12 meses.

Tabla

Tienen un índice de supervivencia mayor que el de compañías no tecnológicas de tamaño y edad comparables.

Son empresas variadas en lo referente a mercados y tecnologías, flexibles en el desarrollo de sus estrategias y responden rápidamente a los cambios del medio económico.

Incentivan la renovación y modernización de industrias afectadas por la obsolescencia y la excesiva burocracia.

En conclusión, las empresas de base tecnológica pueden liderar el proceso de creación de polos de desarrollo tecnológico en las regiones, y de esta manera hacer una contribución importante al crecimiento económico, a la creación de empleo, al desarrollo innovador, a la competitividad internacional y al progreso social de un país (figura).

De acuerdo con un estudio realizado por el Centro Internacio-

nal de Física (CIF)<sup>5</sup>, las compañías pequeñas que emplean tecnologías intensivas en conocimiento, tienen una participación muy alta en la generación de innovaciones tecnológicas. Dicho trabajo también muestra cómo estas empresas, además de gozar de las ventajas de las pequeñas empresas en general (eficiencia, dinamismo, etc.), establecen una barrera competitiva con base en su factor de innovación tecnológica que en general les permite afianzarse en el mercado en nichos determinados.

A primera vista todo es positivo respecto de las empresas pequeñas de base tecnológica; sin embargo, este tipo de compañías enfrenta serios retos y problemas. Según el profesor Pier A. Abetti del Rensselaer Polytechnic Institute<sup>6</sup>, el principal problema que se presenta en estas compañías es el de supervivencia después de determinado período. Como parámetro compara-

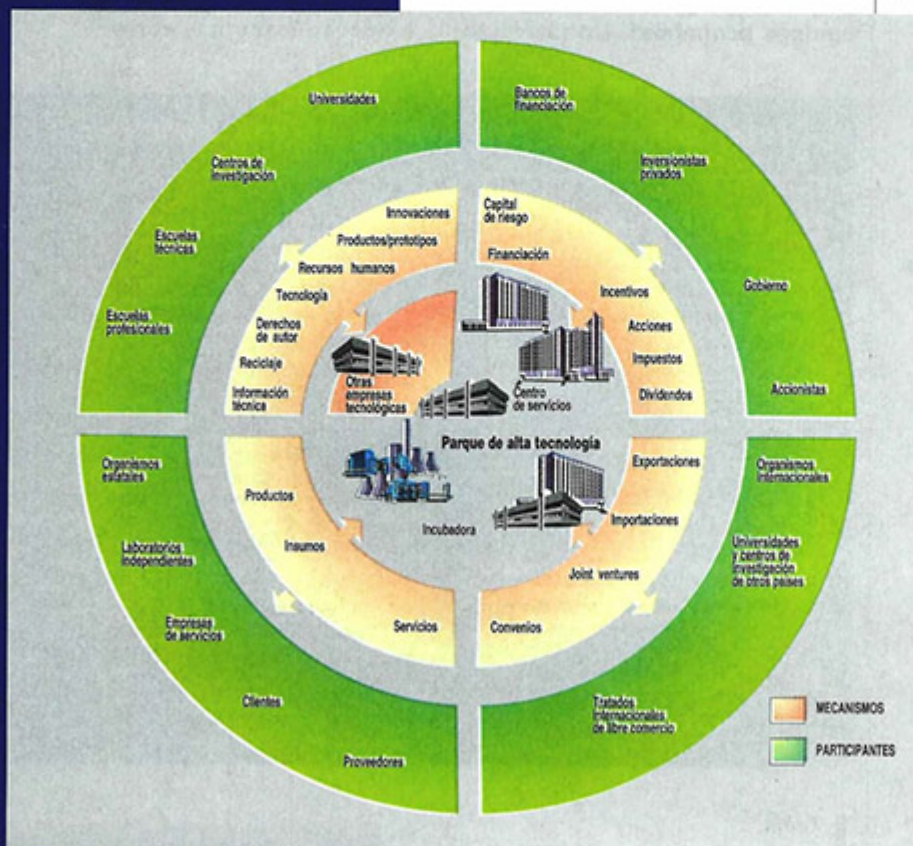
tivo se tomó el índice de supervivencia luego de cuatro años de establecidas. En el lapso de 1969 a 1976, en los Estados Unidos, las compañías pequeñas (0 a 19 empleados) tuvieron un índice de 37%, las medianas (20 a 499 empleados) de 56%, y las grandes (más de 500 empleados) de 68%. Los fracasos de las compañías pequeñas se deben en un 30% a la tecnología en sí misma, y en el 70% restante a causas relacionadas con el manejo del negocio, principalmente: carencia de habilidades en mercadeo, finanzas o gestión administrativa.

Este es precisamente el espacio donde entra a actuar y es efectiva una incubadora de empresas de base tecnológica.

## El caso colombiano

En abril de 1991, el Centro Internacional de Física (CIF) realizó un estudio titulado *Incubadora de*

Figura. Sinergia de un polo de desarrollo tecnológico.



*Empresas de Base Tecnológica en la ciudad de Bogotá*<sup>5</sup>, como documento base de la propuesta para su creación. Por esta misma época, en octubre de 1991, el Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería (CIFI) de la Universidad de los Andes, publicó el estudio titulado *Proyecto para desarrollar una Incubadora de Microempresas de Base Tecnológica en Colombia*<sup>7</sup>. A partir de estos estudios iniciales, en 1993 el Ministerio de Desarrollo realizó un estudio de factibilidad para la creación de la Incubadora Piloto de Bogotá. Estos esfuerzos se concretaron en marzo de 1994, cuando se firmó el acta de constitución de la Corporación Incubadora de Empresas de Base Tecnológica Piloto de Santafé de Bogotá.

La Corporación Incubadora de Empresas se constituyó como una asociación civil de participación mixta, de carácter privado, autónoma y sin ánimo de lucro. Cuenta con 37 socios entre los que están representados el sector investigativo (universidades y centros de investigación), el sector privado (con empresas nacionales y multinacionales de las áreas financiera, de manufactura y de servicios en general) y el Gobierno. El apoyo combinado de estos tres sectores se considera esencial para garantizar el logro del objetivo de la incubadora.

### **Incubadora de Empresas de Base Tecnológica Piloto de Santafé de Bogotá**

La Incubadora de Bogotá estará ubicada en un edificio con un área total de 2200 m<sup>2</sup> y alojará unas 30 empresas en espacios cuyo tamaño podrá variar, según las necesidades, desde unos 30 m<sup>2</sup> hasta 100 m<sup>2</sup>.

Las instalaciones físicas compartidas ofrecerán servicio de agua, energía, aire comprimido; salas para reuniones, salones para conferencias con equipos audiovisuales, biblioteca con sala

de lectura y consulta, y toda la infraestructura de seguridad.

Los servicios de oficina incluyen el apoyo de recepcionista, teléfonos, fax, máquinas fotocopadoras y computadores con software básico y acceso a redes internacionales.

Los servicios administrativos comprenden correo, mensajería y alquiler de equipos de oficina.

Se brindarán servicios de asesoría y capacitación en las áreas de planeación, contabilidad, mercadeo, ventas, finanzas, propiedad industrial, aspectos jurídicos, acceso a redes de negocios y financieras.

Parte de los servicios mencionados se incluirá en el valor que se cobre por el alquiler de las instalaciones, y otros se cobrarán según el uso que les den las diferentes empresas.

Además de las empresas que se ubiquen en la incubadora, se contará con empresas externas que puedan beneficiarse de los diferentes servicios que se ofrezcan, excluido el de alquiler de las instalaciones.

En el proceso de organizar y estructurar la Incubadora de Bogotá, y a través de la recopilación de información y los estudios realizados hasta el presente, se ha ido generando un conocimiento sobre la implementación de incubadoras en el país. Uno de los objetivos primordiales de esta incubadora, como entidad piloto, es promover y ayudar en la formación de otras incubadoras similares en otras ciudades y regiones del país. Por medio de este esfuerzo se intenta llegar a tener una red de incubadoras de empresas de base tecnológica en el país, en la que cada una de ellas se estructurará y orientará de acuerdo con las necesidades de su zona y contará con el apoyo de las fuerzas vivas de cada región.

La existencia de una red de incubadoras permitirá optimizar el uso de recursos a través de la especialización y de la colabora-

ción entre los diferentes centros de innovación que se establezcan.

### **Tipos de empresas de base tecnológica**

Las investigaciones iniciales en el medio colombiano han mostrado la existencia de proyectos empresariales de base tecnológica, que pueden beneficiarse de los servicios de la incubadora, en diversas áreas como:

- Desarrollo de software
- Control ambiental
- Óptica
- Artes gráficas
- Servicios de comercialización
- Industria automotriz, etc.

.....

### **Bibliografía**

1. **Lalkaka, Rustam:** *Business Incubators for Promoting Technology-Based Enterprises in Developing Countries*. Ponencia presentada en la Primera Conferencia Nacional de la Asociación Mexicana de Incubadoras de Empresas y de Parques Tecnológicos. Marzo 1993, pp. 8-9.
2. **Adkins, Dinah:** *National Business Incubation Association - NBIA. Información general*. Abril 1994.
3. **NBIA:** *Residential Training Program in Business Incubation*. Mayo 1994.
4. **Abetti, Pier:** *Infrastructure for Technological Entrepreneurship*. Ponencia presentada en Third Beijing International Conference on Technological Innovation and Entrepreneurship Development. Septiembre 1989, pp. 1-3.
5. **Centro Internacional de Física (CIF):** *Incubadora de Empresas de Base Tecnológica en la ciudad de Bogotá*. Abril 1991.
6. **Abetti, Pier:** *Entrepreneurship and Economic Development. Residential Training Program in Business Incubation*. Mayo 1994.
7. **Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería (CIFI), Universidad de los Andes:** *Proyecto para desarrollar una Incubadora de Empresas de Base Tecnológica en Colombia*. Octubre 1991.

# Novedades editoriales

## MATERIALES EDUCATIVOS E INNOVACIONES

Programa materiales educativos y calidad de la educación básica



**Bernardo Restrepo Gómez**  
**Martha Vargas de Aveila y otros**

Secab  
Secretaría Ejecutiva  
del Convenio Andrés Bello  
Acuerdo GTZ-Secab  
Santafé de Bogotá, D.C.,  
Colombia, 1994

El objetivo de este libro es ampliar y fortalecer las capacidades nacionales para el desarrollo, la producción y distribución de materiales educativos de buena calidad y bajo costo.

Sus estrategias son: capacitación de recursos humanos, promoción del trabajo intersectorial nacional, intercambio de información y articulación interagencial.

## CIENCIA Y TECNOLOGIA

Retos del nuevo orden mundial para la capacidad de investigación en América Latina

**Benjamín Álvarez Heredia**  
**Hernando Gómez Buendía (eds.)**

Centro Internacional de Investigación  
para el Desarrollo  
Instituto de Estudios Liberales

Este libro reúne las respuestas, y las nuevas preguntas, de los especialistas más autorizados en cada área del conocimiento: Hebe Vessuri (IVIC) se ocupa de las ciencias básicas; Jorge Ardila (IICA), de la investigación agropecuaria; José Medeiros (USP), de la tecnología industrial; Miguel Urrutía (Fedesarrollo), de la economía, y Patricio Cariola (CIDE), de las ciencias de la educación. Arturo Israel (Banco Mundial), Roberto Martínez (Gadis) y Simón Schwartzman (Nupes), al igual que los editores, Benjamín Álvarez (CIID) y Hernando Gómez (IEL), contribuyen con interpretaciones de conjunto.

## ESTRATEGIAS, PLANIFICACION Y GESTION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA



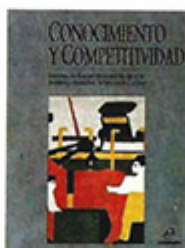
**Eduardo Martínez**

Cepal-Ilpes, Unesco, UNU, Cyted-D  
Unesco, 1993  
Editorial Nueva Sociedad  
Apartado 61712,  
Caracas, 1060-A, Venezuela

El presente libro examina algunas de las principales cuestiones que inciden en el desarrollo científico y tecnológico de América Latina. Los estudios que aquí se presentan tienen su origen en las experiencias del Curso (anual) de Planificación y Gestión de Ciencia y Tecnología en América Latina, organizado por el Programa de Ciencia, Tecnología y Sociedad (Unesco) y el Ilpes-Cepal, con el apoyo del Programa Cyted-D y la Universidad de las Naciones Unidas.

## CONOCIMIENTO Y COMPETITIVIDAD

Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología



**Colciencias**

Coordinación Edición:  
Myriam Henao W.  
Coordinación este Volumen:  
Jorge Robledo y Galo Tovar  
Septiembre de 1993

En estos libros se recogen los ricos materiales producidos durante el primer año (1992) de funcionamiento del nuevo Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Es un arduo camino el que se recorrió desde la convocatoria de la Misión de Ciencia y Tecnología y la expedición de la ley 29 de 1990 y de los decretos que le dieron forma al sistema.

## PLAN DE DESARROLLO DE LAS CIENCIAS Y LAS TECNOLOGÍAS DEL MAR EN COLOMBIA 1990-2000

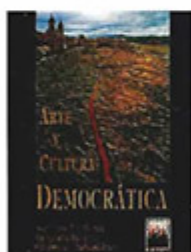


Colciencias,  
Departamento Nacional de Planeación,  
Comisión Nacional de Oceanografía

Financiación Colciencias  
Publicación: Controles  
Administrativos Ltda.  
Santafé de Bogotá, D.C., Colombia

El presente Plan de Desarrollo de las Ciencias y las Tecnologías del Mar 1990-2000, es una etapa más y la continuación del esfuerzo de planificación iniciado en 1980. El actual documento es la reformulación del anterior plan, elaborada sobre la base de una evaluación consciente y sistemática, efectuada por la Comisión Colombiana de Oceanografía (CCO), con el apoyo de Colciencias y el Departamento Nacional de Planeación.

## ARTE Y CULTURA DEMOCRÁTICA



Oscar Collazos, Arturo Guerrero  
Santiago García y otros

Instituto para el Desarrollo  
de la Democracia Luis Carlos Galán  
Publicación: Servigraphic Ltda.  
Santafé de Bogotá, D.C., Colombia

Una dimensión de la política, el Estado y la cultura, que bien se sintetiza en la fórmula del Estado Social de Derecho, debe penetrar en la vida de la familia y las relaciones cotidianas, en la educación, la ciudad y el trabajo. En el mundo de la vida. Los cambios para desarrollar la democracia se dan en las instituciones: Constitución, leyes, planes, gobiernos, Congresos... pero no se limitan a ello. Deben acompañarse, combinarse con cambios, reformas en lo social, lo educativo, lo cultural, lo económico; en lo ambiental; en el campo privilegiado de las comunicaciones.

## PODER Y JUSTICIA EN LA ESCUELA COLOMBIANA



Francisco Cajiao R.

Fundación FES  
Primera edición: marzo de 1994  
Santafé de Bogotá, D.C., Colombia

*Poder y justicia en la escuela* recoge el resultado de las investigaciones realizadas por numerosos maestros de diferentes regiones del país, en las cuales se ha comenzado a desentrañar la vida íntima de la escuela colombiana en aspectos como la justicia, la autoridad, la discriminación y la violencia. Este libro aborda los temas del poder y la justicia aportando explicaciones históricas que muestran, en una forma cruda, cómo se reproducen las características autoritarias de las escuelas coloniales, e intercala testimonios actuales de niños y maestros con elementos interpretativos sobre lo que ha sido hasta ahora la función normalizadora coercitiva de la institución escolar.

## TENDENCIAS Y RUPTURAS

Jaime Acosta Puertas

Corpes de Occidente  
Creset  
Fundación Santillana para Iberoamérica  
Santafé de Bogotá, D.C., Colombia, 1994

Este libro plantea que el patrón productivo del país debe transformarse y explorar nuevas actividades, puesto que la actual oferta exportadora no tiene las mejores perspectivas dentro de las tendencias previsibles del comercio mundial en los próximos años. El libro tiene carácter divulgativo y está orientado a los estudiosos de las regiones, aunque algunos temas han sido discutidos por especialistas durante el tiempo que lleva el proceso de internacionalización de la economía.



# Apple revela nuevo sistema operacional para los computadores Macintosh

La plataforma de cómputo que definió el concepto "amigable con el usuario", está a punto de volverse aún más fácil de usar, haciendo todavía más expedita la forma como las personas usan los computadores para llevar a cabo su trabajo.

Apple Computer, Inc. reveló la siguiente versión del sistema operacional para los computadores personales Macintosh. Denominado Macintosh System 7.5, la nueva versión se basa en la retroalimentación del cliente, e incorpora una gama de nuevas capacidades diseñadas para mejorar la productividad de las personas que usan el Macintosh. El Macintosh System 7.5 incluye tecnologías que pueden automatizar o guiar a los usuarios por muchas de las tareas más complejas relacionadas con el uso del computador. Simplifica el intercambio de información entre los computadores Macintosh y MS-DOS o Windows. Además, integra una serie de características para ahorrar tiempo, que en el pasado estaban disponibles por un costo adicional.

La compañía cree que el Macintosh System 7.5 mejorará sustancialmente su posición competitiva en todos sus mercados tradicionales, así como entre los usuarios de computadores personales MS-DOS y Windows.

El Macintosh System 7.5 ofrece una mejora importante del sistema operacional del Macintosh con respecto a lo que, según Apple, son las cinco áreas significativas en el uso del computador en el futuro: asistencia activa, productividad personal, compatibilidad, colaboración, y gráficas e impresión avanzadas. Así, el Macintosh System 7.5 incorpora una amplia colección de nuevas características y tecnologías (más de 50 en total), en un esfuerzo por hacer más productivo y agradable el uso del computador Macintosh.

## Asistencia activa

El Macintosh System 7.5 integra tecnologías que facilitan la labor de cómputo para los usuarios y simplifican la realización de tareas difíciles o rutinarias.

Por ejemplo, la Guía Apple (Apple Guide) incorporada, interactiva, va más allá de los sistemas de ayuda tradicionales, guiando al usuario, paso a paso, hasta completar sus tareas. Proporciona claves en pantalla para resaltar elementos, de modo que el usuario pueda proceder al siguiente paso. La Guía Apple puede ajustarse según las necesidades de los usuarios, para conducirlos hasta la realización de tareas propias de su compañía u organización.

Un nuevo Scriptable Finder, basado en la tecnología AppleScript, permite a los usuarios automatizar las tareas con scripts. Por ejemplo, un usuario puede usar un script de los muchos incluidos en el Macintosh System 7.5 para fijar una carpeta de recibo de archivos compartidos que permite compartir archivos automáticamente, especificando los privilegios, y crear una carpeta que puede compartirse con otros usuarios en la red.

## Productividad personal

Investigadores independientes han concluido que los usuarios Macintosh son más productivos que los usuarios en otras plataformas de cómputo. El Macintosh System 7.5 procura ampliar ese liderazgo, volviendo aún más expedita la manera como las personas llevan a cabo su trabajo en un computador.

La capacidad Arrastre y Suelta (Drag and Drop) hace mucho más fácil y rápida la implementación de las tareas de cómputo básicas, moviendo objetos sobre la pantalla del Macintosh para contribuir a la realización del trabajo. Por ejemplo, cuando un usuario arrastra texto o gráficas al escritorio, se crea automáticamente un archivo "sujetapapeles". Otra característica, los Menús Je-

rárquicos (Hierarchical Menus), posibilitan un acceso más rápido y fácil a los elementos almacenados en las carpetas bajo el menú Apple, desplegando los submenús de documentos y aplicaciones que se han usado recientemente. Además, una capacidad de Búsqueda de Archivos (Find File) presenta una lista de todos los archivos encontrados y el camino para cada archivo individual; así mismo, permite al usuario arrastrar y soltar el archivo en una nueva ubicación, o incluso abrirlo.

### Compatibilidad

Una de las principales estrategias de Apple es facilitar la migración de los usuarios de MS-DOS y Windows hacia la plataforma Macintosh, y facilitar el trabajo de los usuarios Macintosh en ambientes de cómputo mixtos.

Macintosh PC Exchange y Macintosh Easy Open, por ejemplo, son una serie de utilidades que permiten abrir y editar los archivos de datos MS-DOS, Windows y OS/2 con aplicaciones Macintosh compatibles. MacTCP ofrece TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol/Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet) incorporado — un protocolo de comunicaciones para redes bajo UNIX—, a nivel del software. TCP/IP también es un protocolo estándar para la red de comunicaciones Internet.

### Colaboración

En la actualidad, Macintosh es la marca de computadores personales más conectada en red, debido en par-

te a los esfuerzos pioneros de Apple por desarrollar e incorporar herramientas y tecnologías de colaboración. Con el Macintosh System 7.5 la tecnología de colaboración se vuelve parte estándar del sistema operativo del Macintosh.

Por ejemplo, PowerTalk —la primera solución de colaboración de Apple— permite a los usuarios enviar correo electrónico, compartir

archivos y "firmar" digitalmente, y enviar documentos desde las aplicaciones. PowerTalk incorpora el buzón universal en el escritorio: un solo buzón para todo el correo entrante y saliente, incluidos servicios en línea, fax, voz, correo electrónico de varias fuentes, y documentos desde cualquier aplicación.

### Gráficas avanzadas e impresión simplificada

El Macintosh ha sido reconocido ampliamente como el sistema preeminente para diseño y producción gráfica en la industria. El Macintosh System 7.5 avanza aún más en

esta posición con la integración de las tecnologías QuickDraw GX.

QuickDraw GX posibilita una impresión aún más fácil, manejo de color, portabilidad de documentos y tipos. Por ejemplo, para imprimir un documento en QuickDraw GX, el usuario puede sencillamente arrastrar el archivo al icono de la impresora sobre el escritorio. El estado de la cola de impresión puede visualizarse fácilmente, permitiendo reordenarla, al hacer doble click sobre el icono de la impresora. Así mismo, el usuario puede arrastrar el documento a otro icono de impresora.

Un nuevo formato de archivo para los documentos en QuickDraw GX también permite a los usuarios crear un archivo que puede abrirse, leerse e imprimirse desde cualquier otro Macintosh con QuickDraw GX instalado, donde no se encuentren instalados los tipos o la aplicación original.

Las características avanzadas de QuickDraw GX serán muy atractivas para la comunidad editorial. Incluyen sofisticada tipografía, soporte internacional para diferentes idiomas y un ajuste de color mejorado.

### Requerimientos del sistema

El Macintosh System 7.5 correrá en los computadores Macintosh con RAM apropiada y al menos un procesador 68020. Esto incluye todos los modelos Macintosh actualmente en despacho, los computadores-cuaderno PowerBook y todos los sistemas Power Macintosh recientemente introducidos. La nueva versión será compatible con virtualmente todas las aplicaciones disponibles en la actualidad.

En un computador con un procesador 680x0, el Macintosh System 7.5 requiere un mínimo de cuatro megabytes de RAM para correr los elementos nucleares con la mayoría de las aplicaciones, y un mínimo de ocho megabytes para usar PowerTalk y QuickDraw GX. Cuando se instale en los sistemas Power Macintosh, el Macintosh System 7.5 requiere mínimo ocho megabytes de RAM para los elementos nucleares y 16 megabytes para usar PowerTalk y QuickDraw GX.

Apple planea poner el Macintosh System 7.5 a disposición de los usuarios en CD-ROM y discos flexibles. Se espera que el paquete en CD-ROM incluya una carpeta de "Extras" con aplicaciones de las terceras casas como "salidas de correo" para las comunicaciones PowerTalk, extensiones de impresión que permitan adecuar la salida de impresión a las necesidades del usuario, y otras utilidades. •

# Sistema de Información Empresarial - SIE

La Corporación Centro de Transferencia, Innovación y Difusión Tecnológica Comunidad Europea-Colombia, Cocett, es una entidad de carácter mixto creada con el objetivo de fomentar la transferencia, innovación y difusión de tecnología que contribuya a la modernización de los distintos sectores de la economía y la sociedad, así como apoyar el establecimiento de relaciones comerciales entre Colombia y los países de la Comunidad Europea, tendientes a fortalecer y consolidar las empresas colombianas.

Dentro de este marco, en 1992 se firmó un convenio de cooperación técnica entre el Ministerio de Desarrollo Económico y la Cocett, para que ésta adelantara las acciones necesarias para la creación de un Sistema de Información Empresarial (SIE), teniendo en cuenta que la actual política de internacionalización de la economía ha traído como consecuencia una necesidad creciente de información confiable y oportuna, a disposición de los empresarios colombianos, orientada al mejoramiento de la productividad y competitividad.

Próximamente la Cocett pondrá en funcionamiento un servicio de información financiera, comercial e industrial, sobre normas técnicas y patentes, productos y procesos, servicios de transferencia de tecnolo-

gía, entre otros temas, que facilitarán la labor de toma de decisiones a los empresarios en sus transacciones tanto en el país como en el exterior.

El Sistema de Información Empresarial permite el acceso remoto a bases de datos nacionales e internacionales mediante consulta interactiva. Actualmente está implementado en un sistema informático que tiene una capacidad inicial de 16 usuarios simultáneos. Dispone de un computador dotado con 64 Mb de memoria central y capacidad de almacenamiento de 2 Gb, conectado con una red de PCs con torres multidrive que dan acceso a 24 discos CD-ROM.

El acceso al sistema por parte de los usuarios externos se puede efectuar a través de la red telefónica conmutada, de la red X.25 (Coldapaq) o de Internet. Para el acceso a través de la red telefónica se dispone de 16 líneas que pueden operar de 1200 a 14.400 baudios, dotadas de modems con protocolos para corrección de errores y comprensión de datos.

Este sistema constituye una valiosa herramienta principalmente para las pequeñas y medianas empresas que, en virtud de su tamaño y recursos limitados, no pueden asumir el costo de un sistema de información propio. •

## Premio Nacional a la Innovación Tecnológica Empresarial

La ASOCIACIÓN COLOMBIANA PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA con el apoyo de BANCOLEX y la Dirección Técnica de la FUNDACIÓN TECNOS, otorgan el PREMIO NACIONAL A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EMPRESARIAL, como estímulo a las empresas que fomentan la cultura de la innovación tecnológica en Colombia, apoyando sistemáticamente la creatividad, la investigación y la generación o mejoramiento de nuevas tecnologías.

### Categorías de participación

- Categoría I: MICROEMPRESA
- Categoría II: PEQUEÑA EMPRESA
- Categoría III: MEDIANA EMPRESA
- Categoría IV: GRAN EMPRESA

### Condiciones de participación

El premio está abierto a empresas manufactureras y de servicios, incluidas aquellas del sector agroindustrial y biotecnológico, radicadas en Colombia, ya sean nacionales, de naturaleza mixta o extranjeras.

Se mantendrá absoluta reserva sobre la información recibida.

Entregas de formularios de inscripción: Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia.



# FUNDACION ALEJANDRO ANGEL ESCOBAR

## PREMIOS DE CIENCIAS 1993

EPIDEMIOLOGIA, BIOLOGIA Y ESTRATEGIAS DE  
TRATAMIENTO Y PREVENCION DE LA  
LEISHMANIASIS TEGUMENTARIA AMERICANA

Grupo de Investigadores de CIDEM, Cali

EVALUACION ECOEPIDEMIOLOGICA DE LA  
LEISHMANIASIS VISCERAL EN LA COMUNIDAD  
INDIGENA ZENU DE SAN ANDRES DE  
SOTAVENTO, CORDOVA: PRIMER PASO PARA SU  
CONTROL

Grupo de Investigadores de la Facultad de Medicina,  
Universidad de Antioquia, Servicio de Leishmaniasis

ESTUDIOS GENETICOS BASICOS PARA LA  
CREACION DE NUEVOS CULTIVARES DE TOMATE,  
*Lycopersicon esculentum* MI II., ADAPTADOS A LAS  
CONDICIONES DE COLOMBIA

Grupo de investigadores de la Facultad de Ciencias  
Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede  
Palmira

## PREMIOS DE BENEFICENCIA

HOSPITAL SIQUIATRICO DE BOYACA, de Tunja  
INSTITUTO COLOMBIANO DE AUDICION Y  
LENGUAJE, ICAL, de Bogotá

# PREMIO NACIONAL AL MERITO CIENTIFICO



Colombianos que luchan por un mundo mejor.  
Colombianos que se destacan por su aporte  
al desarrollo científico y tecnológico del país.

La Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia ACAC y Granahorrar se han unido para premiar su esfuerzo.

Las categorías de participación son tres:

## VIDA Y OBRA

Distinción que se otorgará a un científico cuya vida haya sido dedicada a la investigación.

El ganador recibirá una suma de dinero, un motivo conmemorativo y la publicación de un libro sobre su vida y obra.

## JOVEN INVESTIGADOR

Se otorgará a un científico joven cuya actividad investigativa en los últimos diez (10) años, constituya un aporte significativo al desarrollo científico y tecnológico del país.

## DIVULGACION DE LA CIENCIA

Distinción otorgada a una persona o entidad que se haya destacado por su labor en el campo de la divulgación científica.

Los ganadores recibirán una suma de dinero y un motivo conmemorativo.

Los candidatos deben ser presentados antes del 7 de Octubre de 1994 por entidades tales como:

- Organismos nacionales e internacionales dedicados al fomento de la ciencia y la tecnología.
- Universidades
- Academias, Asociaciones científicas y tecnológicas.
- El consejo directivo de A.C.A.C.
- Institutos y centros de investigación.

 ASOCIACION  
COLOMBIANA PARA EL  
AVANCE DE LA CIENCIA

  
CORPORACION FINANCIERA DE AHORRO Y CREDITO

Las nominaciones deben ser presentadas en la sede de la Asociación para el Avance de la Ciencia, antes de las 5:00 p.m. del día 7 de Octubre de 1994. Cra. 50 No. 27-70, Edificio Camilo Torres. Tels. 221 3313 - 221 7348 - 221 6769 Fax 221 6950 A.A. 92581

El veredicto se dará a conocer a través de los medios de comunicación y la entrega del premio se llevará a cabo