



# Innovación y Ciencia

VOLUMEN V, N° 2, 1996

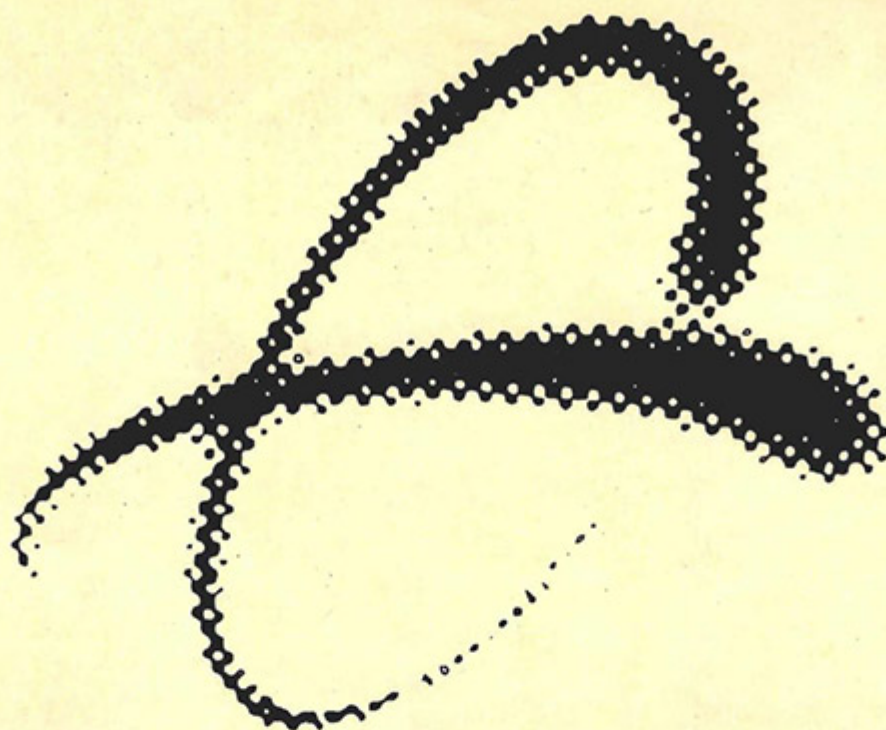
## Galileo llega a Júpiter

**Drosophila  
suboscuro**

TARIFA POSTAL REDUCIDA 769. Precio: \$5.200.00



**Violencia y sexualidad  
en televisión**



# COLCIENCIAS

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

# Un paso adelante en ciencia y tecnología



*Explore  
un mundo  
fascinante  
de evolución  
continua.*

# Innovación y Ciencia



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

JUNTA DIRECTIVA NACIONAL 1995-1997

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

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

**Vecedor**  
Marcelo Riveros

**Directora Ejecutiva**  
Nohora Elizabeth Hoyos T.

**Asistente de Dirección**  
Rosario Martínez

**Asesoría Editorial**  
Mauricio Pérez Gil

**Jefe División de Publicaciones**  
Manuel Cardozo

**Revisora Fiscal**  
Teresa Bonilla

**Administradora**  
María Paulina Rubio

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

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

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

**Diseño Gráfico y Producción**  
Vesalius - Arte y Ciencia Ltda

**Publicidad**  
María Elena Cabrera

**Fotografía**  
Photo Images Ltda., Image Bank, Stock Visual

**Corrección de Estilo**  
Carlos Arturo Hernández  
Germán González

**Digitación de textos**  
Yenny Yuliett Arias

**Pre-prensa Electrónica**  
Elograf Ltda

**Impresión**  
Printer Colombiana S. A.

**DERECHOS RESERVADOS.**

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización expresa del Consejo Editorial. La publicación no es responsable legal del contenido de la publicidad de la revista. Resolución Ministerio de Gobierno N° 5447 del 9 de Octubre de 1992. ISSN 0121-5140. Tarifa Postal Reducida N° 769 de Adpostal. Venc. Dic/96. A.C.A.C. Cra. 50 N° 27-70, Edificio Camilo Torres. A.A. 92581. Fax: 2216950. Tels: 2213313 - 2217348 - 2216769. E-MAIL: acac1@colciencias.gov.co. Santafé de Bogotá - Colombia. Precio de venta al público \$5.200.

# CONTENIDO



**PORTADA**

**Drosophila subobscura.**  
Análisis de una  
colonización.

## NOTA DEL EDITOR

Nuevos derroteros para la cooperación.

7

## NOTICIAS Y COMENTARIOS

**Galileo llega a Júpiter.** ¿Qué pensaría el gran maestro Galileo Galilei si se enterara de que una nave espacial llegó con precisión milimétrica a Júpiter.

8

**La ingeniería genética.** ¿Hacia un mundo mejor?

10

**Ajustando un catalizador para desarrollar nuevos plásticos.**  
Nuevo satélite de la NASA para la cosmología

14

**Descubierto el elemento químico 112.**

16

# Innovación y Ciencia

Volumen V, N°2 - 1996

## VISTAZOS

La enfermedad de las vacas locas.  
Nuevo papel de la hemoglobina como regulador de la presión.  
Mejor calidad de agua para las naciones en vía de desarrollo.  
El desagradable olor de la memoria.  
Corrientes eléctricas casi imperceptibles.

18

## ARTICULOS

Desarrollo de un programa de manejo integrado de la broca del  
café en Colombia.

22



Las perturbaciones electromagnéticas.  
Bases de una investigación  
sobre compatibilidad electromagnética en Colombia

30

*Drosophila subobscura*. Análisis de una colonización.

38

Violencia y sexualidad en televisión.  
¿Es posible evaluar su efecto?

46

El avance de la humanidad a través de los hitos tecnológicos.

54



## NOVEDADES EDITORIALES

65

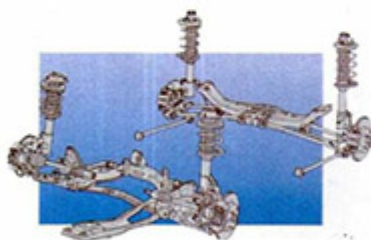
# En el camino de la civilización sólo hay una vía: la más segura.

PARA MAZDA SOLO HAY UN CAMINO PARA ALCANZAR SU META  
EN EL CAMINO DE LA CIVILIZACION. LOS MAZDA ALLEGRO  
CUENTAN CON LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD MAS EXIGENTES Y AVANZADOS  
PARA PREVENIR LOS ACCIDENTES Y SUS CONSECUENCIAS.



## SEGURIDAD ACTIVA

POTENCIA MAS QUE SUFICIENTE PARA SORTEAR CUALQUIER PELIGRO.  
ESTABILIDAD A TODA PRUEBA, GRACIAS A SU GRAN DISTANCIA ENTRE EJES.  
SUSPENSION CON AMORTIGUADORES TELESCOPICOS  
DE DOBLE EFECTO Y BARRAS ESTABILIZADORAS,  
FRENOS HIDRAULICOS CON CIRCUITOS INDEPENDIENTES  
EN DIAGONAL Y BOOSTER DE DOBLE DIAFRAGMA.  
FAROS HALOGENOS DE ALTA PENETRACION  
Y LUCES DE POSICION ENVOLVENTES, CON TERCER STOP.



## SEGURIDAD PASIVA

HABITACULO DE GRAN RIGIDEZ, DOTADO CON EL SISTEMA  
MODERADOR DE IMPACTO FRONTAL :  
LO ULTIMO EN ABSORCION DE IMPACTOS FRONTALES.  
DOBLE BARRA DE PROTECCION LATERAL EN LAS PUERTAS.  
RETENEDORES DE IMPACTO LATERAL TRASERO, QUE EVITAN QUE  
LAS PUERTAS SE INTRODUCAN AL INTERIOR DEL VEHICULO. VOLANTE Y COLUMNA DE DIRECCION COLAPSIBLES.  
VIDRIOS LAMINADOS INASTILLABLES. CINTURONES DE SEGURIDAD  
REGULABLES EN ALTURA. ASIENTOS ENVOLVENTES CON APOYACABEZAS...  
... Y LA SEGURIDAD DE UN SERVICIO TECNICO,  
REPUESTOS Y GARANTIA COMO SOLO MAZDA PUEDE OFRECER.



ESFERA

MAZDA LE RECOMIENDA USAR SIEMPRE  
LOS CINTURONES DE SEGURIDAD  
Y RESPETAR LAS NORMAS DE TRANSITO  
PARA SEGUIR EL CAMINO DE LA CIVILIZACION.

**MAZDA**  
Allegro

**mazda**  
En el camino de la civilización

# NOTA DEL EDITOR

## Nuevos derroteros para la cooperación

**E**l pasado 29 de marzo culminó exitosamente, en Cartagena, la primera reunión hemisférica de ministros responsables de ciencia y tecnología. La reunión organizada de acuerdo con los lineamientos fijados por la cumbre de presidentes realizada en Miami, en diciembre de 1994. Debemos celebrar no sólo la excelente organización del evento mismo, sino la manera como se llevó a cabo su proceso preparatorio, coordinado con dinamismo y competencia por Colciencias.

El hecho de que a la reunión hubieran asistido 30 países, de 34 previstos (con la lamentable ausencia de Cuba, excluida por razones de política internacional), tiene una especial importancia si se considera el claro mandato que la cumbre de presidentes había conferido a la reunión que nos ocupa. Es por eso también que, por primera vez en el hemisferio, se vislumbran claras perspectivas de cooperación en ciencia y tecnología, así el camino que resta por recorrer para concretarlas sea aún largo y tortuoso.

No podemos negar que las iniciativas desarrolladas en el pasado por la OEA, la UNESCO y otros organismos de proyección han tenido un resultado favorable en lo que a programas específicos y de impacto limitado se refiere. No cabe duda, tampoco de que programas como el CYTED, felizmente creado por España para conmemorar los quinientos años del descubrimiento de América y aún más felizmente mantenido después, han sido extraordinarios catalizadores de la cooperación científica iberoamericana, abriendo, con un costo reducido, perspectivas reales de colaboración a nivel regional. Sin embargo, ha faltado siempre un mandato definido, expresado al más alto nivel político, que dé a la ciencia y a la tecnología la prioridad que deben tener como factores esenciales del desarrollo económico y social de nuestros pueblos. Es esa voluntad política clara la que parece haber empezado a manifestarse en la reunión de Cartagena.

El documento final, aprobado por los 30 ministros presentes, consta de una primera parte denominada Declaración de Principios, seguida de un plan de acción destinado a concretar los principios evocados en la declaración.

Entre los puntos centrales que aparecen en ella, debemos destacar la afirmación de que la ciencia y la tecnología constituyen factores estratégicos para el desarrollo social y económico y para la protección del medio ambiente, lo cual implica que el fortalecimiento de la capacidad de nuestros países para generar conocimiento, y transformarlo en nuevos y mejores productos, debe constituir una prioridad de nuestros gobiernos. Por ello, es esencial formular políticas nacionales de ciencia y tecnología, incrementar en los países la inversión en esos campos,

reformar profundamente la educación y fomentar la formación de recursos humanos al más alto nivel. De igual manera, es indispensable fomentar la modernización del sector productivo, sustentada sobre todo en políticas de apoyo a la innovación y al desarrollo tecnológicos.

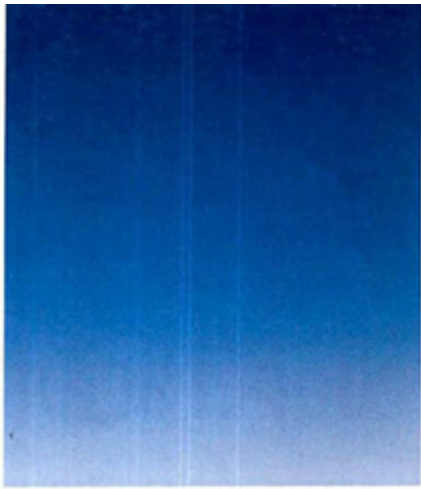
Dada la enorme disparidad en el desarrollo de los países de nuestro continente, la cooperación hemisférica es indispensable para empezar a acortar las distancias que nos separan. Para ello, el plan de acción propone una serie de medidas encaminadas a lograr ese objetivo, que incluyen los mecanismos para el fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica del continente, las estrategias para el fortalecimiento de la interfase entre ciencia, tecnología y desarrollo, y los mecanismos para asegurar las participación efectiva de los países pequeños y de los menos avanzados.

Los mecanismos para poner en marcha el plan y asegurar su implementación incluyen, por una parte, mecanismos de financiación y, por otra, estrategias de seguimiento y evaluación que garanticen su supervivencia a largo plazo. Dentro de este contexto, es especialmente importante mencionar la recomendación explícita de que las conclusiones de la reunión de ministros sean consideradas durante la próxima cumbre de presidentes, que tendrá lugar en Bolivia a finales de 1996.

Como lo decíamos al comienzo, se trata de un evento de la mayor importancia, que puede marcar un hito central en el desarrollo de nuestro continente. Sin embargo, es preocupante el hecho de que los mecanismos de financiación para el plan que se propone se hayan reducido a su más mínima expresión, después de haber pasado por las cancelerías de los países ricos del área. Las ideas que se alcanzaron a esbozar en los documentos preliminares, tales como la creación de la Fundación Panamericana de Ciencia y Tecnología o el Fondo Regional de Ciencia y Tecnología, desaparecieron totalmente en la versión definitiva, en la cual el tema de la financiación, absolutamente vital para el éxito de las propuestas, se limita al enunciado de algunos buenos propósitos.

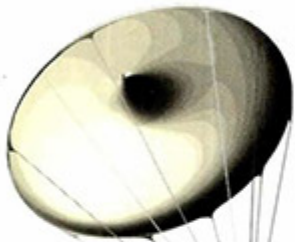
Es una lástima que tan promisorios comienzos se vean comprometidos por la falta de visión de funcionarios de segunda categoría, incapaces de darse cuenta de que la mejor manera de garantizar el bienestar de los países del norte del continente es permitir un desarrollo adecuado de sus vecinos del sur, que, para ser realmente estable y a largo plazo, debe apoyarse en un gran desarrollo científico y tecnológico. Cuántas veces debemos repetir que la mejor inversión a mediano y largo plazo, como nos lo muestra a cada rato la realidad industrial mundial, es la inversión en conocimiento.

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



# Galileo llega a Júpiter

¿Qué pensaría el gran maestro Galileo Galilei si se enterara de que una nave espacial llegó con precisión milimétrica a Júpiter?



Efectivamente, después de seis años de viaje, la nave espacial «Galileo» llegó a Júpiter el 7 de diciembre de 1995, para estudiar el planeta y sus satélites, descubiertos por Galilei hace 385 años.

Esta nave fue lanzada al espacio a bordo del transbordador *Atlantis* en octubre de 1989 y recorrió una complicada trayectoria de 3.860 millones de kilómetros. El diseño de la trayectoria fue calculado de manera que pudiera aprovecharse el impulso generado por la atracción gravitacional de los planetas que la nave encontraría durante el viaje. El primer impulso fue recibido al pasar cerca de Venus, donde se aprovechó la oportunidad para captar valiosas imágenes destinadas al estudio de su sistema climático; posteriormente, en dos encuentros cercanos con

la Tierra, que también sirvieron de impulso a la nave, se utilizó la sofisticada tecnología del *Galileo* para estudiar nuestro planeta.

Para el estudio de la atmósfera de Júpiter se instaló en la nave una sonda especial, con gran variedad de instrumentos científicos, que fue separada del orbitador 150 días antes de su llegada al planeta; después de la separación cada uno continuó su rumbo de manera independiente. La sonda entró en contacto con la atmósfera de Júpiter a una velocidad de 170.700 km/h y comenzó a transmitir la información detectada por sus instrumentos, me-

## Un estudio detallado de la atmósfera de Júpiter revelará las condiciones existentes hace millones de años, cuando se estaban formando los planetas.

dante señales de radio, el 7 de diciembre de 1995 a las 22:04 UT (Figura 1). La sonda abrió su paracaídas y descendió por 57,6 minutos, durante los cuales se efectuaron las mediciones planeadas. Las condiciones de temperatura y densidad extremas destruyeron la sonda durante su descenso, como se había previsto. Sin embargo, todos los datos ya se habían almacenado en el computador del orbitador. Pocas horas más tarde,

la nave alcanzó la órbita de Júpiter, dando inicio a una misión de dos años de exploración del planeta y de sus principales satélites (Io, Europa, Ganimedes y Calisto).

Los objetivos de la misión *Galileo* son: (1) estudiar la magnetosfera del planeta, incluyendo la región de la "cola magnética", nunca antes vista; (2) estudiar la composición química y el estado físico de la atmósfera de Júpiter; (3) caracterizar la morfología, el estado físico y las propiedades dinámicas de sus satélites. En total se realizarán 19 experimentos, seis de éstos ya efectuados durante el descenso de la sonda.

Para los experimentos la sonda contaba con instrumentos especiales, tales como un espectrómetro de masa neutral, un detector de helio, un nefelómetro para detectar nubes, un radiómetro y un instrumento para identificar tormentas eléctricas y medir partículas energéticas.

Júpiter es el planeta más grande del sistema solar; tiene un radio de 71.397 kilómetros y está ubicado a 778 millones de kilómetros del sol. En su composición química priman el hidrógeno y el helio, en una proporción similar a la que se encuentra en el universo.

Los datos recolectados por *Galileo* serán esenciales para resolver uno de los más profundos enigmas de la astrofísica: ¿Cómo se formaron los planetas del sistema solar?

Una hipótesis bastante plausible, dada la evidencia experimental, plantea la fragmentación de una nube primordial en pequeños trozos que luego formaron los planetas. La abundancia relativa de los elementos livianos en el universo se definió durante los tres primeros minutos después del «big bang», tiempo en el que la temperatura y la densidad de la materia fueron lo suficientemente altas para permitir la fisión

nuclear de nuevos elementos. El resultado final de este horno cósmico es una producción inmensa de helio, de tal forma que la materia primordial generada en ese periodo consta de un 25 por ciento de helio y 75 por ciento de hidrógeno, proporción que coincide con la observada en Júpiter.

Debido a su elevada fuerza de gravedad, Júpiter ha podido retener todos los elementos químicos que existen desde su formación; en la Tierra, por el contrario, han desaparecido varios de estos elementos. Un estudio detallado de la atmósfera de Júpiter revelará las condiciones existentes hace 4,5 mil millones de años, cuando se estaban formando los planetas.

Pocas horas después de la entrada de la sonda a la atmósfera de Júpiter, los científicos de la base espacial JPL (Jet Propulsion Laboratory) de la NASA, en Pasadena, California, recibieron la señal de radio y comprobaron el correcto funcionamiento de sus instrumentos. Los datos emitidos por los seis instrumentos, sobre la atmósfera de Júpiter (hasta una profundidad de 200 Km bajo la capa más externa), fueron suficientes para el análisis.

Seis horas antes de llegar a Júpiter, uno de los instrumentos, capaz de detectar partículas energéticas, descubrió un intenso cinturón de radiación, similar a los cinturones de Van Allen existentes en la magnetosfera terrestre, pero diez veces más energético. Algo ines-

perado en este cinturón es la presencia de iones de helio de alta energía.

Las temperaturas y densidades medidas en las capas externas de la atmósfera resultaron mayores que las esperadas. La variación vertical de la temperatura entre los 100 y los 150 km de profundidad indica que la atmósfera interna es más seca de lo calculado. Este gradiente de temperatura sugiere también que el proceso de convección juega un papel dominante a estas profundidades. El estudio de nubes en la atmósfera encontró densidades menores que las esperadas. La naturaleza del sistema de vientos en Júpiter no es muy clara, en parte por la dificultad de observar a través de su atmósfera opaca.

El instrumento de medición de corrientes de viento reportó velocidades de 540 km/h, independientemente de la profundidad; estos resultados conllevan implicaciones profundas, pues sugieren que los vientos no son generados por calor solar ni por condensación de vapor de agua. Un mecanismo posiblemente involucrado parece ser el calor liberado desde el interior del planeta.

El experimento de estudio de la actividad eléctrica en la atmósfera reportó menor actividad de la que existe en la Tierra. El espectrómetro de masas registró bajas concentraciones de carbono, neón, helio y azufre, así como escasez de agua.

Éstos son apenas los resultados preliminares del análisis de los datos iniciales. Se requerirá mucho trabajo para llegar a las conclusiones finales de esta misión planetaria. El laboratorio JPL mantiene una página en Internet, en la que se puede seguir de cerca el estado de la misión y la aparición de nuevos resultados (la dirección es [http://ccf.arc.nasa.gov/galileo\\_probe/](http://ccf.arc.nasa.gov/galileo_probe/)).

### Sergio Torres

Observatorio Astronómico,  
Universidad Nacional de Colombia y  
Centro Internacional de Física.

# La ingeniería genética:

**D**avid es un joven de quince años que padece una rara enfermedad denominada inmunodeficiencia severa combinada, causada por la carencia de la enzima adenosina desaminasa (ADA). Sin esta enzima, el sistema de David está indefenso frente a cualquier infección. Hasta ahora, el joven ha sobrevivido en una "burbuja", una cámara que lo aísla de todo contacto con el mundo externo y lo protege contra todas las infecciones.

La promesa de un mundo mejor para David y otros 20 niños como él depende de un nuevo tipo de prestidigitadores: los ingenieros genéticos. En septiembre de 1990, los Institutos Nacionales de la Salud, de Estados Unidos, aprobaron la propuesta del doctor W. French Anderson y sus colegas para reemplazar en los "niños burbuja" el gen ADA deficiente por uno normal.

El tratamiento consiste en extraer de los pacientes ciertos glóbulos blancos —los linfocitos T—, implantar en ellos el gen ADA normal y reintroducir los linfocitos en el paciente. Las células con el gen normal proveen al paciente de ADA, proporcionándole la defensa inmune contra las infecciones y la oportunidad de una vida normal.

La manipulación de los genes con propósitos médicos, agrícolas

o industriales es una de las muchas posibilidades derivadas del descubrimiento del ADN como material hereditario y de los avances consecuentes de la biología molecular.

De cada cien recién nacidos, uno posee un defecto genético importante. En la mayoría de los casos, las consecuencias perniciosas son obvias ya en la infancia y dan lugar a anormalidades físicas o mentales, sufrimiento y muerte prematura. El catálogo de las enfermedades hereditarias conocidas incluye la hemofilia, la distrofia muscular, la fibrosis quística y 4.500 más; para la mayoría de ellas no existen terapias tradicionales eficaces. Pero los avances vertiginosos de la biología molecular alumbran la posibilidad de un método terapéutico radicalmente nuevo: reemplazar el gen deficiente por uno normal. Si la sustitución se hace en las células en donde la función del gen es necesaria, como el ADA en los linfocitos, la persona se cura. Si, además, la sustitución se efectúa en las células germinales, la persona sana puede tener hijos normales.

La ingeniería genética ha iniciado una revolución en la medicina; propuestas específicas para curas genéticas de docenas de enfermedades hereditarias ya han sido presentadas a órganos guber-

**Los avances vertiginosos de la biología molecular alumbran la posibilidad de un método terapéutico radicalmente nuevo.**

---

namentales. Durante los próximos años más enfermedades serán añadidas, hasta que —dentro de algunas décadas— la mayoría o las 4.500 queden incluidas en el catálogo.

Pero la promesa de un mundo mejor lleva consigo la amenaza de un entorno deshumanizado, en donde los valores tradicionales del patrimonio humano podrían ser tergiversados o totalmente destruidos. ¿Dónde poner el límite de la manipulación genética? ¿Deben ser curadas todas las enfermedades, sea cual fuere la seriedad de sus consecuencias? ¿Se usará la ingeniería

genética para crear hombres y mujeres más inteligentes o más guapos? En algunos casos se ha anunciado, erróneamente, la producción de híbridos entre antropoides y humanos. ¿Dónde marcar el límite de la manipulación genética? La sombra de Frankenstein se cierne en el horizonte de las posibilidades reales.

Una discusión racional de los problemas suscitados por la ingeniería genética requiere identificar distintas categorías de terapias, de acuerdo con sus implicaciones sociales y morales. Eugenesia es el término apropiado para referirse a la ciencia y a la práctica que buscan mejorar la naturaleza genética de la humanidad. Existen dos tipos de eugenesia: positiva y negativa. La eugenesia negativa pretende evitar las consecuencias de genes dañinos, mientras que la positiva busca mejorar la dotación genética de la humanidad, y no sólo corregir los defectos.

La genética tiene dos tipos de aplicaciones en la eugenesia negativa: diagnóstico y tratamiento. Más de 200 enfermedades congé-

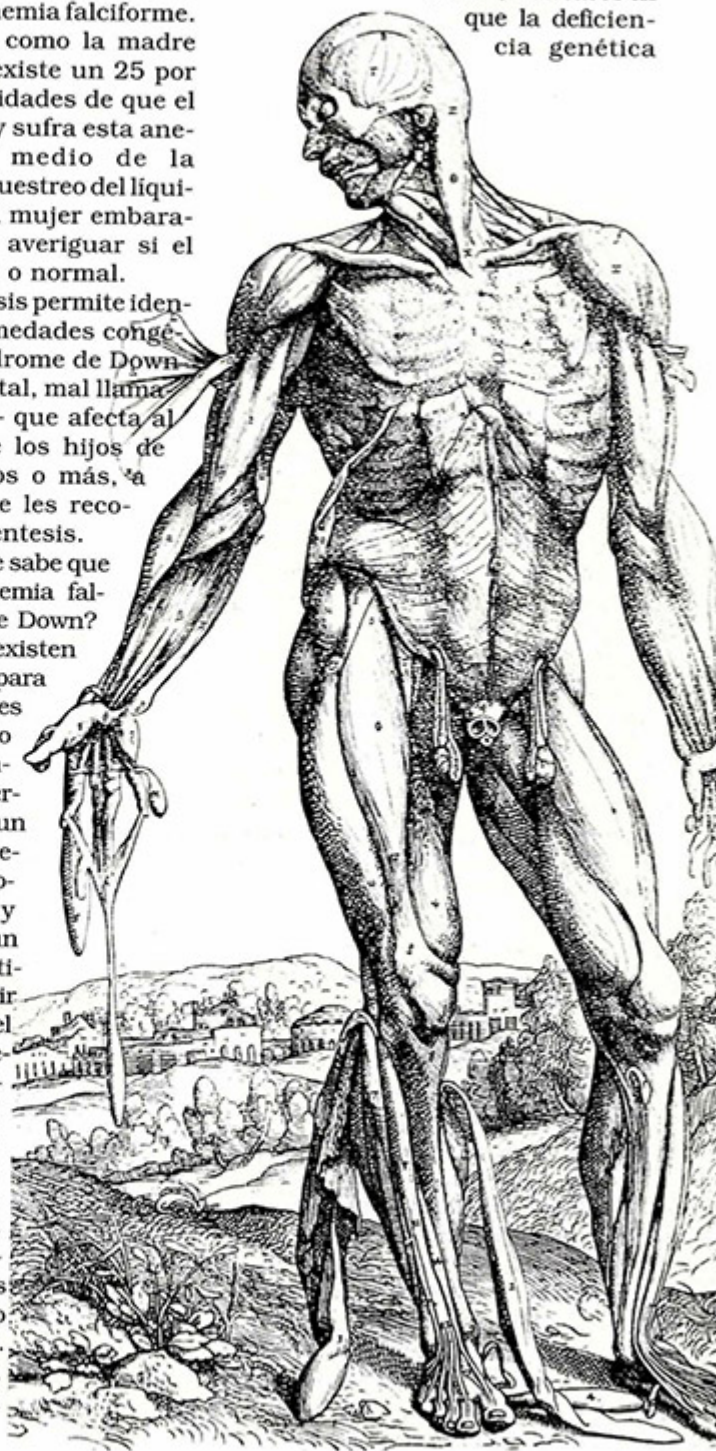
nitias ya pueden ser diagnosticadas en el recién nacido, e incluso en el feto. Este tipo de diagnóstico es frecuentemente recomendado en casos de alto riesgo en Estados Unidos y en otros países. Por ejemplo, el dos por ciento de los americanos de descendencia africana lleva el gen de la anemia falciforme. Si tanto el padre como la madre poseen este gen, existe un 25 por ciento de probabilidades de que el hijo herede el gen y sufra esta anemia fatal. Por medio de la amniocentesis —muestreo del líquido amniótico de la mujer embarazada— es posible averiguar si el niño será anémico o normal.

La amniocentesis permite identificar otras enfermedades congénitas, como el síndrome de Down —una condición fatal, mal llamada "mongolismo"— que afecta al tres por ciento de los hijos de madres de 40 años o más, a quienes por ello se les recomienda la amniocentesis.

¿Qué hacer si se sabe que el feto sufre de anemia falciforme o del mal de Down? En varios países existen clínicas de genética para aconsejar a los padres en materias como éstas. Las recomendaciones deben hacerse a dos niveles. Por un lado están las consecuencias médicas, económicas, familiares y sociales de procrear un niño que estará destinado a sufrir y morir en la infancia o, en el caso de Down, ser retrasado mental e incapaz de ocuparse de sus propias necesidades fisiológicas. El consejo se extiende a la descripción de los tratamientos existentes, sus costos, los centros de tratamiento y materias semejantes. Por otro lado está la opción del aborto en

los países donde es legal. Claramente, la decisión de abortar o no es una decisión moral en la que la genética no aporta nada directamente, más allá de plantear la opción al identificar la enfermedad en el feto.

De no optar la madre por el aborto, o en casos en que la deficiencia genética



¿hacia  
un mundo  
mejor?

después del nacimiento, la terapia genética surge como posibilidad. La terapia puede realizarse en las células en donde el gen es activo, como es el caso propuesto para curar la deficiencia del gen ADA en los niños "burbuja". Es apropiada la cautela con que se procede para autorizar este tipo de tratamientos en los países donde son posibles, pues sólo pueden justificarse moralmente si el beneficio para el paciente es mayor que los riesgos probables. En el caso de terapias experimentales, el asunto no siempre está claro. Cuando las consecuencias médicas de la terapia son definitivamente beneficiosas para el paciente y para la sociedad, parecería difícil encontrar objeciones éticas contra tales tratamientos, que alteran sólo la condición genética del paciente al que benefician.

¿Pero qué decir de las terapias genéticas dirigidas a cambiar las células reproductoras del paciente? En tal caso, las consecuencias afectan no sólo al individuo en cuestión sino a sus descendientes. Según algunos ingenieros genéticos y moralistas, la modificación genética de las células reproductoras es éticamente inaceptable. Hay buenas razones para ello. ¿Cómo saber que los cambios genéticos que ahora parecen deseables no resultarán perniciosos en el futuro? ¿Quién decidirá cuáles cambios genéticos son aceptables y cuáles no?

Sin duda existen ambigüedades y conflictos, como en muchos otros asuntos de complejidad social y ética. Pero ello no es suficiente para oponerse a todas las opciones de terapia genética que afecten a las generaciones siguientes. Tal decisión negativa lleva implicaciones éticas que no es posible ignorar. Por ejemplo, con la eugenesia aplicada sólo a células no reproductoras, el defecto genético se transmite de generación en generación; y mientras más individuos se curen habrá tantos otros que curar en el futuro. Dado que los recursos médicos son limita-

dos, no será posible curar a todos.

A mi juicio, es éticamente aceptable curar desde la genética las células reproductoras cuando se trata de un gen esencial defectuoso, siempre que se esté seguro de que la única consecuencia genética será la corrección de tal gen. Por gen "esencial" defectuoso me refiero al que está relacionado con funciones que llevarán a la muerte prematura o a sufrimientos extremos sin compensaciones favorables. No hay razón para creer en tal caso que los genes que son ahora deficientes puedan tener con-

## La promesa de un mundo mejor lleva consigo la amenaza de un entorno deshumanizado

---

secuencias favorables en el futuro. Por el contrario, creo que no existe justificación para terapias genéticas triviales, como cambiar el color del pelo o de los ojos. Moralistas y genetistas tendrán que trabajar en conjunto para analizar la complejidad de situaciones intermedias entre los dos extremos que he evaluado.

¿Qué decir de la eugenesia positiva? Las posibilidades futuras son enormes. Por ejemplo, se podría intentar producir individuos más inteligentes, o más sensitivos artísticamente, o más musculosos

y sanos. Se podrían cambiar genes específicos, pero también sería posible algo mucho más eficaz: el clonaje de individuos con características deseables, de manera que su constitución genética pudiera multiplicarse una o millones de veces, como ocurre en el caso de gemelos idénticos. Los abusos del racismo nazi y las propuestas eugenésicas de las primeras décadas del siglo surgen amenazadoras al mencionar tales propuestas. Y con razón.

A mi juicio, la eugenesia positiva es éticamente inaceptable. Hay muchas razones para ello. La primera es que no existe fundamento biológico para decidir cuáles serían las características genéticas a multiplicar, ni veo cómo se podría llegar a tomar tales decisiones dentro de la estructura de una sociedad democrática. En cualquier caso, la producción de un solo individuo humano por clonación me parece éticamente repugnante.

La ingeniería genética ha abierto posibilidades, insospechadas hasta hace apenas unos años, para beneficiar a la humanidad. El hecho de que pueda ser objeto de abuso no es razón para sentirnos amenazados o para oponernos tajantemente a ella. Pero sí es razón para proceder con cautela y mantener la vigilancia. El paraíso y las tinieblas nos acechan simultáneamente. Tratando de seguir el camino hacia la utopía, mantengámonos alerta para evitar las desviaciones que llevan al infierno.

Tomado con autorización de la revista *Ciencias*, Enero-marzo de 1995, pp.44-46.

**Francisco Ayala**  
Catedrático de Ciencias  
Biológicas  
Universidad de California,  
Irvine, Estados Unidos

**LA CIUDAD DEL FUTURO... HOY HACEMOS**

# CONCIENCIA

**Y TECNOLOGIA**

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

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

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

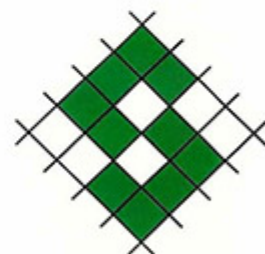
- COLCIENCIAS
- DISTRITO CAPITAL
- GOBIERNO NACIONAL
- SECTOR PRIVADO

Un proyecto de Fiducia  
Inmobiliaria Integral

Administrado por:



Filial del BCH

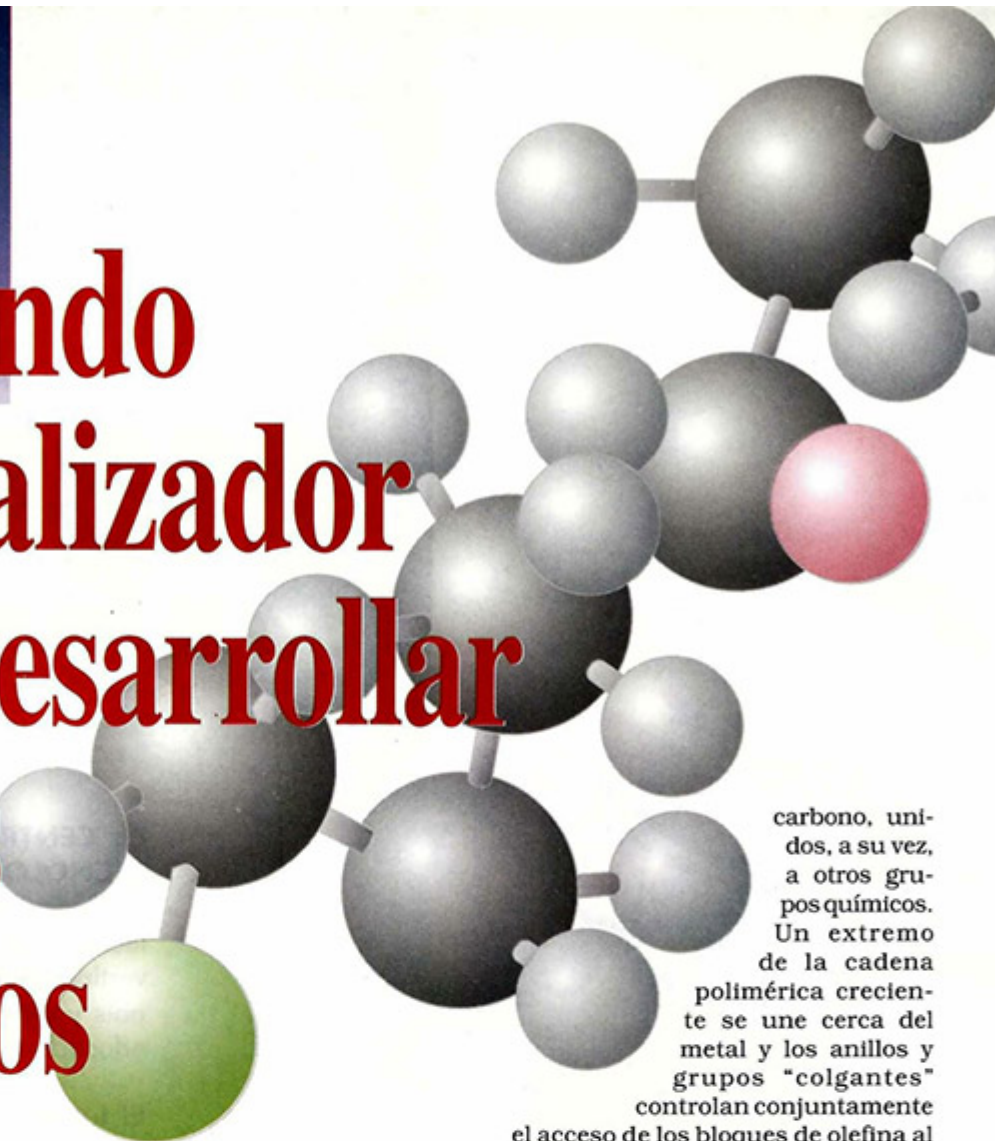


CIUDAD  
**SALITRE**

*Un ejemplo a seguir*

**CENTRO INTERACTIVO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**

# Ajustando un catalizador para desarrollar nuevos plásticos



La clave del gigantesco negocio de los plásticos está en los catalizadores utilizados en su producción: sin ellos no habría forma de unir los bloques químicos que conforman los diversos plásticos.

La variedad típica de catalizadores que liga bloques llamados alfa-olefinas emplea anillos de carbono. Actualmente se estudia una nueva, en la que los investigadores han insertado átomos de boro en los anillos de carbono, y posiblemente su utilización generará un nuevo grupo de polímeros.

Un informe presentado en el *Journal of the American Chemical Society* (06/03/96) por un grupo de químicos de la Universidad de Rochester (New York) y la Universidad de Michigan (Ann Arbor) señalan

que los átomos de boro — combinados con diferentes grupos químicos — cambian la distribución de los electrones en el catalizador, ofreciendo nuevas posibilidades para "ajustar" o cambiar sus propiedades electrónicas.

Las propiedades electrónicas del catalizador determinan la clase de olefinas que pueden ser ligadas, así como su tipo de unión. Una mayor "ajustabilidad" podría conducir al desarrollo de nuevos polímeros, con diferentes pesos moleculares o densidades. Por ahora, según el informe, la apariencia y el comportamiento de dichos polímeros son impredecibles.

Los catalizadores conocidos como metallocenos constan de un solo átomo metálico (como el zirconio) rodeado de un par de anillos de

carbono, unidos, a su vez, a otros grupos químicos. Un extremo de la cadena

polimérica creciente se une cerca del metal y los anillos y grupos "colgantes" controlan conjuntamente

el acceso de los bloques de olefina al complejo interno, forzando su unión en la orientación preferida, al otro extremo. Los investigadores de las dos universidades encontraron que la adición de átomos de boro a los anillos estimula este comportamiento, debido a que el boro está ávido de electrones y tiende a tomarlos de otros átomos en el catalizador, bien sea de los grupos químicos circundantes o del núcleo del átomo mismo; este cambio en la distribución electrónica de la molécula del catalizador altera su interacción con los bloques de olefina.

Con la colaboración de expertos de la compañía Dow Química, el grupo de la Universidad de Rochester encontró que esta distribución de electrones podría controlarse agregando grupos específicos a los átomos de boro. Los investigadores unieron grupos amino a los átomos de boro y luego los insertaron en el

# Nuevo satélite de la NASA para la cosmología

par de anillos de carbono que rodean un átomo de zirconio; como resultado de esta configuración, cada boro "robó" un par de electrones del nitrógeno cercano, sin afectar a los que rodean el metal.

El catalizador tuvo un comportamiento semejante al de un catalizador con anillos de carbono corriente, produciendo polietileno y otros polímeros con la misma efectividad que los convencionales del tipo metaloceno.

Posteriormente, se planea reemplazar las aminas con anillos de fenilo, los cuales no deberían ceder electrones; con la hipótesis de que los átomos de boro robarían electrones del zirconio, alterando el comportamiento electrónico y catalítico del metal. De comprobarse tal hipótesis, los catalizadores de polímeros podrían ser preparados con especificidad para la reacción dada, aportando una novedosa herramienta en este campo.

## Marcelo Riveros Rojas

Ingeniero químico,  
DIC, M.Sc.  
Profesor asociado,  
Departamento  
de Ingeniería Química,  
Universidad Nacional  
de Colombia



Recientemente, la NASA aprobó el proyecto MAP (Microwave Anisotropy Probe), para medir la radiación cósmica de fondo con una precisión sin precedentes. La radiación cósmica de fondo está constituida por ondas electromagnéticas generadas por la gran explosión que dio origen al universo hace 15 mil millones de años. El MAP está diseñado para hacer un mapa de la temperatura de dicha radiación, en cinco frecuencias entre 22 y 90 Ghz, con una resolución angular de 0,3 grados.

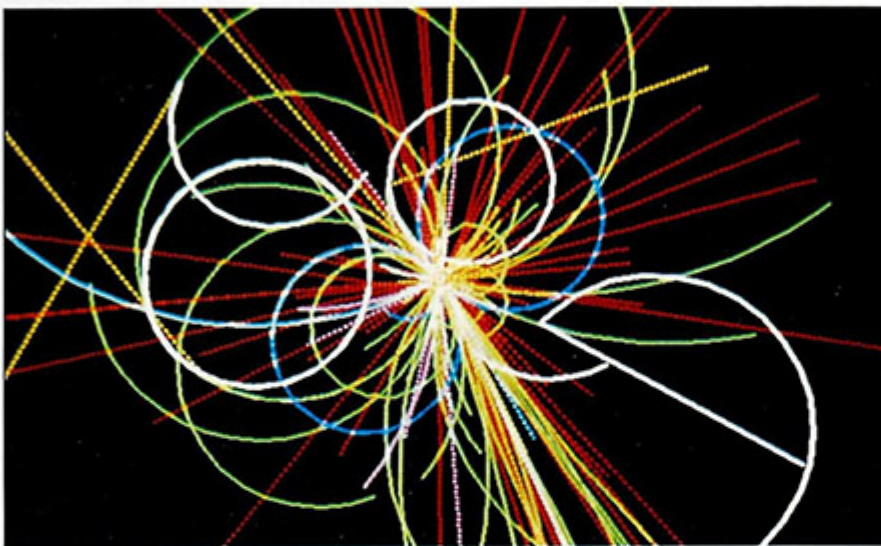
Para esta misión la NASA utilizará la tecnología más reciente en radiómetros, que ofrece una sensibilidad de 35 microKelvin por pixel. Con los datos del MAP será posible determinar la cantidad de masa del universo, así como su geometría. Está previsto que para el año 2000 se comiencen a recibir los datos del MAP, misión espacial que tendrá una duración de un año.

## Sergio Torres

Observatorio Astronómico,  
Universidad Nacional de Colombia y  
Centro Internacional de Física.



# Descubierto el elemento químico



**E**l 19 de febrero de 1996, a las 10:37 p.m., el grupo de científicos dirigido por el profesor Peter Armbruster descubrió el elemento 112 de la tabla periódica de los elementos químicos. Este es el elemento más pesado hasta ahora producido por el ser humano. El descubrimiento tuvo lugar en el Laboratorio de la Sociedad para Investigaciones de Iones Pesados (GSI, Gesellschaft für Schwerionenforschung), en Darmstadt, Alemania, y es el resultado del trabajo de un equipo internacional de científicos, que incluye a la GSI, de Alemania, al laboratorio Dubna, de Rusia, a la Universidad de Bratislava, en Eslovaquia, y a la Universidad de

Jyväskylä, de Finlandia. Durante tres semanas, en enero y febrero, los investigadores de este grupo trabajando con el acelerador universal de iones de la GSI, el UNILAC, tomaron los datos que llevaron a este descubrimiento.

El isótopo identificado tiene una masa atómica de 277, esto es 277 veces más pesado que el hidrógeno. Químicamente, el elemento 112 sería el hermano pesado de los elementos cinc, cadmio y mercurio. Sin embargo, en contraste con estos elementos más livianos, el elemento 112 decae al transcurrir apenas una fracción de una milésima de segundo de haber sido producido, emitiendo una partícula alfa (núcleo de helio, esto es 2

protones y 2 neutrones ligados) para producir un nuevo isótopo del elemento 110 con masa atómica 273. Éste también es inestable y decae por emisión alfa, generándose así una serie radioactiva de decaimientos alfa, que culmina con el fermio, de número atómico 100 y masa atómica 253.

El nuevo elemento fue producido fusionando núcleos de cinc con núcleos de plomo. Para crearlo en laboratorio, el átomo de cinc se ioniza, los iones son acelerados con el acelerador UNILAC, son disparados luego sobre un blanco de plomo. El proceso nuclear de fusión de cinc con plomo es bastante extraño y ocurre sólo si el proyectil de cinc tiene una velocidad específica. Durante varias semanas, muchos billones de billones de iones de cinc se dispararon sobre plomo, para lograr detectar finalmente un solo núcleo del elemento 112. La identificación de este elemento resultó de una selección de eventos, en la que primero se hacen pasar los núcleos por un filtro de velocidades y luego por un sistema de detectores que identifican la cadena de decaimientos alfa que sigue a la producción del nuevo elemento.

La producción exitosa del elemento 112, después de los logros anteriores de 1994 en el mismo laboratorio, obtenidos por el mismo grupo de científicos con la producción de los elementos 110 y

# 112 nico

111, confirma el optimismo reinante entre físicos nucleares sobre la capacidad experimental alcanzada para incursionar en la región de los elementos superpesados.

La estructura interna de los núcleos determina las propiedades

del sistema nuclear, por ejemplo, cuál es la energía de enlace. Lo mismo que en la nube de electrones del átomo, también en los núcleos se encuentra una estructura de capas, que para configuraciones con ciertos números de protones y neutrones, los llamados "números mágicos", presenta una estabilidad particular. Ejemplos significativos son los núcleos de helio-4, oxígeno-16, calcio-48, lo mismo que plomo-208. En estos casos, tanto protones como neutrones forman capas cerradas, de modo que las energías de enlace resultan particularmente altas y los núcleos muy estables. En los años sesenta surgió la inquietud sobre los efectos de capas en los núcleos más pesados que el uranio: ¿Llevan estos efectos de capas a una "isla de estabilidad" alrededor del isótopo con 114 protones y 184 neutrones? Esta configuración

de masa atómica 298 resultaría excepcionalmente estable, como la del plomo-208. Desde entonces se viene trabajando en la búsqueda experimental de los elementos superpesados, con miras al estudio del elemento 114, tan cercano ya de ser producido en el laboratorio y de tanta importancia en el conocimiento fundamental sobre la estructura del núcleo atómico, sobre el máximo tamaño y masa que el núcleo puede alcanzar y sobre los límites de estabilidad de estos elementos superpesados, temas de relevancia en el entendimiento de la estructura de la materia en el Universo.

.....  
**Bernardo Gómez Moreno**  
Profesor titular,  
Departamento de Física  
Universidad de los Andes



**Hace 100 años  
Wilhelm Konrad Röntgen  
descubrió los rayos X**

**Hace 100 años Philips ya existía  
Hoy seguimos innovando  
sobre este descubrimiento.  
Porque...**

*Juntos hacemos tu vida mejor.*

CIENCIA E INDUSTRIA  
Productos y sistemas profesionales  
Calle 13 No 51- 39 A.A. 4284  
Tel. 2 600 600 Ext. 226  
Fax. (91)261 01 41  
Santafé de Bogotá, D.C.



**PHILIPS**



## VETERINARIA

### La enfermedad de las vacas locas

**R**ecientemente la población británica entró en pánico generalizado frente a un reporte de cinco páginas presentado por el Ministerio de Salud, que relacionaba diez casos fatales de enfermedad de Creutzfeldt-Jakob con la exposición a las "vacas locas".

La enfermedad de Creutzfeldt-Jakob es una patología humana que produce un deterioro progresivo del sistema nervioso, llevando al paciente a la muerte.

Los diez casos de la enfermedad que se analizaron presentaron algunos hallazgos inusuales, pero consistentes con el diagnóstico, siendo lo más llamativo la aparición en personas jóvenes-el promedio general para la enfermedad es de 63 años en contraste con el de 29 años en el grupo estudiado.

El reporte oficial mostró, como factor causal el contacto previo de los enfermos con las "vacas locas", produciendo gran preocupación y alarma en la población (sin mayor fundamento real, como se demostró posteriormente).

Las "vacas locas", como se llamó popularmente al ganado con Encefalopatía bovina esponjiforme, aparecieron por primera vez en la década de los ochenta, aparentemente como consecuencia de la administración de alimentos contaminados con residuos de ovejas

que padecían otro tipo de enfermedad degenerativa del sistema nervioso; además se sospechó que la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob en humanos fuera causada por el consumo de carne infectada.

La Encefalopatía bovina esponjiforme se ha extendido a otras especies, como ratones, gatos y animales de zoológicos, debido al consumo de alimentos contaminados; por otra parte, en experimentos de laboratorio se ha logrado desarrollar la infección en ratones, mediante la inoculación de ciertas proteínas provenientes del cerebro de bovinos enfermos. Sin embargo, hasta ahora no existen indicios sobre la extensión del contagio a los humanos.

Es evidente, según lo demuestran los hallazgos, que los casos ocurridos en Inglaterra no corresponden a la presentación clásica de la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob, y que, para poder tener resultados concluyentes se requieren investigaciones más detalladas y, por qué no, más casos.



# Nuevo papel de la hemoglobina como regulador de la presión

**U**n grupo de investigación de la Universidad de Duke, liderado por Johnathan Stamler, presentó un reporte en la revista "Nature", en el que se afirma que la hemoglobina tiene un segundo ciclo -paralelo al respiratorio- en el que capta óxido nítrico (NO) en los pulmones y lo libera en los vasos sanguíneos, estabilizando la presión sanguínea.

El óxido nítrico producido por las células endoteliales, entre otras funciones, controla la presión arterial por la relaja-

ción que produce en el músculo liso que recubre los vasos sanguíneos.

El hallazgo de que la hemoglobina puede transportar óxido nítrico y liberarlo en los vasos sanguíneos en momentos cruciales es, sin lugar a dudas, muy interesante; además, podría ser la clave en el desarrollo de soluciones de hemoglobina sin células sanguíneas, para los pacientes que requieran reposición. En ensayos anteriores, existía el problema de que quienes recibían soluciones de hemoglobina sufrían elevaciones peligrosas de la presión arterial, que se controlarían, con

la adición de NO a la hemoglobina.

Estudios previos en la Universidad de Duke sobre compuestos llamados S-Nitrosotioles (SNOs) demostraron que éstos actúan como variantes diluidas de las moléculas de NO, elevando sus efectos fisiológicos. Los SNOs serían compuestos ideales para adicionar a las soluciones de hemoglobina en pacientes que requieran suplencia. Sin embargo, a pesar de sus aparentes bondades, este nuevo descubrimiento requiere extensos y detallados estudios, antes de poder implementarse.



**EMISORA H.J.C.K.**  
**EL MUNDO EN BOGOTA F.M. ESTERO 89.9**

...Desde 1950 una emisora para la inmensa minoría...

## ECOLOGÍA

### Mejor calidad de agua para las naciones en vías de desarrollo

**C**erca de 400 niños mueren cada hora en las naciones en vías de desarrollo, a causa de enfermedades contagiosas —cólera, fiebre tifoidea, disentería, hepatitis— contraídas por el consumo de agua contaminada.

Un grupo de científicos dirigido por el Dr. Ashok J. Gadgil, físico del Laboratorio Lawrence Berkeley (California), ha construido un sencillo aparato para eliminar bacterias patógenas utilizando luz ultravioleta, microbicida muy eficiente en la longitud de onda de 254 nm.

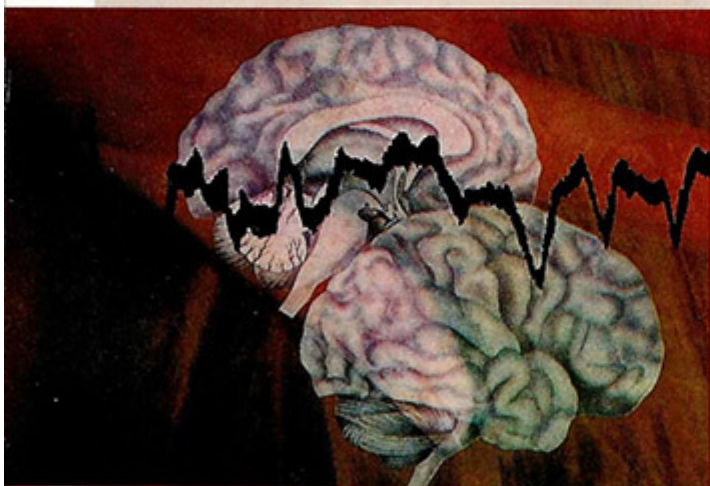
El aparato, que pesa 15 libras y utiliza 40 vatios de potencia, toma el agua de un pozo o de una bomba manual y la irradia con luz proveniente de una lámpara de vapor de mercurio; cuesta 300 dólares y permite desinfectar 15 galones de agua por minuto, a un costo de dos centavos por tonelada cúbica.

Los investigadores estiman que con un promedio de 15 años de servicio de estos aparatos desinfectantes se prevendrían alrededor de 15 muertes y se evitarían 150 casos de alteraciones del crecimiento infantil en una comunidad de mil personas.



## NEUROCIENCIAS

### El desagradable olor de la memoria



Se sabe que las células cerebrales sintetizan ácido sulfídrico durante el proceso interactivo de configuración de la memoria.

Las investigaciones realizadas por Kazuho Abe e Hideo Kimura, del Instituto Salk para Estudios Biológicos (San Diego, California), han determinado que este gas es un poderoso neurotransmisor. Otras investigaciones recientes han encontrado

**E**l ácido sulfúrico, gas tóxico que ocasiona la fetidez de los huevos en descomposición, parece estar involucrado en "el olor" de la memoria.

que las células cerebrales producen además otros dos gases: óxido de nitrógeno y monóxido de carbono, cuya función no se ha establecido hasta el momento.



## ELECTRICIDAD

### Corrientes eléctricas casi imperceptibles

**R**ecientemente, Richard A. Webb, de la Universidad de Maryland, en College Park, ha estudiado corrientes eléctricas inducidas magnéticamente en pequeños anillos de oro a temperaturas muy bajas. El científico ha determinado que después de eliminar la fuente magnética persiste una corriente de menos de una billonésima de amperio.

Esta corriente es cien veces mayor que la corriente calculada teóricamente. En la actualidad, los investigadores continúan buscando explicar este fenómeno, pero hasta el momento no han encontrado un derrotero claro.

Este descubrimiento podría ser de gran importancia para la microelectrónica, puesto que con la continua disminución del tamaño de los procesadores de los computadores, llegará un momento en el que sean tan pequeños que los efectos de sus corrientes eléctricas borren la información de la memoria de los computadores.



# ESPECIFICACIONES PARA LA PUBLICACION DE ARTICULOS

REVISTA  
**Innovación**  
y **Ciencia**

## TEMAS

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

## LENGUAJE

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

## EXTENSION

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

## FORMATO

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

## MATERIAL GRAFICO

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

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

## REFERENCIAS

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

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

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

## RESUMEN

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

## IDENTIFICACION DEL AUTOR

- Nombre
- Títulos
- Cargo actual

## RESTRICCIONES

No serán aceptados para publicación:

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



# Desarrollo de integrado de la



Alex E. Bustillo P. Ph.D.  
Ingeniero agrícola, Cenicafé,  
Disciplina de entomología.  
Apartado aéreo 2427,  
Manizales, Colombia

### Resumen

La broca del café, *Hypothenemus hampei*, es la principal plaga del café y se encuentra prácticamente en todas las regiones cafeteras del mundo; no sólo causa la pérdida del fruto, sino que demerita la calidad de la bebida. Este insecto fue traído del África a América sin sus enemigos naturales, por lo cual alcanza poblaciones muy altas ocasionando grandes pérdidas.

Los altos costos de control, las consideraciones sobre el impacto ambiental y el descubrimiento de resistencia de la broca al insecticida Endosulfán, han llevado a varios países centroamericanos y suramericanos a iniciar programas de control biológico a través de la introducción de los parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta*. Colombia ha desarrollado una tecnología de producción que permite la cría masiva de estas especies para su liberación en el campo. Entre 1994 y 1995, se liberaron 250 millones de parasitoides de *C. stephanoderis*. Actualmente, ambas especies se encuentran establecidas en algunas regiones cafeteras del país y se espera que muy pronto puedan ser introducidas en más de 500.000 hectáreas de café afectadas por la broca.

# un programa de manejo broca del café en Colombia

El hongo *Beauveria bassiana* está siendo utilizado para el control de la broca. En 1993, en Colombia se produjeron 60 toneladas; en 1994, 100 toneladas, y, en 1995, cerca de 200 toneladas, las cuales se asperjaron en fincas infestadas por la broca. Este hongo se ha establecido en todas las regiones en las que se ha presentado la broca y sus niveles de infección varían desde muy bajos (20-30 por ciento) hasta muy altos (80-90 por ciento).

El uso apropiado de estos enemigos de la broca, junto con las prácticas de control cultural, permiten conformar un programa de manejo integrado para mantener sus poblaciones en niveles que no causen daño económico.



**Figura 1.**  
Broca del café penetrando un fruto.

### Introducción

El café es el cultivo de exportación más importante de las Américas. Su importancia aumenta si consideramos el aspecto socioeconómico, ya que mantiene a muchas familias en el campo y genera millones de empleos directos e indirectos. En la última década, los precios internacionales del café se han reducido considerablemente, en contraste con el incremento en los costos del control de plagas, lo cual ha ocasionado descuidos en las prácticas de control. La plaga más importante del cultivo del café es la broca del fruto, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). La broca produce una pérdida en el peso de los frutos cosechados, pero más importante es la pérdida que causa en la calidad de la bebida. La dependencia unilateral en el uso

del control químico para el combate de este insecto no es aconsejable; por eso se sugiere la implementación de un programa de manejo integrado fundamentado en el control biológico, para lograr una reducción en los costos de producción, agregando una base ecológica y mejorando así la calidad del café producido.

### La broca del café

La broca es una de las plagas más importantes del café en el mundo<sup>9</sup>. Fue traída al continente americano desde África, a través del Brasil, en 1923 y se encuentra distribuida en casi todos los países productores de café. Hasta el presente no se tiene información de su presencia en Costa Rica, Panamá y Venezuela. Las hembras de la broca

inician el ataque al perforar la región del disco de la corona del fruto (**figura 1**), llegando de esta manera al endospermo y formando una cámara donde depositan sus huevos, de los que emergen las larvas.

Éstas destruyen gran parte de la semilla y por esto causan pérdidas en su peso. El ataque a frutos con menos de tres meses de edad se traduce su caída. Las perforaciones a los frutos abren una puerta de entrada a agentes patógenos que demeritan la calidad del café.

Actualmente, el insecticida más utilizado en el control de la broca es Endosulfán, pero el reciente descubrimiento del desarrollo de resistencia de la broca a este producto<sup>4</sup>, la amenaza al equilibrio biológico y los riesgos toxicológicos en la zona cafetera han llevado a muchos países como México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Honduras y Colombia a introducir parasitoides de África, con el objeto de desarrollar programas de control biológico.

La broca llegó a Colombia en 1988 y desde esa época la Federación Nacional de Cafeteros inició un programa de investigaciones sobre control biológico con la introducción de parasitoides, el desarrollo de un micopesticida a base de *Beauveria bassiana* y la búsqueda de alternativas de insecticidas de menor categoría toxicológica a la existente en el mercado.



**Figura 2.**  
Pupa de la broca del café  
parasitada por una larva de  
la avispa *Cephalonomia*.

## Control biológico con parasitoides

Cuando la broca se propagó de África a América, no vino con sus enemigos naturales que normalmente tiene en su lugar de origen. Los parasitoides de la broca, hasta ahora encontrados, son originarios de África central, lugar que también es considerado el lugar de origen de la broca. Estos parasitoides son *Prorops nasuta*, Waterston (Bethyridae) y *Heterospilus coffeicola*, Schmeideknecht (Braconidae), ambos encontrados por Heargraves en 1923 y 1924, respectivamente. *Cephalonomia stephanoderis*, Betrem (Bethyridae), fue encontrado en 1960 por Ticheler (1963)<sup>12</sup>, y *Phymastichus coffea*, La Salle (Eulophidae), es un endoparasitoide encontrado en Togo por Borbón (1989)<sup>3</sup>. Entre estos parasitoides, los betílidos *C. stephanoderis* (figura 2) y *P. nasuta* son los más aconsejables para ser incluidos en programas de manejo de la broca, básicamente por ser los que se pueden criar en condiciones de laboratorio; por esa razón, estos parasitoides han sido liberados en países de América Central, México, Brasil, Ecuador y Colombia.

En Colombia, la broca se cría en laboratorio usando café pergamino con un contenido de humedad del 45 por ciento. Los granos infestados se mantienen en bandejas metálicas a 80 por ciento de humedad relativa (HR) y 27°C de temperatura. A los pocos días, los granos infestados muestran actividad alimenticia y al cabo de unos 20 días presentan suficientes estados inmaduros para la producción del parasitoide.

El desarrollo de *C. stephanoderis* toma entre 18 y 21 días, a 25°C, en un cuarto oscuro. La emergencia de los parasitoides se logra proporcionando temperaturas más altas y luminosidad. Así pues, su producción masiva se puede llevar a cabo con esta tecnología. Durante 1993 fue posible producir en Colombia, cerca de tres millones de parasitoides y, en 1994, la eficiencia se incrementó y se logró producir cerca de seis millones de parasitoides por

mes, en tres unidades de producción. Hasta el momento se han liberado en diferentes regiones del país más de 250 millones de parasitoides, en fincas infestadas con broca y en las que no se hace uso de insecticidas, con el fin de asegurar su establecimiento.

Este parasitoide se ha establecido en todos los lugares en donde se ha liberado. Después de tres años de liberado en cafetales de Nariño, el parasitoide aún permanece activo en esta zona<sup>2</sup>.

## Uso de entomopatógenos

El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bb) (figura 3) se encuentra infectando naturalmente a la broca en casi todas las regiones de Colombia donde este insecto hace su aparición. Hasta el momento hay 102 Bb aislados de diferentes países y recolectados localmente, de los cuales aproximadamente la mitad ha mostrado actividad contra la broca.

Se estudió y desarrolló una técnica de bioensayo para seleccionar los Bb aislados más patógenos<sup>8</sup>. El ciclo de vida de Bb sobre la broca, bajo condiciones de laboratorio, se completa en promedio en 8,2 días, desde la inoculación del insecto con el hongo hasta el desprendimiento de las esporas. Estos resultados pueden variar de acuerdo con el aislamiento que se use y con las condiciones de temperatura del laboratorio. Se ha demostrado también la importancia de pasar el hongo Bb a través de insectos, para reactivar su patogenicidad. Cuando se cultiva el hongo en medios

**Figura 3.** El hongo *Beauveria bassiana* se reconoce por el color blanco del moho, que se manifiesta sobre el cuerpo de la broca en los frutos infestados por estos.



artificiales durante tres o más generaciones su patogenicidad se reduce considerablemente, y el tiempo promedio para causar mortalidad en la mitad de la población se incrementa, en comparación con el hongo activado sobre broca<sup>8</sup>.

### Producción de *B. bassiana*

Dos enfoques se han investigado para la producción de Bb, a nivel industrial y a nivel artesanal. A nivel industrial<sup>10</sup>, la producción de Bb se inicia con cultivos puros obtenidos de broca en cajas de Petri en medio SDA; luego, este inóculo se utiliza para el crecimiento del

hongo en frascos que contienen un medio líquido nutritivo aséptico, bajo condiciones de fermentación y agitación a 110 rpm, durante 72 horas. Este cultivo produce blastosporas, que sirven para inocular bandejas con un sustrato líquido químicamente definido para la producción de esporas aéreas. Después de 15-20 días (dependiendo de la temperatura), el hongo está listo para ser cosechado, homogeneizado, formulado y secado en forma de polvo.

Esta tecnología se ha transferido a productores particulares con el fin de que se encarguen de la producción industrial del hongo. En la actualidad existen cinco compañías con licencia del ICA, que suministran hongo formulado para el control de la broca.

También se estudió una metodología para producir el hongo a nivel del caficultor en su finca<sup>1</sup>. La metodología es muy sencilla: el sustrato usado está compuesto por arroz y agua que se introducen en botellas desechables de vidrio, las cuales se taponan con algodón absorbente y se someten a un proceso de esterilización al baño de María. La producción promedio de esporas en estas botellas es de  $5 \times 10^{10}$  esporas/100 g de sustrato a 25°C y después de un tiempo de desarrollo de 24 días.

Una vez el hongo completa su desarrollo, está listo para ser usado por el agricultor. La producción de una botella es suficiente para asperjar 100 árboles con una dosis de  $5 \times 10^8$  esporas/árbol. Durante los tres últimos años, Cenicafé y el Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia han entrenado en esta técnica a más de 20.000 agricultores, muchos de los cuales están produciendo el hongo eficientemente. Durante 1992 se utilizaron cinco toneladas de hongo en una concentración de  $1 \times 10^8$  esporas/gramo, con fines experimentales. Para 1993, la producción de hongo Bb fue de 60 toneladas para el control de la broca del café; para 1994 se estimó en 100 toneladas<sup>11</sup>, y en 1995 fue de 200 toneladas.

Cenicafé ha puesto a disposición del cafetero una unidad de producción masiva del hongo *B. bassiana* en forma artesanal, en la cual semanalmente se reciben grupos de cafeteros e interesados en ser entrenados en la metodología. Además,



Tabla 1.

| LISTA DE ENEMIGOS QUE ATACAN O COMPITEN CON LA BROCA   |                             |
|--|-----------------------------|
| ENEMIGOS NATIVOS                                       | ESTADO AFECTADO             |
| <b>ENTOMOPATÓGENOS</b>                                 |                             |
| <b>HONGOS</b>  |                             |
| Hyphomycetes   |                             |
| <i>Beauveria bassiana</i>                              | larva, pupa, adulto         |
| <i>Beauveria brongniartii</i>                          | adulto (lab.)               |
| <i>Hirsutiella eleutheratorum</i>                      | adulto                      |
| <i>Metarhizium anisopliae</i>                          | adulto                      |
| <b>BACTERIAS</b>                                       |                             |
| Bacillaceae  |                             |
| <i>Bacillus sp.</i>                                    | larva                       |
| Enterobacteriaceae                                     |                             |
| <i>Serratia sp.</i>                                    | larva                       |
| <b>PROTOZOARIOS</b>                                    |                             |
| Microsporidia  |                             |
| <i>Mattesia sp.</i>                                    | adulto                      |
| <b>PARASITOIDES</b>                                    |                             |
| Braconidae   |                             |
| cerca a <i>Cryptoxilos sp.</i>                         | adulto                      |
| <b>PREDADORES</b>                                      |                             |
| Formicidae   |                             |
| <i>Creumatogaster sp.</i>                              | todos                       |
| <i>Pheidole sp.</i>                                    | todos                       |
| <i>Brachymyrmex sp.</i>                                | todos                       |
| <i>Solenopsis sp.</i>                                  | todos                       |
| <i>Wasmannia sp.</i>                                   | todos                       |
| <i>Prenolepis sp.</i>                                  | todos                       |
| Anthocoridae   |                             |
| <i>Calliodis sp.</i>                                   | inmaduros                   |
| <i>Scolopocelis sp.</i>                                | inmaduros                   |
| <b>COMPETIDORES</b>                                    |                             |
| Competencia interespecífica (por espacio y/o alimento) |                             |
| <b>INSECTOS</b>  |                             |
| Hormigas   | en frutos del árbol y suelo |
| Dípteros   | en frutos del árbol         |
| Coleópteros  | en frutos en suelo          |
| Lepidópteros   | en frutos en suelo          |
| HONGOS   | en frutos en suelo          |
| BACTERIAS  | en frutos en suelo          |
| NEMATODOS  | en frutos del árbol y suelo |



**Figura 4.**  
El RE-RE  
es muy  
importante  
en el control  
de la broca.

se suministra gratuitamente el hongo denominado Cepa Cenicafé, para su reproducción. Al hongo producido en esta forma se le hace control de calidad para asegurar: a) que esté libre de contaminantes; b) que tenga la concentración apropiada; c) viabilidad del 100 por ciento; d) patogenicidad sobre broca en laboratorio superior al 80 por ciento, y e) uso de una cepa del hongo recién activada y de mejor comportamiento en

el campo. Lo anterior asegura al cafetero la producción de un hongo de excelente calidad para el control de la broca.

Las formulaciones de *B. bassiana* se han evaluado bajo condiciones de campo y, en todos los casos, el hongo se ha establecido en las poblaciones de broca. Bb sólo es efectivo cuando la broca entra en contacto con las esporas, al tratar de penetrar la cereza. Si el insecto ya entró a la cereza es difícil que el hongo pueda afectarlo.

La epizootiología de Bb se estudió en una finca infestada con broca en Ansermanuevo (Valle del Cauca), a 1.000 m.s.n.m., en un cafetal de variedad Colombia plantado a una densidad de 10.000 árboles por hectárea<sup>7</sup>. La infestación de la broca se inició en la parte central de la parcela en junio de 1990 y en esa época se asperjó con una formulación en polvo de Bb, en dosis de  $1 \times 10^8$  esporas/árbol. Después de seis meses, la broca estaba distribuida en todo el campo, así como el hongo. Se evaluó mensualmente la infestación de broca e infección por el hongo sobre 300 ramas tomadas aleatoriamente entre enero y agosto de 1991. La unidad de muestreo fue una rama productiva sobre la cual se contaron todas las cerezas, las cerezas infestadas y aquéllas con infección del hongo. Los resultados indican que una alta proporción de la broca (> 75 por ciento) puede ser infectada por el hongo a medida que el tiempo transcurre causando una reducción en la población de la plaga.

### Enemigos nativos de la broca

En los predios en los cuales se ha hecho un uso racional, o no se han asperjado insecticidas, se ha desarrollado una fauna benéfica que está obrando sobre las poblaciones de broca.

En diferentes zonas cafeteras de Colombia se ha observado la presencia de varios enemigos nativos de la broca, especialmente en sitios en los que el insecto lleva más de dos años y no se han utilizado insecticidas. Los reconocimientos de la disciplina de Entomología de Cenicafé, llevados a cabo en diferentes zonas cafeteras del país, han permitido elaborar la lista que aparece en la **tabla 1**, no sólo de enemigos de la broca sino de otros organismos que compiten por su nicho.

Los factores de mortalidad de la broca (**tabla 1**), asociados con todos los organismos que están compitiendo por ocupar su sitio, especialmente en los frutos con broca, son responsables de que sus poblaciones se reduzcan con el tiempo, lo cual conduce a la disminu-

nución en los costos de control del insecto siempre y cuando estas prácticas propendan por el mantenimiento del equilibrio biológico, o sea, por la protección de la fauna benéfica. Las épocas lluviosas proporcionan humedad al suelo, fomentando así la invasión de microorganismos competidores dentro de los frutos con broca que se caen al suelo.

El uso de insecticidas está contraindicado en estas condiciones, porque no sólo afectan a los controladores naturales de la broca, sino que eliminan la fauna benéfica de otros insectos, como el minador, las escamas, las cochinillas, las palomillas y los defoliadores que no

se convierten en plagas gracias al control que ejercen sus enemigos naturales.

### Manejo integrado de la broca

Debido a que la broca del café es una plaga introducida sin enemigos naturales presentes en Colombia, la primera estrategia basada en los resultados de investigación presentados aquí fue introducir tanto parasitoides como entomopatógenos en el ecosistema cafetero que ha sido invadido por la broca<sup>6</sup>, y preservar y fomentar la fauna benéfica nativa.

Luego se estructuró un programa de manejo integrado, que incluye conocimiento en la

## La broca del café es una plaga introducida sin enemigos naturales presentes en Colombia

finca sobre períodos de floraciones, evaluación de infestaciones, prácticas de cosecha sanitaria («el RE-RE») (figura 4), controles en la etapa de beneficio del café, y componentes biológicos basados en parasitoides como *C. stephanoderis* y entomopatógenos como *B. bassiana*<sup>5</sup>. El uso de insecticidas se restringe a aquellos casos en que los niveles de infestación lo ameriten, especialmente en sitios donde la broca se encuentra agregada, para lo cual se recomiendan productos de baja toxicidad (categorías III y IV) y poco impacto ambiental.

## Conclusiones

En la mayoría de los países cafeteros de América, la broca del café es la plaga de mayor importancia del cultivo. El enfoque del manejo

integrado de plagas es la mejor estrategia para su control, procurando que el control biológico sea uno de los componentes principales de esta estrategia. Es así como Colombia, México y otros países centroamericanos están introduciendo y desarrollando agentes biológicos para ser utilizados en el control de la broca del café. El uso del hongo *Beauveria bassiana* en un programa de manejo integrado de la broca del café es factible, como lo demuestran las investigaciones realizadas en Colombia, y puede suprimir la necesidad de utilizar insecticidas químicos empleados para su control. En definitiva, el esquema de manejo integrado de la broca que se está recomendando en Colombia es la estrategia ecológica más razonable para combatir esta plaga.

## Referencias

1. Antía, O. P.; Posada, F. J.; Bustillo, A. E. & Gonzalez, M.T. Producción en finca del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café. *Cenicafé, Avances Técnicos No. 182*, 8pp, 1992.
2. Benavides, P.; Bustillo, A. E.; Montoya, E. C. Avances sobre el uso del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. *Rev. Col. Ent.*, 20 (4):247-253, 1994.
3. Borbón, O. *Bioecologie d'un ravageur des bajes de cafeier Hypothenemus hampei (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae) et des ses parasitoides au togo. These du doctorat de L'Universite Paul-Sabatier de Toulouse Cedex, France. 185p, 1989.*
4. Brun, L. O.; Marcillaud, C.; Gaudichon, V. & Suckling, D.M. Endosulfan resistance in *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. *J. Econ. Entomol.*, 82 (5):1312-1316, 1989.
5. Bustillo, A. E. *Perspectivas de manejo integrado de la broca del café, Hypothenemus hampei en Colombia. Socolen, Medellín, Colombia, Miscelánea No.18, p.106-118, 1990.*
6. Bustillo, A. E. *El control biológico como un componente en un programa de manejo integrado de la broca del café, Hypothenemus hampei, en Colombia. Memorias XX Congreso de Socolen, Cali, julio 13-16, 1993, p.159-164, 1993.*
7. Bustillo, A. E.; Castillo, H.; Villalba, D.; Morales E.; Velez, P. E. *Evaluaciones de campo con el hongo Beauveria bassiana para el control de la broca del café, Hypothenemus hampei en Colombia. In: Colloque Scientifique International sur le café, 14. San Francisco. 14-19 juillet, Paris, ASIC. 679-686p, 1991.*
8. González, M. T.; Posada, F. J. & Bustillo, A. E. *Desarrollo de un bioensayo para evaluar la patogenicidad de Beauveria bassiana sobre Hypothenemus hampei. Revista Cenicafé, 44(3): 93-102, 1993.*
9. Le Pelley, R. H. *Pests of coffee. Longmans, Green and Co. Ltd., London. 590 p., 1968.*
10. Morales, E.; Cruz, F.; Ocampo, A.; Rivera, G. & Morales, B. *Una aplicación de la biotecnología para el control de la broca del café. In: Colloque Scientifique International sur le café, 14. San Francisco. 14-19 juillet, Paris, ASIC. 521-526p., 1991.*
11. Posada, F. J. *Control biológico de la broca del café, Hypothenemus hampei (Ferrari) con hongos. Memorias XX Congreso Socolen, Cali julio 13-16, 1993, p.137-151, 1993.*
12. Ticheler, J. H. G. *Estudio analítico de la epidemiología del escoltido de los granos de café, Stephanoderes hampei Ferr., en Costa de Marfil.(Traducción G. Quiceno). Revista Cenicafé, 14 (4): 223-294, 1963.*

# Innovación y Ciencia

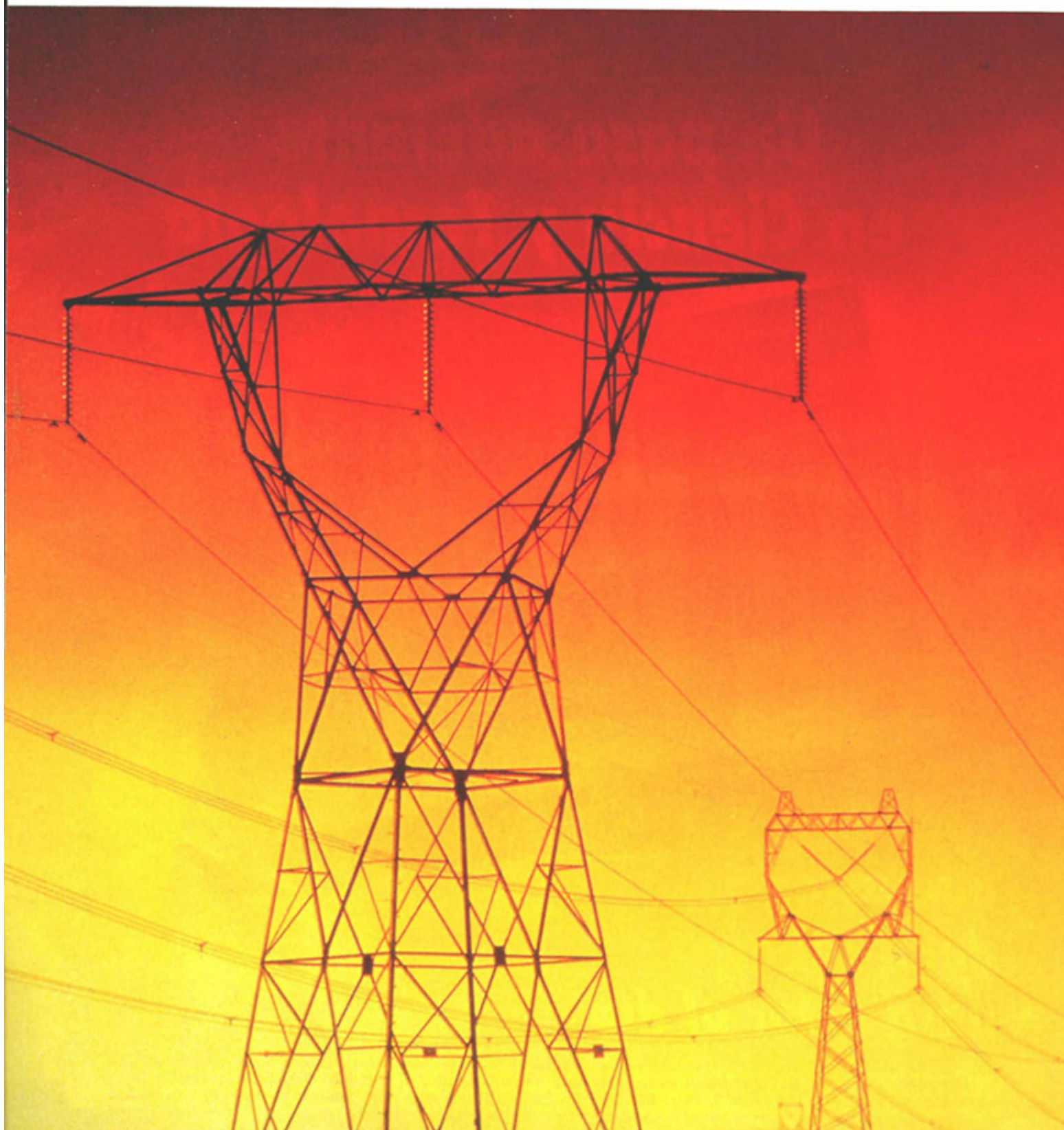
**Un paso adelante  
en Ciencia y Tecnología**



Adquiérala ya  
en puestos de revistas  
y suscríbese

**Todo lo  
que usted  
debe saber  
para estar al día**

# Las perturbaci



# iones electromagnéticas

## Bases de una investigación sobre compatibilidad electromagnética en Colombia

**Horacio Torres S.**  
Profesor asociado,  
Universidad Nacional de Colombia

**Leonardo Barreto G.**  
Profesor asistente,  
Universidad Nacional de Colombia

### Introducción

- ¿Ha experimentado usted la desoladora sensación de que al estar trabajando en un documento urgente en su computador, éste se apague repentinamente cuando cae un rayo cerca sobre la red eléctrica?
- ¿Conoce la razón para recomendar la no utilización de aparatos electrónicos como cámaras fotográficas, computadores portátiles o teléfonos celulares en aviones en vuelo?
- ¿Sabía usted que la presencia de muchos aparatos electrónicos puede alterar significativamente las formas de onda de voltaje y corriente de la red eléctrica?
- ¿Capta el radio de su automóvil cierto ruido audible al pasar cerca de una línea de transmisión?

*“El hombre  
debe ver  
y no  
simplemente  
mirar”*

*Louis L'Amour*

**Nuestro país  
está ubicado  
en una de las  
zonas con mayor  
interferencia  
electromagnética**

Los anteriores son ejemplos cotidianos de interferencia electromagnética producida por diferentes fuentes, en diversos ambientes.

El estudio de los fenómenos de interferencia electromagnética y la solución a los problemas que son ocasionados por ésta ha adquirido una notable relevancia en el desarrollo y desempeño de los sistemas electrónicos y eléctricos. A nivel mundial, el entorno en el que interactúan los equipos se hace más complejo debido a dos factores principales: la creciente vulnerabilidad de estos equipos modernos y, al mismo tiempo, su capacidad de interferir el funcionamiento de otro equipo.

La interferencia electromagnética se define como cualquier perturbación electromagnética que se manifiesta en la degradación de la operación, el mal funcionamiento o la falla del equipo eléctrico o electrónico. Aunque, tradicionalmente, el concepto ha sido asociado con fenómenos de radiación o conducción de campos electromagnéticos, en este artículo se ha adoptado una acepción más amplia de él, para incluir fenómenos como armónicos, transitorios, descargas eléctricas atmosféricas, descargas electrostáticas, ruido, fluctuaciones de tensión, etc.

Los primeros problemas de interferencia electromagnética se iniciaron en 1830, con la invención del telégrafo, y se empezaron a intensificar hacia finales del siglo pasado, cuando aparecieron las redes telegráficas y telefónicas, los generadores de energía eléctrica y las líneas de transmisión de energía eléctrica a altas tensiones. Después de la primera guerra mundial se desarrollaron nuevas técnicas de transmisión de señales y nuevos materiales, complicando así el problema de interferencia electromagnética.

Estas dificultades llevaron a la ingeniería a tratar de reducir la gravedad del problema. El gobierno norteamericano creó en 1934 la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), para regular el uso de las comunicaciones inalámbricas. Posteriormente, otros países fueron creando organizaciones similares; es el caso de Alemania, con sus normas VDE, y de Suiza, con su Comité Internacional Special des Perturbations Radioelectriques (CISPR), establecidos para determinar métodos y límites de interferencia electromagnética. En Colombia, hasta hace muy poco tiempo el tema ha comenzado a ser estudiado, a pesar de que, por ejemplo, nuestro país está ubicado en una de las zonas con mayor interferencia electromagnética debida a rayos.<sup>11</sup>

La misma evolución y sofisticación de los equipos electrónicos modernos los ha hecho más sensibles a perturbaciones. El usuario de éstos, sin embargo, desea que su funcionamiento sea lo más confiable, sin alteraciones, flexible y seguro posible, características particularmente importantes en un mundo moderno que depende de ellos para su quehacer cotidiano (figura 1).

Estas condiciones exigen un estudio sistemático tanto de las fuentes de perturbación como de la compleja interacción entre éstas y el equipo susceptible. Tal estudio significa la adquisición y el análisis de las señales de perturbación electromagnética, con el propósito de caracterizar sus parámetros relevantes en los dominios del tiempo y de la frecuencia. Se requiere, además, la evaluación y el modelado del comportamiento de los sistemas que pueden ser



Figura 1. Formas de interferencia electromagnética.



**Figura 2.**  
Interacción  
sistema-  
entorno.

potencialmente afectados y el estudio de los mecanismos de acople perturbación-sistema.<sup>11</sup> Éstas son actividades básicas para el desarrollo de criterios y prácticas recomendadas de diseño, instalación y operación de un equipo o sistema, así como de procedimientos eficientes y confiables de protección y mitigación. Se contribuye así al análisis y control de las perturbaciones a las que un sistema esté sometido, pueda generar o contribuir a propagar, y se asegura de manera efectiva su compatibilidad electromagnética (EMC por sus siglas en inglés) con el entorno circundante (figura 2).

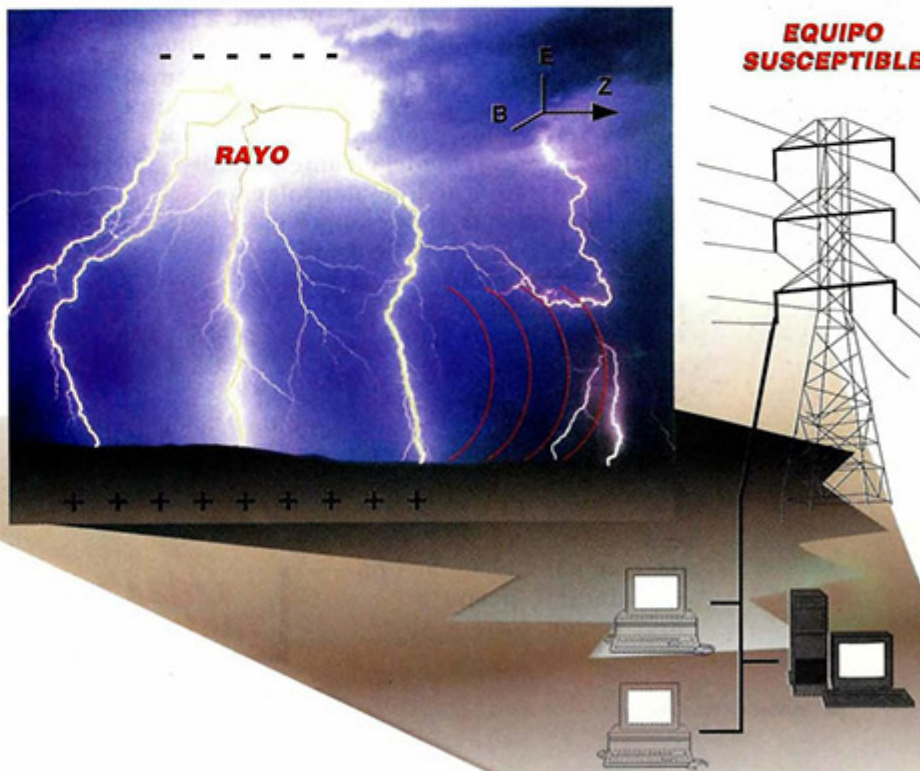
### Elementos básicos de una perturbación

De manera general, los elementos básicos que deben ser examinados cuando existe una condición de perturbación son la fuente de interferencia, el sistema perturbado y el canal de acople entre ambos<sup>8</sup>.

En el caso de la figura 3, la fuente de perturbación es un rayo que genera campos electromagnéticos que se propagan por radiación en la atmósfera (canal de acople) y perturban una instalación de comunicaciones y computación, induciendo sobretensiones y provocando la circulación de corrientes no deseadas.

El que una condición

**Figura 3.**  
Interferencia  
electromagnética  
producida  
por rayos.



de perturbación constituya un suceso potencialmente perjudicial dependerá, entre otros factores, de:

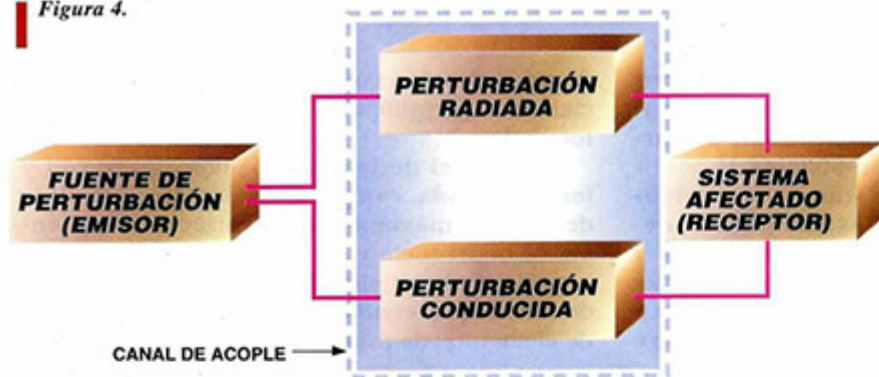
- el nivel de la perturbación (magnitud y forma de onda, rango de frecuencia, contenido de energía, máxima tasa de variación, frecuencia de ocurrencia y duración, etc.),
- la susceptibilidad del receptor (respuesta de frecuencia, condiciones de diseño, presencia de elementos de protección, materiales, etc.) y

- las condiciones en las cuales se efectúe el acoplamiento (por conducción o por radiación, características del medio de propagación, atenuación, etc.).

Un sistema puede ser considerado simultáneamente como el receptor de una perturbación y como el emisor de otra.

Por consiguiente, la solución a los efectos nocivos podrá encontrarse mitigando la emisión de la fuente, incrementando la inmunidad del receptor o amortiguando la propagación de la perturbación en el medio de acople, de manera que se reduzca la interacción emisor-receptor. Es preciso anotar que un sistema puede ser considerado simultáneamente como el receptor de una perturbación y como el emisor de otra (figura 4).

Figura 4.



**La delimitación de zonas permite definir responsabilidades en la emisión de la perturbación.**

### Relación entre compatibilidad electromagnética y calidad de suministro de energía

Existe una estrecha relación entre la compatibilidad electromagnética y la calidad de suministro de energía eléctrica (Power Quality). Aunque, tradicionalmente, la primera ha sido asociada con equipos electrónicos y la segunda con las redes de suministro de energía eléctrica, ambos conceptos son claves para la consecución de un adecuado desempeño de equipos y sistemas eléctricos y electrónicos que interactúan constantemente (figura 5).

Un diagnóstico de perturbaciones que afecte tanto a la calidad de suministro de energía eléctrica (Power Quality) como a la compatibilidad electromagnética de un sistema, debe partir de una correlación de los problemas presentados con los sucesos potencialmente perjudiciales, tanto en la red de alimentación como en la operación de equipos circundantes al afectado (figura 6).

En ese sentido, una de las nociones importantes de un enfoque sistemático para asegurar la compatibilidad electromagnética es la de "zona de compatibilidad", definida como aquella dentro de la cual se ubican equipos diseñados para las mismas condiciones electromagnéticas<sup>7</sup>. La delimitación de las zonas de compatibilidad de una instalación permite una mejor con-

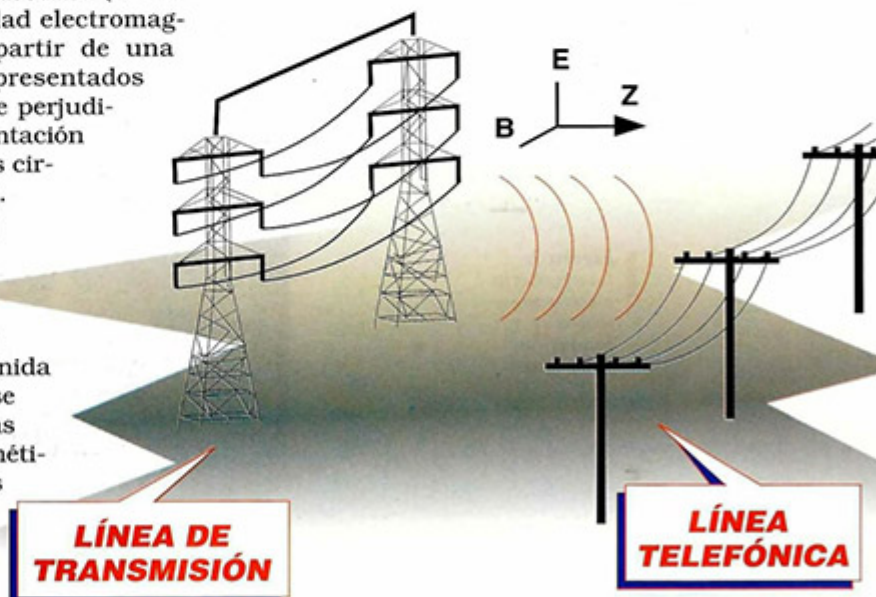
cepción de las técnicas de mitigación y control de efectos nocivos de las interacciones de equipos pertenecientes a zonas diferentes o perturbaciones provenientes del exterior\*\*

Esto tiene importancia en la evaluación de la calidad de la energía eléctrica (Power Quality) de un sistema. Por ejemplo, en la interacción de una compañía de suministro de energía eléctrica y sus usuarios, existen perturbaciones que son generadas por uno y otro, y la delimitación de zonas permite definir responsabilidades en la emisión de la perturbación, así como en la ejecución y pago de las medidas de mitigación.

Asimismo, este concepto ha sido aplicado en la protección contra rayos, donde se definen zonas de protección que van del exterior al interior del sistema. Para cada una de ellas existen ciertos requerimientos de protección y éstos van siendo reducidos paso a paso al cambiar de zona. Se busca que los elementos de protección ubicados en las interfases entre diferentes zonas estén coordinados, de tal forma que ninguno de ellos sea sobrecargado por la incidencia de la descarga, y que se estructure una protección efectiva e integral desde una perspectiva técnico-económica<sup>6</sup>.

Asimismo, este concepto ha sido aplicado en la protección contra rayos, donde se definen zonas de protección que van del exterior al interior del sistema. Para cada una de ellas existen ciertos requerimientos de protección y éstos van siendo reducidos paso a paso al cambiar de zona. Se busca que los elementos de protección ubicados en las interfases entre diferentes zonas estén coordinados, de tal forma que ninguno de ellos sea sobrecargado por la incidencia de la descarga, y que se estructure una protección efectiva e integral desde una perspectiva técnico-económica<sup>6</sup>.

Figura 5. Relación estrecha entre la compatibilidad electromagnética y la calidad de suministro de energía eléctrica.



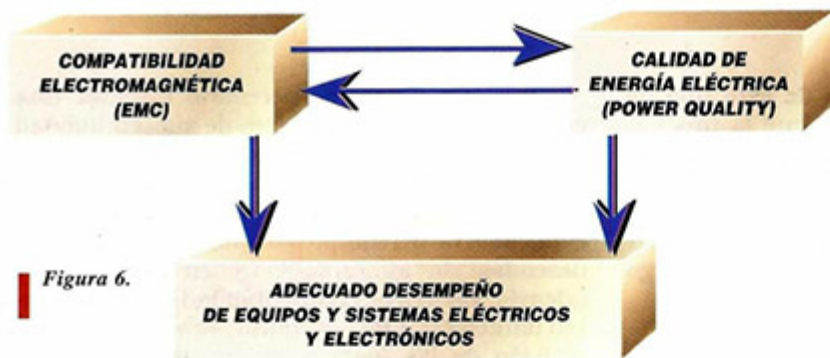


Figura 6.

## Compatibilidad electromagnética en Colombia

La compatibilidad electromagnética ha evolucionado a nivel mundial desde un conjunto de prácticas empíricas, aplicadas a casos particulares, hasta una disciplina con una creciente base científica y de ingeniería, lo cual ha significado el desarrollo de un conjunto de métodos de análisis, técnicas de medición y herramientas de simulación, normas y prácticas recomendadas.

El desarrollo de este campo en nuestro país requiere esfuerzos sistemáticos en diversas áreas, que nos permitan adquirir conocimientos para aplicarlos en nuestro entorno, pero que, así mismo, estimulen la conformación de una base de conocimiento y desarrollo tecnológico propios, a partir del estudio de los fenómenos de perturbación que se presentan en nuestro país.

El trabajo debe tener, además, un carácter sistémico, en el sentido de que aunque un investigador se dedique a un punto específico de interés, debe buscar que esté definido dentro de un marco base que garantice un tratamiento integral del problema. Se hace énfasis en este punto, debido a que el carácter de muchos esfuerzos de investigación en el país ha significado que, aunque constituyen producciones puntuales relevantes, por no estar enmarcados en procesos de más amplio alcance, no pueden ser aprovechados en su integridad.

Es evidente que uno de los requerimientos fundamentales para que la industria colombiana, particularmente en lo que a electrónica, comunicaciones y procesamiento de datos se refiere, pueda surgir y ser competitiva es su garantía de calidad.

La compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos es hoy en día, a nivel mundial, una de las principales exi-

gencias de calidad. La Unión Europea, por ejemplo, ha establecido la denominada directiva de compatibilidad electromagnética, de obligatorio cumplimiento, que cubre un gran conjunto de sistemas y equipos eléctricos y electrónicos comercializados en su territorio. Por otra parte, la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) de los Estados Unidos, impone restricciones a las emisiones radiadas y conducidas de los dispositivos digitales que sean comercializados en dicho país.

Para que la consecución de una óptima compatibilidad electromagnética sea efectiva y económicamente factible, debe involucrarse desde las primeras etapas de diseño de un producto, teniendo en cuenta que este debe operar adecuadamente en el entorno electromagnético real<sup>9</sup>. Esto garantiza que las medidas para conseguir compatibilidad electromagnética y los costos asociados no afecten la competitividad del mismo en el mercado.

Es importante resaltar que, no sólo como diseñadores sino también como consumidores, debe insistirse en la obtención de la compatibilidad. Por eso cobra relevancia el desarrollo de esfuerzos de caracterización de las condiciones electromagnéticas particulares del medio colombiano.

La caracterización del entorno electromagnético del país, que debe efectuarse desde puntos de vista espacio-temporal y estadístico-probabilístico<sup>11</sup>, constituye la base tanto para elaborar los métodos de prueba de la susceptibilidad<sup>\*\*\*</sup> e inmunidad<sup>\*\*\*\*</sup> de los sistemas como para sentar una discusión fundamentada con respecto a si, para cada tópico específico deben desarrollarse normas propias o adoptarse las de carácter internacional (figura 7).

En el aspecto de la normalización de compatibilidad electromagnética es fundamental que se tengan en cuenta las verdaderas necesidades de la industria en la materia<sup>3,4</sup>. En ese sentido, una base de conocimiento sobre el tema, que permita impulsar la innovación tecnológica, es un elemento que ligaría la investigación en esta área con el sector productivo. Este último podría aprovecharla para cubrir algunas de sus necesidades tecnológicas y cumplir con más altos estándares de calidad.

**La compatibilidad  
electromagnética  
es hoy una  
de las principales  
exigencias  
de calidad.**

Es crítica la coordinación de este tipo de esfuerzos, teniendo en cuenta que la innovación debe crecer dentro de incubadoras comerciales que jueguen el papel de impulsores de la transferencia de investigación básica y aplicada a tecnología comercial. Es preciso anotar que, sin embargo, éste es un proceso a largo

**Figura 7.** Diferentes factores que influyen en la compatibilidad electromagnética.



plazo, que requiere fundamentos sólidos y que debe ser soportado por una academia ágil y flexible.

Dada la importancia de involucrar los tópicos relativos a la compatibilidad electromagnética en el desarrollo de diversos sistemas, es necesario, dentro de la investigación, concebir mecanismos de transmisión del conocimiento referido a ella a los ingenieros y técnicos en ejercicio, así como enfatizar su presentación en la formación académica. Esto revela la significancia de que las actividades de investigación en compatibilidad electromagnética, lideradas por las universidades, actúen como soporte de la puesta en marcha de sistemas de calidad (tan necesarios en un mercado cada vez más abierto, exigente y competitivo), en diversas ramas del sector tecnológico (figura 8).

### Algunos aspectos relevantes de investigación

Existe una gran variedad de fuentes potenciales de perturbación, así como de equipos vulnerables, de manera que es muy complejo estudiar exhaustivamente todos los efectos posibles de interferencia. Por tanto, como una primera aproximación al análisis, se hace necesaria la identificación de aquellas fuentes con un mayor potencial perjudicial y la consecuente estimación de sus niveles de emisión en diferentes condiciones de operación.

Por otra parte, es necesario efectuar una caracterización de los niveles de susceptibilidad de diferentes equipos y sistemas ante diversas perturbaciones. El análisis de susceptibilidad permite estimar y, si es posible, mejorar, la capacidad de un equipo para soportar señales no deseadas sin alterarse<sup>10</sup>. Deben establecerse, además, valores de compatibilidad que representen límites estadísticos, tanto para los niveles de emisión de las fuentes de perturbación como para los niveles de inmunidad que deba alcanzar un determinado equipo.

Aunque el desempeño de un equipo o sistema puede ser evaluado mediante diversas pruebas, debe tenerse en cuenta que la operación en el entorno electromagnético real puede ser mucho más compleja que una prueba en laboratorio, bajo condiciones controladas, dada la existencia de múltiples fuentes de perturbación y de sistemas sensibles que interactúan simultáneamente<sup>10</sup>.

Estos análisis están directamente relacionados con la evaluación cuantitativa de la confiabilidad<sup>\*\*\*\*</sup> de los sistemas de ingeniería, la cual ha sido reconocida como un problema complejo que requiere, además de una formulación estocástica rigurosa, un profundo conocimiento del sistema evaluado, de su diseño, de las condiciones de operación y de la forma en que falla, así como de su entorno y de los esfuerzos a los que puede estar sometido<sup>5</sup>.



**Figura 8.** Compatibilidad electromagnética-sistema de calidad.

## Conclusiones

Garantizar la compatibilidad electromagnética de dispositivos, equipos y sistemas eléctricos y electrónicos es, a nivel mundial, una exigencia clave de la calidad de su operación, en el complejo entorno moderno. Éste es un campo que requiere ser desarrollado en nuestro país de manera sistémica y sistemática, con una visión de largo plazo y sobre bases sólidas de conocimiento y aplicación del mismo.

## La compatibilidad electromagnética, una exigencia en el entorno moderno.

El marco de trabajo conlleva la combinación de técnicas de medición y experimentación, el desarrollo de modelos y metodologías de análisis y el estudio de los fenómenos físicos que permitan conocer, evaluar, diagnosticar y mitigar las perturbaciones electromagnéticas. Todo ello, junto con una eficaz estrategia de trabajo conjunto, y de transmisión de resultados de investigación con los sectores usuarios del conocimiento contribuirá a garantizar la calidad en toda la cadena de actividades que intervienen en su funcionamiento.

Así, sobre una base sólida de caracterización de las perturbaciones y de sus efectos en los sistemas y equipos, pueden obtenerse, a largo plazo, resultados tales como una normalización adecuada y sustentada en las condiciones particulares de nuestro entorno, así como en las exigencias a nivel internacional, y sistemas de

calidad y avances de tecnología apropiada, que contribuyan a garantizar y optimizar la operación de equipos y sistemas eléctricos y electrónicos en nuestro país.

## Referencias

1. Baker G., Castillo P., Vance E.F. *Potential for a unified topological approach to electromagnetic effects protection. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. Vol 34 N°3. August, 1992.*
2. Balcells J., Daura F., Esparza R., Pallás R. *Interferencias electromagnéticas en sistemas electrónicos. Alfaomega Marcombo. Barcelona, España. 1992*
3. Benda S. *Interference-free electronics. Studentlitteratur. Sweden. 1991.*
4. Benda S. *Compatibilidad electromagnética: normas internacionales, evaluación y experiencia. Revista ABB N°5, 1995.*
5. Billinton R., Allan R. *Reliability evaluation of engineering systems. Longman Scientific & Technical. England U.K. 1987.*
6. Hasse P., Wiesinger J. *Lightning protection for information systems: a part of EMC. 21th International Conference on Lightning Protection (ICLP). Berlin, Germany. September 1992*
7. Knapp P., Ari N. *Compatibilidad electromagnética: exigencias y planeación de instalaciones industriales. Revista ABB. N°2. 1994.*
8. Ott H. *Noise reduction techniques in electronic systems. John Wiley & Sons. New York. 1986.*
9. Paul C.R. *Introduction to electromagnetic compatibility. Wiley Interscience. New York. 1992.*
10. Tihanyi L. *Electromagnetic compatibility in power electronics. IEEE Press. New York. USA. 1994.*
11. *Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería Eléctrica. Programa de Adquisición y Análisis de Señales Electromagnéticas y Meteorológicas (P.A.A.S). Santafé de Bogotá. 1993*

\*Se define como la capacidad de un equipo o sistema eléctrico o electrónico para operar satisfactoriamente en su entorno electromagnético<sup>3,8</sup>.

\*\*El concepto de zona de protección está relacionado con el denominado enfoque topológico para analizar problemas de compatibilidad electromagnética. En él se pretende describir un sistema complejo, descomponiéndolo en partes más sencillas (asociadas a volúmenes y superficies delimitadas) que faciliten el análisis de la interacción electromagnética y el desarrollo de sistemas para su control. Estos últimos son visualizados como un conjunto de «barreras» que impiden la interacción fuente-receptor y se ubican en la fuente, el receptor o el medio de propagación<sup>1</sup>.

\*\*\* La susceptibilidad está definida como la capacidad de un equipo eléctrico o electrónico para generar una respuesta no deseada cuando es sometido a una perturbación electromagnética<sup>2</sup>.

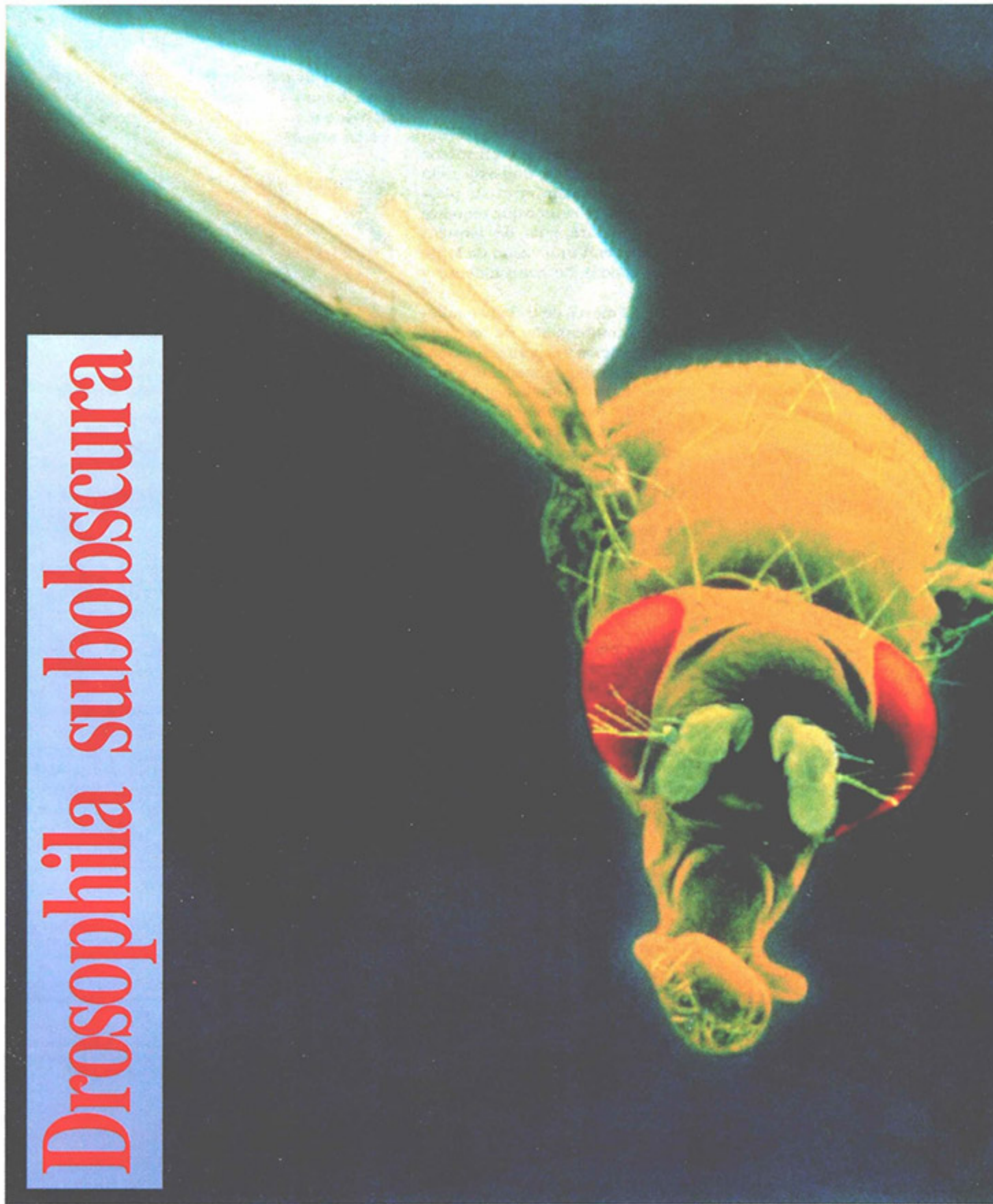
\*\*\*\*La inmunidad se define como la capacidad de un sistema para continuar operando satisfactoriamente al estar sometido a perturbaciones electromagnéticas<sup>2,8</sup>.

\*\*\*\*\*Definida como la probabilidad de que un dispositivo ejecute su función adecuadamente durante un periodo de tiempo específico, bajo unas condiciones de operación determinadas<sup>5</sup>.

## Agradecimientos

El Programa de Investigación en Adquisición y Análisis de Señales Electromagnéticas y Meteorológicas (P.A.A.S) es cofinanciado por COLCIENCIAS y la Universidad Nacional de Colombia. El tema de este artículo hace parte de este programa de investigación.

# *Drosophila subobscura*



# Análisis de una colonización

Luis Serra, Marta Pascual, Francesc Mestres,  
Joan Balanyá y Antonio Prevosti  
Departamento de Genética, Facultad de Biología,  
Universidad de Barcelona  
e-mail: lluis@porthos.bio.ub.es

**D***rosophila subobscura* es una especie paleártica con un área de distribución muy extensa. Se encuentra prácticamente en toda Europa, excepto en la parte central septentrional de Escandinavia, en el norte de África, hasta el Sahara, y en el oriente asiático próximo, hasta Irán. No se conocen los límites precisos de su distribución en la antigua Unión Soviética. El cariotipo de *D. subobscura* es el considerado primitivo dentro del género *Drosophila*, con cinco pares de cromosomas acrocéntricos y una pareja de cromosomas puntiformes. Siguiendo la nomenclatura de Mainx et al.<sup>1</sup>, se denominan A (cromosoma X), J, U, E y O. Una característica de la especie es su elevado polimorfismo cromosómico por inversiones. Todos los cromosomas, excepto el puntiforme, son polimórficos. En la región paleártica, la frecuencia de muchas ordenaciones cromosómicas presenta una distribución clinal con respecto a la latitud, lo cual se ha interpretado como una indicación de que estas ordenaciones tienen valor adaptativo, aunque algunos autores consideraban también que estas clinas podían explicarse por factores históricos<sup>2</sup>.

## Polimorfismo cromosómico y enzimático

En febrero de 1978, *D. subobscura* se encontró por primera vez en América, en Puerto Montt (Chile)<sup>3</sup>. Posteriormente se extendió muy rápidamente por todo el país y al este de los Andes, en territorio argentino (figura 1)<sup>4,5</sup>. La especie fue descubierta en Norteamérica, en 1982, en la localidad de Port Townsend, estado



**Figura 1.** *D. subobscura* no sólo ha ocupado gran parte del territorio chileno, sino que también se ha extendido al este de los Andes, en territorio argentino. En algunas zonas, la altitud de la cordillera disminuye, formándose pasos naturales como el de Pajaritos, que se muestra en la fotografía. Estos pasos, debido a su abundante vegetación, podrían constituir vías de acceso para la especie, la cual, sin embargo, no se ha establecido en la zona atlántica de Argentina.

de Washington<sup>6</sup>. Poco después se encontró más al norte, en las proximidades de Vancouver (British Columbia) y en los estados de Oregon y California, hasta la localidad de Ojai, a unos 100 km al noroeste de Los Ángeles.

La colonización de América por *D. subobscura* ha constituido una oportunidad única de determinar el valor adaptativo del polimorfismo cromosómico para inversiones en esta especie. Si el polimorfismo cromosómico responde a factores ambientales asociados con la latitud, se esperaría que las clinas observadas en la región paleártica pudieran también aparecer en el Nuevo Mundo. Se han detectado clinas latitudinales para muchas ordenaciones cromosómicas, tanto en las poblaciones norteamericanas como en las suramericanas, del mismo sentido que las existentes en la región paleártica<sup>7, 8, 9</sup>. Sorprende la rapidez de la respuesta: han bastado unos pocos años para que evolucionaran

estas clinas latitudinales, lo que demuestra que las fuerzas selectivas implicadas deben ser muy fuertes.

No se conoce todavía la población paleártica de la cual se originó la colonización, aunque está claro que los colonizadores de Suramérica y de Norteamérica son representantes de una misma población: las poblaciones norteamericanas y suramericanas poseen exactamente las mismas ordenaciones cromosómicas (19, aproximadamente, de unas 80 observadas en Europa); también poseen los mismos electromorfos respecto a 15 loci aloenzimáticos analizados<sup>10</sup>, con las mismas asociaciones aloenzima-inversión. El estudio del alelismo de letales y la asociación entre genes letales e inversiones cromosómicas ha aportado datos concluyentes a este respecto<sup>11, 12</sup>.

El análisis del polimorfismo enzimático ha permitido también detectar la existencia de un efecto fundador, consecuencia de la colonización<sup>10</sup>. Todos los alelos

**Está claro que los colonizadores de Suramérica y de Norte América son representantes de una misma población.**

con una frecuencia superior a 0,1 en las poblaciones europeas, con la excepción del alelo *Hk-1*<sup>073</sup>, se han observado en América. Sólo dos alelos (*Idh*<sup>117</sup> y *Odh*<sup>114</sup>) con una frecuencia inferior en Europa se han detectado en las poblaciones americanas, en las que su frecuencia promedio es superior a las paleárticas. Los restantes alelos raros no aparecen en las áreas colonizadas. Esta alteración de las frecuencias alélicas puede explicarse mediante un efecto fundador durante el proceso colonizador. Todos los alelos con una frecuencia superior a 0,1 en Europa se detectan en América; por tanto, el efecto fundador puede considerarse débil. Por otra parte, no se detecta dicho efecto entre las dos áreas colonizadas (Norteamérica y Suramérica), ya que los alelos raros, como *AcpH*<sup>054</sup> y *Odh*<sup>114</sup>, se encuentran tanto en Norteamérica como en Suramérica, con frecuencias similares. La presencia de estos alelos raros en todas las poblaciones colonizadoras analizadas sugiere también la ausencia de efectos fundadores durante la expansión de la especie en América. El efecto fundador también se ha puesto de manifiesto al estudiar las asociaciones entre alelos aloenzimáticos e inversiones cromosómicas<sup>13</sup>.

Tabla 1.

|               | Heterocigosidad media |                   |                 | Número de alelos |                   |                 |
|---------------|-----------------------|-------------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|
|               | Europa*               | América del Norte | América del Sur | Europa           | América del Norte | América del Sur |
| <i>α-Gpdh</i> | 0,016                 | 0,0               | 0,0             | 3                | 1                 | 1               |
| <i>Pept-3</i> | 0,021                 | 0,0               | 0,0             | 4                | 1                 | 1               |
| <i>Mdh</i>    | 0,023                 | 0,0               | 0,008           | 3                | 1                 | 2               |
| <i>Idh</i>    | 0,026                 | 0,324             | 0,239           | 3                | 2                 | 2               |
| <i>Adh</i>    | 0,026                 | 0,0               | 0,0             | 2                | 1                 | 1               |
| <i>Odh</i>    | 0,071                 | 0,201             | 0,182           | 4                | 2                 | 2               |
| <i>Me</i>     | 0,134                 | 0,0               | 0,0             | 5                | 1                 | 1               |
| <i>Pgm</i>    | 0,140                 | 0,0               | 0,0             | 7                | 1                 | 1               |
| <i>AcpH</i>   | 0,243                 | 0,060             | 0,086           | 5                | 2                 | 2               |
| <i>Lap</i>    | 0,340                 | 0,572             | 0,593           | 8                | 3                 | 3               |
| <i>Pept-1</i> | 0,465                 | 0,397             | 0,386           | 3                | 2                 | 2               |
| <i>Amy</i>    | 0,475                 | 0,580             | 0,611           | 4                | 3                 | 3               |
| <i>Aph</i>    | 0,502                 | 0,494             | 0,483           | 4                | 2                 | 2               |
| <i>Est-5</i>  | 0,584                 | 0,429             | 0,428           | 6                | 2                 | 2               |
| <i>Hk-1</i>   | 0,589                 | 0,473             | 0,490           | 4                | 2                 | 2               |
| <b>Media</b>  | <b>0,244</b>          | <b>0,235</b>      | <b>0,234</b>    | <b>4,33</b>      | <b>1,73</b>       | <b>1,8</b>      |

\* Los datos de las poblaciones europeas son de Loukas et al.<sup>10</sup>, Lantaga et al.<sup>11</sup> y Andjelkovic et al.<sup>12</sup>

Las tres asociaciones observadas en las poblaciones europeas también se detectan, aunque reforzadas, en las cuatro poblaciones americanas analizadas aparecen asociaciones nuevas.

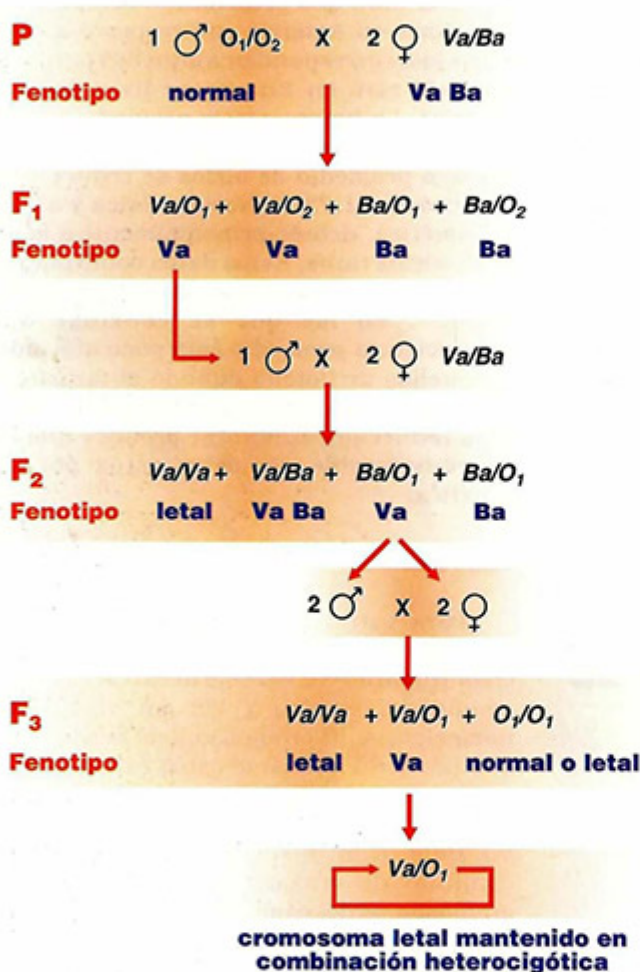
En la **tabla 1** se muestra la heterocigosidad promedio para cada locus en las poblaciones paleárticas, norteamericanas y suramericanas, así como el número de alelos detectados en cada zona. Todos los loci con una heterocigosidad promedio inferior a 0,2 en la zona paleártica son monomórficos en América, con la excepción de la *Idh* y la *Odh*, que presentan heterocigosidades superiores en América con respecto a Europa. Estos loci corresponden a aquéllos para los que un alelo raro en Europa se ha detectado en América. La heterocigosidad promedio es similar en las tres zonas consideradas, mientras que el número promedio de alelos se reduce de 4,33 en Europa a 1,73 en Norteamérica y a 1,80 en Suramérica, debido principalmente a la pérdida de alelos raros. Estos datos confirman experimentalmente las predicciones teóricas de Nei et al.<sup>17</sup>, en las que se concluye que la heterocigosidad promedio está poco afectada por los cuellos de botella cuando el tamaño de la población se incrementa rápidamente después de la reducción, aunque se produce una pérdida considerable de alelos raros por deriva genética.

## Genes letales

Para estudiar la variabilidad genética a nivel de los genes letales, en las poblaciones colonizadoras, es necesario extraer los cromosomas del campo y ver su viabilidad en homocigosis. El cromosoma de la especie en el que pueden efectuarse estos estudios es el O, puesto que es el único para el cual se tiene una cepa de letales equilibrados, la denominada *Va/Ba*<sup>18</sup>. Con dicha cepa se lleva a cabo el conjunto de cruzamientos para obtener los cromosomas del campo en homocigosis y ver su viabilidad (**figura 2**). Este análisis se ha efectuado en varias poblaciones americanas: Santiago de Chile y Puerto Montt, en Suramérica, y Gilroy (muestreada dos veces) y Bellingham, en Norteamérica. La frecuencia de cromosomas letales oscila alrededor de un 15 por ciento, valor similar al que se obtiene cuando se estudian poblaciones marginales del área de distribución de *D. subobscura* en la región paleártica<sup>11,12</sup>. En poblaciones centrales de dicha región pueden obtenerse valores del 30 al 40 por ciento<sup>11</sup>.

La frecuencia de cromosomas letales aporta poca información. En cambio, conocer cuántos

les y cuántos genes se encuentran repetidos en una misma población es muy interesante, ya que permite estimar su estructura genética. Analizando los cromosomas letales de las poblaciones de Norteamérica y Suramérica, se observó que existía uno letal asociado a la inversión cromosómica  $O_5$ . (figura 3)<sup>11,12</sup>. Todos los cromosomas  $O_5$  llevaban el mismo gen letal. Además, este gen letal no se encuentra en otros tipos cromosómicos. El estudio de las



**Figura 2.** Los machos de la población natural (designados con el cariotipo  $O_1/O_2$ ) se cruzan con hembras vírgenes de la cepa de letales equilibrados. Los descendientes son fácilmente clasificados por la presencia de los genes marcadores dominantes. Se toma un único macho de fenotipo Va (y que será heterocigoto para el cromosoma del campo, en este ejemplo el  $O_1$  y el cromosoma Va) y se cruza con hembras vírgenes de la cepa  $Va/Ba$ . De la descendencia se seleccionan hembras vírgenes y machos de fenotipo Va (heterocigotos  $Va/O_1$ ) y se cruzan entre sí. Si el cromosoma  $O_1$  es portador de, al menos, un gen letal, solamente obtendrán descendientes de fenotipo Va. Si parecen individuos de fenotipo normal, esto quiere decir que el cromosoma  $O_1$  está libre de genes letales. En este caso, la proporción de individuos de fenotipo normal al total de descendientes permite estimar el grado de viabilidad del cromosoma  $O_1$ . Aunque el cromosoma  $O_1$  sea portador de algún gen letal, puede mantenerse indefinidamente en el laboratorio en condición heterocigótica con el cromosoma  $Va(Va/O_1)$ .

ordenaciones cromosómicas de las líneas letales es muy sencillo, solamente hay que cruzar un macho de la línea cromosómica letal ( $Va/O_1$ , por ejemplo) con hembras vírgenes de la cepa homocariotípica  $chcu$ . Analizando los cromosomas politénicos de la descendencia (que sólo puede ser del tipo  $Va/chcu$  o bien  $O_1/chcu$ ), se pueden conocer las inversiones del cromosoma letal. Para observar si dos o más líneas cromosómicas llevan el mismo gen letal, tan sólo hay que cruzarlas entre ellas (prueba de alelismo) y analizar la descendencia. Por ejemplo, si tenemos la línea  $Va/O_1$  y la línea  $Va/O_2$  y ambas presentan el mismo gen letal, no observaremos descendientes de fenotipo normal. Si llevan genes letales diferentes, aparecerán individuos de fenotipo normal en la descendencia.

La asociación completa entre el gen letal y la inversión  $O_5$  ha permitido estimar el número de individuos colonizadores (10-100) y deducir que las poblaciones de Norteamérica y Suramérica corresponden al mismo evento colonizador<sup>12,19</sup>. Este punto se ha confirmado al detectar otros genes letales idénticos en poblaciones de California y Chile. Uno de ellos presenta una asociación con la ordenación  $O_{3+4+7}$ , aunque en este caso la asociación no es completa, puesto que en las poblaciones americanas también se detecta esta ordenación, pero sin letales. Como las inversiones se distribuyen según clínicas latitudinales, las asociaciones con los genes letales condicionan la distribución de estos últimos. Por tanto, en América, las estimaciones de las estructuras poblacionales basadas en los genes letales dependen, en última instancia, de la distribución de las inversiones. Las asociaciones entre genes letales y ordenación cromosómica no se han detectado en poblaciones de la región paleártica.

La asociación completa entre la inversión  $O$  y un gen letal en las poblaciones americanas ofrecía la posibilidad de determinar la población paleártica a partir de la cual se originó la colonización. Por eso se estudió dicha inversión en Europa. En concreto se analizaron poblaciones donde ya se había detectado dicha inversión o bien zonas no muestreadas previamente. Se estudiaron dos poblaciones suecas (Gävle y Lilla Edet), Gesten (Dinamarca), Ter-Apel (Holanda) y las poblaciones francesas de



Crézy, Aizenay y Taulé<sup>2,20</sup>. Se obtuvieron solamente tres inversiones de tipo  $O_5$ , una en cada una de las poblaciones suecas y la otra en la población francesa de Taulé. Utilizando la cepa Va/Ba se observó que tan sólo la  $O_5$  de Taulé era letal, pero la prueba de alélismo con las  $O_5$  de América dio resultado negativo; se trata, pues, de genes letales diferentes. Así, en Europa no hay asociación y en el único caso en que la ordenación  $O_5$  presenta un gen letal, éste es diferente del que se encuentra en América. Citológicamente, en cambio, coinciden en cuanto a los puntos de rotura; por eso se supone que se trata de la misma inversión. Muy probablemente, una única inversión  $O_5$ , proveniente de la población que originó la colonización, llegó a América. Esta inversión era portadora de un gen letal. Todas



Figura 3. Cariotipo  $O/O$ . La flecha indica la inversión cromosómica  $O_5$ .

sus réplicas por descendencia presentan la asociación. Por ello se cree que el efecto fundador es responsable de la formación o el reforzamiento de las asociaciones entre genes letales e inversiones.

### Análisis ecológico

*D. subobscura* es la única especie del grupo *obscura* presente en Chile, mientras que en Norteamérica se ha encontrado con otras especies autóctonas del mismo grupo y pertenecientes a los subgrupos *affinis* (*D. azteca* y *D. athabasca*) y *pseudoobscura* (*D. pseudoobscura*, *D. persimilis* y *D. miranda*). Los machos de estos dos subgrupos y de la especie colonizadora (subgrupo *obscura*) se diferencian por el número de púas en los peines tarsales; en cambio, sólo se diferencia morfológicamente a las hembras de *D. subobscura* de las demás porque las quetas sensoriales del borde de la costal llegan hasta la mitad de la zona delimitada por los extremos de las venas 2 y 3.

El estudio anual de la composición de drosófilidos, en tres localidades del estado de California, nos ha permitido analizar las rela-

ciones ecológicas entre *D. subobscura* y aquellas especies neárticas del grupo *obscura* que presentan un área de distribución solapada con la de la especie colonizadora. Esto nos ha permitido estudiar el posible papel competitivo que han podido tener las especies autóctonas en el proceso colonizador.

Las tres localidades muestreadas, Eureka, Davis y Gilroy fueron seleccionadas por presentar, en anteriores campañas de recolección, un gradiente latitudinal de abundancia *D. subobscura*<sup>21</sup>. Se consideraron sólo los machos de los tres subgrupos del grupo *obscura* por no poder diferenciar a las hembras morfológicamente. En las colectas bimensuales durante los

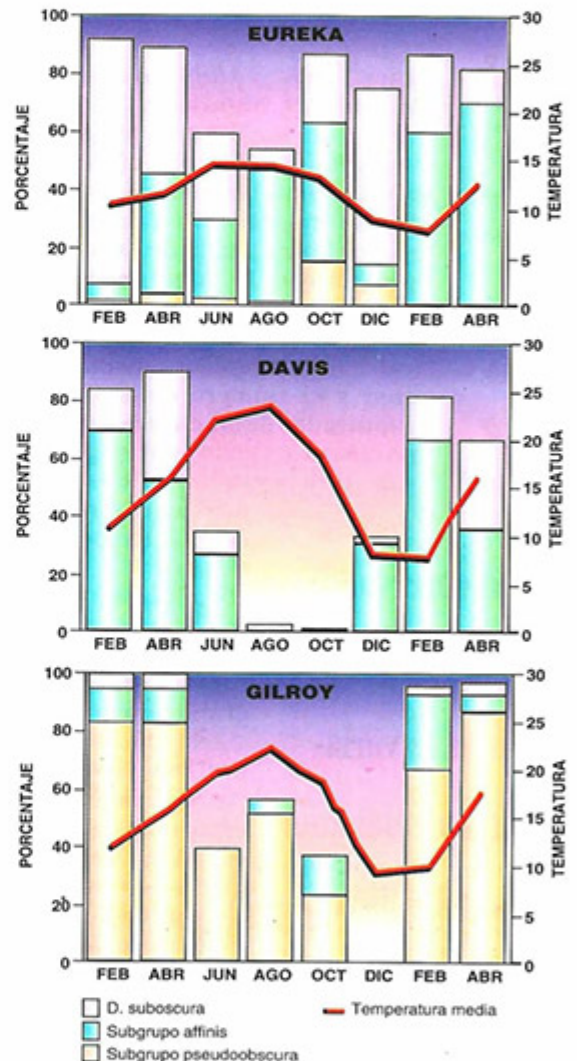


Figura 4. Porcentaje de los machos del grupo *obscura* en las tres localidades analizadas, en relación con el total de machos capturados en cada colecta.

|                          |               | $DIV_{diff}$ | %    |
|--------------------------|---------------|--------------|------|
| <b>ENTRE POBLACIONES</b> | EUREKA-DAVIS  | 0,45         | 22,7 |
|                          | EUREKA-GILROY | 0,41         | 26,6 |
|                          | DAVIS-GILROY  | 0,19         | 12,1 |
| <b>ENTRE MESES</b>       | EUREKA        | 0,52         | 39,4 |
|                          | DAVIS         | 0,80         | 46,0 |
|                          | GILROY        | 0,57         | 50,4 |
| <b>ENTRE AÑOS</b>        | EUREKA        | 0,10         | 9,4  |
|                          | DAVIS         | 0,05         | 3,8  |
|                          | GILROY        | 0,01         | 1,5  |

Diferencias entre dos muestras  $DIV_{diff}$   
 $DIV_{diff} = H'_{total} - (\sum N_i H'_i / N_i)^{23}$

**Tabla 2.** Contribución de las variables ambientales en la diversidad de las especies.

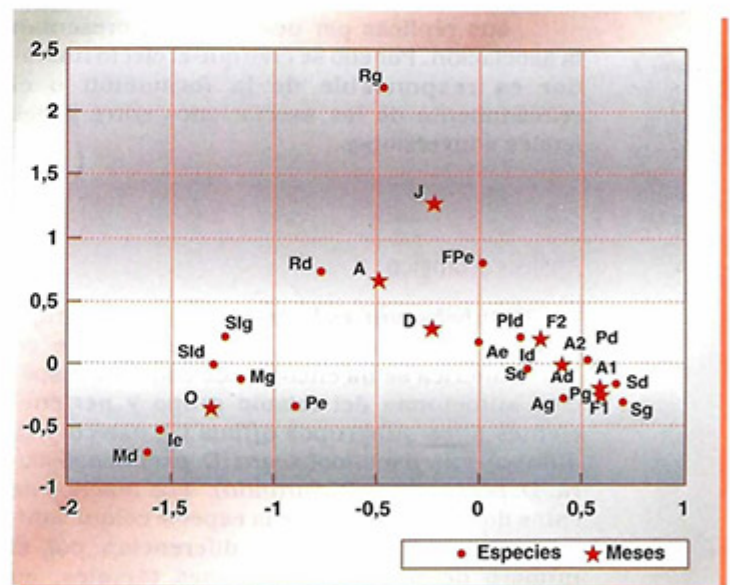
años 1988 y 1989 en cada una de las tres localidades (**figura 4**), se observó una variación estacional en la abundancia de los tres subgrupos<sup>22</sup>. La temperatura y el fotoperíodo afectan notablemente los ritmos de actividad de las moscas. En Eureka, la localidad con mayor abundancia de *D. subobscura*, las temperaturas a lo largo del año presentan muy poca variación y quizá por eso no se observa ninguna correlación significativa entre la temperatura media mensual y el número de individuos capturados de las especies del grupo *obscura*. Davis y Gilroy presentan una estacionalidad muy marcada en relación con la temperatura (**figura 4**), obteniéndose una correlación significativa y de signo negativo con las especies del grupo *obscura*.

Mediante el estadístico  $DIV_{diff}$ <sup>23</sup> se ha observado que la estacionalidad es la variable ambiental que más contribuye a la diversidad de las especies (**tabla 2**). Las diferencias entre poblaciones contribuyen en menor grado, siendo las localidades de Davis y Gilroy, con una climatología pa-

Se ha observado que la estacionalidad es la variable ambiental que más contribuye a la diversidad de las especies.

recida, las que presentan una mayor similitud en relación con la diversidad de especies. Por último, la diferente composición de especies entre los dos años de capturas es muy pequeña, por lo que puede hablarse de consistencia y repetitividad de los resultados obtenidos en las campañas.

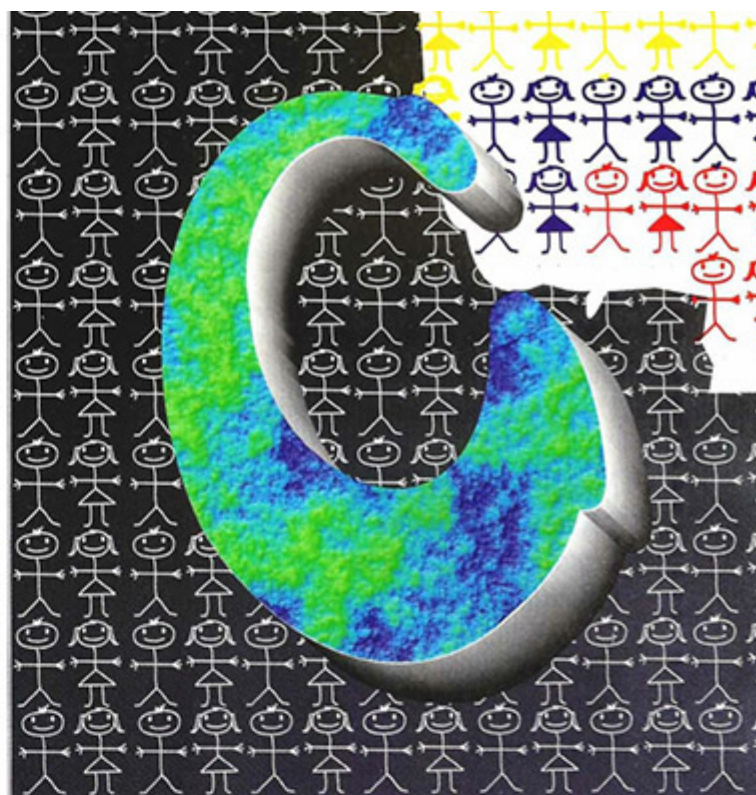
Mediante el análisis factorial de correspondencias se ha analizado la asociación entre todas las especies recolectadas en las tres localidades y los meses de colecta, obteniéndose una gráfica bidimensional cuyos dos ejes explican el 71,6 por ciento de la variabilidad total (**figura 5**). Se pueden distinguir dos "clusters", uno de ellos formado por las especies del grupo *obscura* y los meses de febrero y abril; la única excepción la constituye *D. pseudoobscura* en Eureka, ya que dicha especie presenta un pico de abundancia en el otoño. Esta asociación refleja unas preferencias ecológicas similares entre las especies del grupo *obscura*, que al encontrarse en simpatía pueden entrar en competencia. Actualmente se están llevando a cabo estudios de laboratorio sobre la importancia que la presencia de otras especies del grupo *obscura* ha podido tener en la distribución y la expansión de la especie colonizadora *D. subobscura* en Norteamérica.



**Figura 5.** Análisis factorial de correspondencias entre meses de colecta y especies. Sólo se han utilizado las especies más abundantes: I= *D. immigrans*, M= *D. melanogaster*, SI= *D. simulans*, FP= *D. flavopinicola*, PI= *D. pinicola*, R= grupo repleta, A= *D. azteca*, P= *D. pseudoobscura*, S= *D. subobscura*; e= Eureka, d= Davis y g= Gilroy; F1= Feb-88, A1= Abr-88, J= Jun-88, AU= Ago-88, O= Oct-88, D= Dic-88, F2= Feb-89 y A2= Abr-89.

## Referencias

1. Mainx F, Koske T, Smital E. Untersuchungen über die chromosomale struktur europäischer Vertreter der *Drosophila obscura* gruppe. Z. indukt. Abstamm. Vererbungsl. 85:354-372, 1953.
2. Krimbas C B, Loukas M. The inversion polymorphism of *D. subobscura*. *Evol. Biol.* 12:163-234, 1980.
3. Brncic D, Prevosti A, Budnik M, Monclús M, Ocaña J. Colonization of *D. subobscura* in Chile. I. First population and cytogenetic studies. *Genetica* 56:3-9, 1981.
4. Prevosti A, Serra L, Aguadé M, Ribó G, Mestres F, Balanyà J, Monclús M. Colonization and establishment of the Palearctic species *D. subobscura* in North and South America. In, editor A. Fontdevila. *Evolutionary Biology of Transient Unstable Populations: 114-129.* E. Springer Verlag, 1989.
5. Ayala F J, Serra L, Prevosti A. A grand experiment in evolution: the *Drosophila subobscura* colonization of the Americas. *Genome* 31:246-255, 1989.
6. Beckenbach A T, Prevosti A. Colonization of North America by the European species *D. subobscura* and *D. anbigua*. *The American Midland Naturalist* 115: 10-18, 1986.
7. Prevosti A, Serra L, Ribó G, Aguadé M, Sagarra E, Monclús M, García MP. The colonization of *D. subobscura* in Chile. II. Clines in the chromosomal arrangements. *Evolution* 39:838-844, 1985.
8. Prevosti A, Ribó G, Serra L, Aguadé M, Balanyà J, Monclús M, Mestres F. Colonization of America by *D. subobscura*: Experiment in natural population that supports the adaptive role of chromosomal inversion polymorphism. *Proc.Natl.Acad.Sci USA* 85:5597-5600, 1988.
9. Prevosti A, Serra L, Sagarra E, Aguadé M, Ribó G, Monclús M. Clines of chromosomal arrangements of *Drosophila subobscura* in South America evolve closer to Old World patterns. *Evolution* 44:218-221, 1990.
10. Balanyà J, C. Sagarra, Prevosti A, Serra L. Colonization of America by *D. subobscura*: the founder event and a rapid expansion. *Journal of Heredity* 85, 1994.
11. Mestres F, Pegueroles G, Prevosti A, Serra L. Colonization of America by *D. subobscura*: Lethal genes and the problem of *O<sub>3</sub>* inversion. *Evolution* 44: 1823-1836, 1990.
12. Mestres F, Balanyà J, Sagarra C, Prevosti A, Serra L. Colonization of America by *D. subobscura*: Analysis of the *O<sub>3</sub>* inversions from Europe and America and their implications for the colonizing process. *Evolution* 46: 1564-1568, 1992.
13. Prevosti A, García MP, Serra L, Aguadé M, Ribó G, Sagarra E. Association between allelic isozyme alleles and chromosomal arrangements in European populations and Chilean colonizers of *D. subobscura*. *Isozymes* 10: 171-191, 1983.
14. Loukas M, Krimbas CB, Vergini Y. The genetics of *Drosophila subobscura* populations. IX. Studies on linkage disequilibrium in four natural populations. *Genetics* 93:497-523, 1979.
15. Larruga JM, Cabrera VM, González AM, Gullón A. Molecular and chromosomal polymorphism in continental and insular populations from southwestern range of *Drosophila subobscura*. *Genética* 60: 191-205, 1983.
16. Andjelkovic M, Milanovic M, Stamenkovic-Radak M. Adaptive significance of amylase polymorphism in *Drosophila*. I. The geographical pattern of allozyme polymorphism at the amylase locus in *Drosophila subobscura*. *Genetica* 74: 161-171, 1987.
17. Nei M, Maruyama T, Chakraborty R. The bottleneck effect and genetic variability in populations. *Evolution* 29:1-10, 1975.
18. Sperlich D, Feuerbach-Mravlag H, Lange P, Michalidis A, Pentzos-Daponte A. Genetic load and viability distribution in central and marginal populations of *D. subobscura*. *Genetics* 86:835-848, 1977.
19. Mestres F, Balanyà J, Prevosti A, Serra L. Genética evolutiva de la especie colonizadora by *D. subobscura*. *Mundo Científico* 13:408-416, 1993.
20. Mestres F, Balanyà J, J. Sagarra C, Prevosti A, Serra L. O chromosome inversion polymorphism in Northern and Atlantic Europe and its implications in the American colonization by *D. subobscura*. *Z. zool. Syst. Evolut.-forsch* 32: 108-116, 1994.
21. Prevosti A, Serra L, Monclús M, Mestres F, Latorre A, Ribó G, Aguadé M. Colonización de América por *D. subobscura*. *Evolución Biológica* 1:1-24, 1987.
22. Pascual M, Ayala FJ, Prevosti A, Serra L. Colonization of North America by *D. subobscura*: ecological analysis of three communities of drosophilids in California. *Z. zool.Syst. Evolut.-forsch.* 31:216-226, 1993.
23. Lumme J, Lakkovaara S, Muona O, Järvinen O. Structure of a boreal community of drosophilids (Diptera). *Aquilo Ser. Zool.* 20:65-73, 1979.



# CONVENCION CIENTIFICA NACIONAL



"Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología"

Armenia, Septiembre 18 - 21, 1999  
Lugar: Cenexpo

## INFORMES

Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia A.C.A.C.

Carrera 50 No 27 - 70

Modulo 3

Tels: 2216769 2217348 2219281 Fax:2216950

División de Eventos

telefax: 221 92 81

A.A. 92581

Santa Fe de Bogotá Colombia

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



Con el Auspicio de:  
COMITE DEPARTAMENTAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DEL QUINDIO.

GOBERNACION DEL QUINDIO  
ALCALDIA DE ARMENIA

COLCIENCIAS

ICFES

MINISTERIO DE EDUCACION

ICET

Asociación INTERCIENCIA

Rosalía Montealegre  
y María Elvia Domínguez  
Departamento de Psicología,  
Universidad Nacional de Colombia

Margarita Guzmán-Rico  
y Karen Ripoll Núñez  
Centro Educativo Integral  
Colsubsidio (CEIC)

Alfonso Sánchez Pilonieta  
Departamento de Psicología,  
Universidad de los Andes

**L**a televisión incide significativamente en la actividad recreativa, laboral, comunicativa, cognoscitiva y afectiva de los individuos, constituyendo un instrumento cultural de gran importancia en el siglo XX.

En los instrumentos culturales se condensa la historia de la humanidad, en general y de los pueblos, en particular. Son instrumentos culturales los implementos de trabajo, los portadores de textos, las obras artísticas, los utensilios de uso diario y todas las herramientas que permiten la interacción del sujeto con el medio, con diversos contextos, con otros sujetos y objetos.

En cuanto instrumento cultural, la televisión induce formas especiales de comportamiento, influyendo tanto positiva como negativamente en el espectador. Dentro de los aspectos positivos podemos considerar la posibilidad de acceder a un mundo más universal, de ampliar el conoci-

# Violencia y

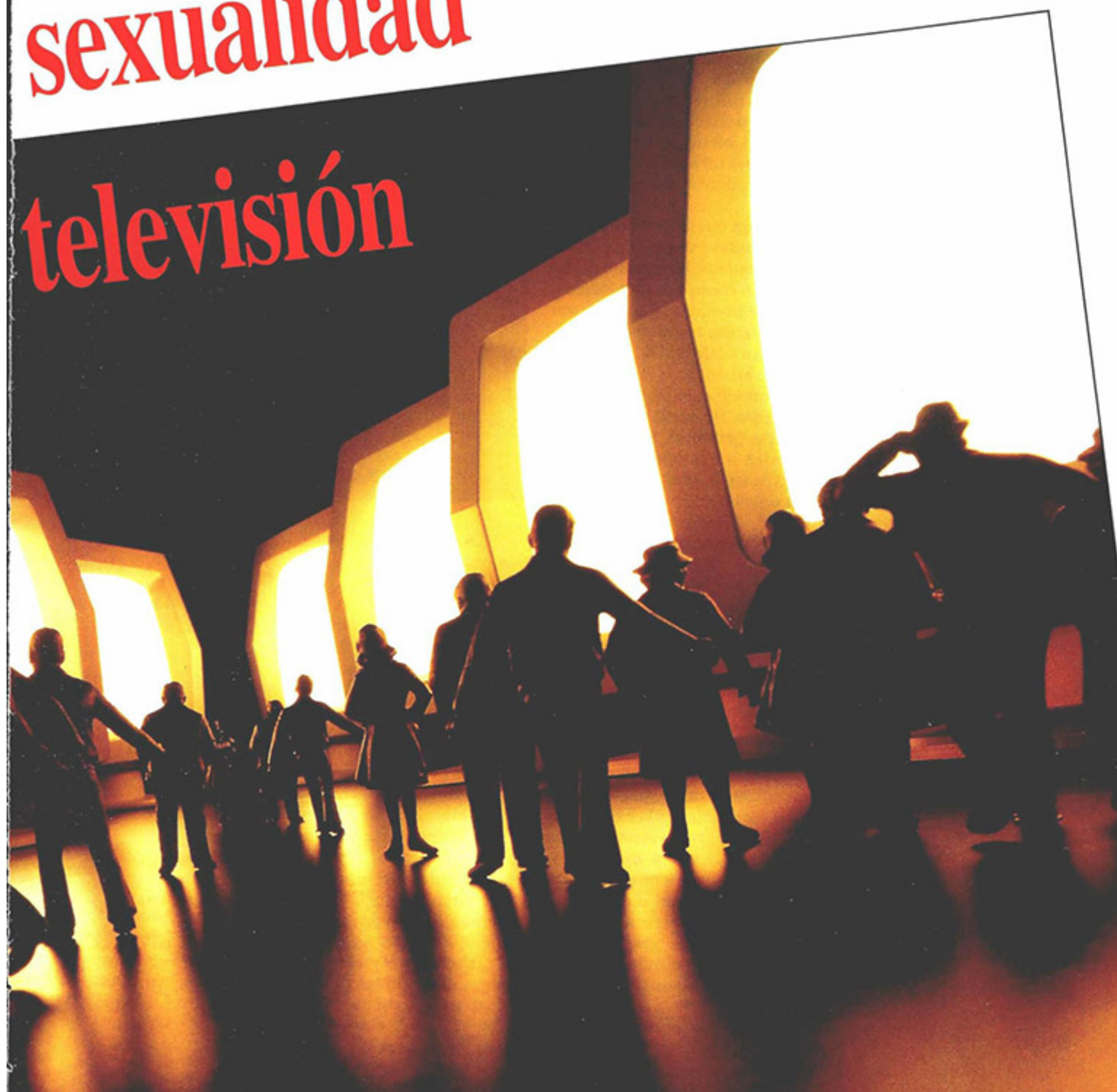
# en la



# ¿Es posible ev

**sexualidad**

**televisión**



**¿Evaluar su efecto?**

miento (individual y colectivo) y de contar con un espacio social al alcance del individuo corriente. Con respecto a la influencia negativa, es evidente que la televisión hace cada vez más énfasis en contenidos de violencia, sexualidad y pasiones destructivas y, por otra parte, privilegia la comunicación visual en detrimento de la interacción personal.

Es importante tener en cuenta que los mensajes televisivos (textos audiovisuales) encarnan signos culturales y mediatizan las acciones del sujeto y sus relaciones con contextos ideológicos, políticos, laborales, familiares, etc. En otras palabras, el ser humano vincula los mensajes a su quehacer y sus vivencias cotidianas. La televisión se ha convertido en el más importante regulador del tiempo libre en el espacio privado, transformando las formas de sociabilidad y el mundo de la experiencia personal. Dos preguntas surgen: ¿Qué motiva a ver televisión en el tiempo de ocio? ¿Cuáles son los efectos sociocognitivos de la televisión?

Según Greemberg<sup>14</sup>, diferentes estudios coinciden en las razones identificadas, tanto en espectadores infantiles como en adultos. En una encuesta realizada con jóvenes, éstos dijeron tener tres motivos principales: obtener ideas y sensaciones nuevas, aprender qué espera de ellos la sociedad y entretenerse en su tiempo libre. Además de las motivaciones mencionadas, Greemberg ha encontrado que la televisión contribuye a cambiar el estado de ánimo del individuo, a satisfacer la necesidad de compañía y a evadirse temporalmente de las dificultades de la vida cotidiana. Existen otros motivos, aparentemente contradictorios, para ver televisión. Uno de ellos es la excitación que provoca; el otro, la sensación de descanso, relajación y distensión. Esta dualidad sugiere que el estado de ánimo puede ser el motivo más importante para recurrir a la televisión como medio de gratificación. De ser así, su uso se modificará de acuerdo con el grado de satisfacción alcanzada.

Las investigaciones sobre los efectos sociales de la televisión establecen una relación entre las razones para acudir a este instrumento cultural y los cambios observados en experiencias posteriores de los individuos. Los efectos pueden clasificarse en las siguientes áreas: configuración de la identidad social y personal, mediatización de la experiencia, y formas de comunicación y sociabilidad.

**La televisión**  
**se ha convertido**  
**en el más**  
**importante**  
**regulador**  
**del tiempo**  
**libre.**

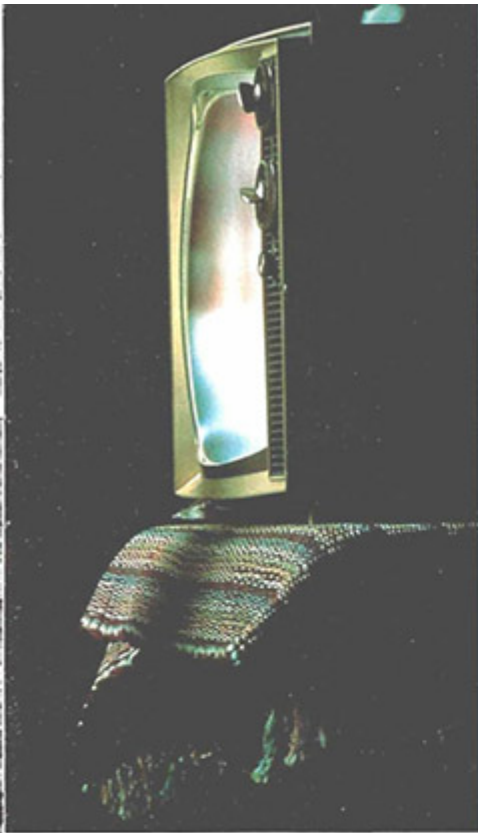


La identidad del yo es un estado de equilibrio entre la identidad personal y la social. La identidad personal hace referencia al sí mismo del sujeto, involucrando en primer lugar nombre, nacionalidad y procedencia étnica y social e incorporando un conjunto de representaciones verbalizables sobre la percepción de lo que uno es, de lo que significa para los demás, de lo que intenta ser. Para Habermas<sup>2</sup> (citado por Biermann<sup>2</sup>), la identidad personal «garantiza algo así como la continuidad del yo en la secuencia de estados cambiantes de la historia vital; la identidad social preserva la unidad en la pluralidad de los diferentes sistemas de roles que uno debe ser capaz de desempeñar simultáneamente...».

Los estudios sobre el aprendizaje de roles sociales (de género, clase y etnia) y el impacto de los contenidos violentos de la televisión plantean posibles efectos en la imagen personal y social del sujeto. Sin embargo, no se tiene aún conocimiento acerca de cómo se articulan los contenidos televisados con los patrones de identificación, la construcción de identidad, la internalización de estructuras y los fenómenos —propios del proceso de individuación— de dependencia e independencia de los estereotipos sociales.

Rolf<sup>26</sup> afirma que la televisión amplía el campo visual, al traer el mundo al interior de la casa. Habría que preguntarse qué tipo de mundo entra a la cotidianidad familiar y cómo se amplía el marco cultural de la vida cotidiana.

Para Cebrian<sup>6</sup>, la televisión se presenta como un superlenguaje mixto que asume todos los códigos auditivos perceptibles (música, sonidos animales y humanos), todos los visualmente



perceptibles (movimientos, escritos, expresiones artísticas) y registra también repercusiones sensoriales de otros sentidos sobre la vista y el oído; por ejemplo, el tocar algo que quemara inesperadamente se concreta de manera visual en una sacudida de la mano o de manera auditiva con verbalizaciones.

En la televisión se dispone de una forma instantánea de comunicación, que cancela tiempo y espacio: la telepresencia se confunde con la presencia, lo teleinmediato con lo inmediato y la telerealidad con la realidad. Al ensamblarse a través de ritmos de tiempo y movimiento, sonido, imagen y libreto, el lenguaje televisivo propone la recreación de reali-

dades y de situaciones cotidianas. Ya no se trata de «ver la televisión como vemos el mundo, sino de ver el mundo a través de la televisión».

La televisión borra las distancias, convierte al espectador en ciudadano del mundo y permite experimentar la sensación de estar «acompañando a otros en sus viajes». Así mismo, juega con la temporalidad: retrocede en la historia, la hace presente en la pantalla, se adelanta a los acontecimientos y los convierte en hechos cumplidos<sup>9</sup>. Con la integración de las demás formas tradicionales de mediación comunicativa, el lenguaje audiovisual parece acercarse a las formas de comunicación y actividad de la vida cotidiana. Incluso, presenta algunas ventajas sobre éstas: reduce considerablemente factores situacionales, tales como la presión creada por la presencia de otro, y amplía el margen del acto comunicativo.

Numerosos investigadores consideran que la televisión puede afectar la disposición a la sociabilidad y la comunicación auténtica, creando «otros ficticios» y aumentando, aparentemente, la satisfacción con la disminución de encuentros personales; se convierte, entonces, en una especie de «coraza protectora» frente a un medio externo que ofrece cada vez menos posibilidades de «aventura directa» y constituye un medio de evasión ante las exigencias de la comunicación interpersonal y de la solución de problemas.

A la televisión se le responsabiliza del deterioro de la comunicación y del ritmo de vida en el ámbito familiar. Ha modificado patrones de horario en relación con las comidas, el sueño y el descanso. Para los adultos, se calcula en Estados

Unidos un promedio de 1 a 2 horas de exposición diaria a la televisión. En el caso de niños y jóvenes, puede ser de 2 a 4 horas diarias, si no existe regulación por parte de sus mayores. Un estudio llevado a cabo en Bogotá en el Centro Educativo Integral Colsubsidio mostró un promedio de 3,6 horas diarias para niños de 9 a 15 años, que se incrementaba en los fines de semana<sup>16</sup>.

Las relaciones motivación-emoción, credibilidad del mensaje (propuesta de acción) e impacto emocional aún no han sido dilucidadas. Para Rey<sup>23</sup>, la televisión no opera sola; es un dispositivo del engranaje social y sus relaciones con los televidentes están marcadas por otro tipo de interacciones que éstos tienen en su vida diaria. El papel socializador de la televisión está fuertemente ligado a la dinámica contextual, la historia familiar, las condiciones de clase social y las experiencias previas de los televidentes.

Por todo ello, es necesario considerar el compromiso de la televisión y, por consiguiente, de quienes intentan comprender sus efectos a través de la investigación. La pregunta es: ¿cómo interviene en la constitución significativa de la realidad pensada y vivida por el televidente en la cotidianidad? La búsqueda de respuestas requiere acoger diversos planteamientos de tipo cualitativo, cuantitativo, hermenéutico, empírico y experimental, entre otros.

## La investigación sobre violencia y sexualidad en la televisión

Al examinar la literatura sobre violencia (conducta agresiva) y contenido sexual en la televisión y sus efectos en el comportamiento del televidente, observamos que estas dos temáticas han sido abordadas como se describe a continuación.

### Violencia

La exposición a la violencia en televisión incrementa la probabilidad de conductas agresivas en niños y adolescentes. Friedrich y Huston<sup>12</sup> encontraron consenso entre los investigadores con respecto a la existencia de una relación causal bidireccional entre observación de violencia y agresividad. Sin embargo, este consenso no es reconocido por autores como Freedman<sup>11</sup>, quien postula que la generalización con base en resultados de laboratorio es cuestionable.

La evidencia presentada por diversos autores sobre una relación causal televisión-conducta agresiva resulta contradictoria. Comstock<sup>7</sup>,

por ejemplo, concluye que la exposición a violencia ha conducido repetida, aunque no constantemente, a un incremento de conductas antisociales. Afirma que las películas y los programas hostiles y agresivos aumentan la ocurrencia de actos agresivos en personas propensas a esos tipos de comportamiento.

Por el contrario, autores como Fernández y Dahnke<sup>10</sup> plantean que la exposición a un contenido violento puede conducir a una reducción de los comportamientos agresivos, aduciendo la existencia de resultados sólidos que muestran que la observación de violencia constituye un método eficaz para resolver problemas. Más recientemente, el mismo Comstock ha señalado que el efecto de la exposición a la violencia televisiva aún está por evaluarse<sup>8</sup>.

En estudios sobre el efecto de variables particulares en la relación televisión-conducta agresiva, se ha encontrado que no existe una relación causa-efecto entre la cantidad de violencia vista en televisión y la agresividad del sujeto. Rasgos de la personalidad como la extroversión, el neuroticismo y el psicotismo dependen también de factores hereditarios y no solamente del entorno. Por tanto, la relación entre agresión, disfrute de violencia televisiva y rasgos de personalidad debe ser reformulada en términos de correlación e interacción genotipo-medio ambiente<sup>20</sup>.

Algunos autores han sugerido posibles efectos diferenciales de la violencia en televisión sobre la conducta agresiva a largo plazo, dependiendo del sexo del televidente. Turner, Hesse y Peterson<sup>27</sup> encontraron que a largo plazo se produce un incremento de la conducta agresiva en niños, mas no en niñas.

El tiempo dedicado a ver televisión, combinado con el número de programas de acción y de aventuras vistos, origina conductas agresivas en preescolares. Sin embargo, Rowe y Herstand<sup>24</sup> no encontraron correlación significativa entre la frecuencia de observación de programas violentos y los comportamientos agresivos en adolescentes.

Cuando los padres utilizan un estilo mediador (explicación), los niños ven menos televisión, son menos agresivos e hiperactivos, más imaginativos y entienden mejor las representaciones observadas. Por ello, Singer<sup>25</sup> recomienda controlar el número de horas y el tipo de programas, la discusión de contenidos, la clarificación de conceptos y la explicación de las diferencias entre realidad y fantasía.

Los niños en edad preescolar comprenden claramente el contenido de los actos violentos que observan, pero pocas veces pueden identi-

car sus antecedentes y consecuencias. Un estudio llevado a cabo en Colombia por Gaitán, Caycedo y Maldonado<sup>13</sup> encontró en niños de 5,5 a 7,5 años la capacidad de construir, a partir de procesos cognitivos establecidos, relatos de programas de televisión observados, aunque no la de hacer construcciones más generales (macroestructuras); los niños identificaron estados mentales internos (creencias, motivos e intenciones) de personajes en la explicación de acciones y sucesos violentos de dibujos animados.

A nivel de enseñanza básica primaria, los niños pueden identificar motivos y consecuencias de la violencia presentada en televisión<sup>10</sup>. Huesmann<sup>18</sup> señala efectos del proceso acumulativo de aprendizaje de medios violentos durante la niñez, los cuales dan origen a esquemas de comportamiento agresivo que persisten en la edad adulta. Rowe y Herstand<sup>24</sup> encontraron dos factores asociados a comportamientos agresivos en adolescentes: la identificación con la agresión televisada y con las consecuencias de la misma.

Otras investigaciones se han ocupado de efectos específicos, a nivel de comportamiento, producidos por exposición a la televisión; en adolescentes se afectan el sueño, el desarrollo mental y emocional y la socialización. El análisis de situaciones de frustración muestra que



los adolescentes espectadores asiduos de programas de crimen y aventuras son significativamente más agresivos, independientemente de sus circunstancias de vida<sup>28</sup>.

Singer<sup>25</sup> considera indiscutibles los resultados de una serie de estudios acerca del efecto de la televisión sobre el desarrollo de la imaginación y la agresión en el niño de 4 a 8 años. Bjorkquist<sup>3</sup> ofrece una explicación, desde la teoría del aprendizaje social, en la cual plantea que el incremento de la agresividad posterior a la exposición a la violencia en televisión se debe a un condicionamiento instrumental de segundo grado (vicario). La exposición a la violencia en televisión se traduce en un incremento de los juegos de agresión interpersonal; la exposición a otro tipo de programas incrementa, en cambio, los juegos de actividad<sup>19</sup>.

Gunter<sup>15</sup> ha investigado las percepciones del televidente, haciendo énfasis en el poder de la televisión para moldear puntos de vista, el cual reside, en su concepto, en la representación simbólica de normas y valores socioculturales descritos como aspectos distorsionados y estereotipados de la realidad. Propone el uso de marcos de referencia analíticos que incorporen interpretaciones cognitivas a las evaluaciones afectivas que los televidentes hacen de los contenidos de la televisión.

### Sexualidad

Se ha observado que el contenido de los programas de televisión produce efectos en el comportamiento sexual. Los estudios relativos al impacto de las imágenes presentadas en televisión sobre los roles genéricos de los individuos han enfocado cuatro áreas principales: percepción de conductas típicas de los géneros y roles ocupacionales; tendencia del televidente infantil a identificarse con personajes; representaciones del televidente versus estereotipos; y cultivo de actitudes propias del rol de los géneros en niños y adultos.

Dentro del primer grupo se encuentran estudios que señalan la importancia de la televisión como fuente de información ocupacional. Los adolescentes, sin embargo, consideran altamente estereotipadas las

## La televisión sirve como vehículo de identificación de roles.

ocupaciones que se asignan a cada género en la televisión<sup>29</sup>.

Morgan constató una mayor tendencia a adoptar actitudes tradicionales de roles sexuales en los adolescentes que veían más televisión. Los datos demostraron que la televisión realiza una contribución particular a las actitudes ligadas al rol sexual de los adolescentes, pero no incide de igual forma en su conducta real.

Se ha encontrado que las percepciones del espectador con respecto a los estereotipos del rol sexual, están basadas más en el papel desempeñado por el actor que en los atributos propios del rol sexual

del televidente y del actor<sup>21</sup>. Fernández y Dahnke<sup>10</sup> sostienen que actualmente el interés se centra en determinar qué efecto tiene —si lo hay— en las creencias personales con respecto a los roles sociales del mundo real, la forma como el cine y la televisión los describen.

La televisión sirve como vehículo de escape, como actividad sensorial y cognoscitiva, y como oportunidad de identificación de roles, sobre todo sexuales. Hirschman<sup>17</sup> llegó a esta conclusión relacionando cinco motivos (activación sensorial, activación cognoscitiva, escapismo, estrategias de control y compromiso emocional) con preferencias por diferentes tipos de contenidos de la literatura, el cine y la televisión. Presentando un cuestionario estructurado a estudiantes de pos grado en ciencias de la conducta, quienes debían responderlo y administrarlo a su vez a cuatro individuos no estudiantes (364 personas en total), el investigador concluyó que, en las mujeres, la preferencia parece estar más frecuentemente asociada con el rol sexual femenino tradicional (por ejemplo, programas que tienen el motivo de compromiso emocional o de compañía); en el caso de los hombres, la televisión sirve principalmente como vehículo de escape.

Los estudios de contenido muestran que en la última década, las referencias sexuales en la televisión se han hecho cada vez más explícitas y frecuentes. En espectadores adolescentes, el efecto de la programación de televisión y la publicidad con contenido sexual es indudable. Brown, Childers y Waszak<sup>4</sup> obtuvieron resultados concretos; por ejemplo, los adolescentes que dependen demasiado de la televisión para informarse sobre sexualidad tienen estándares de belleza especialmente altos y consideran aceptables las relaciones premaritales o extramaritales con múltiples compañeros.



Frente a la importancia demostrada de la televisión en el modelado de conductas de rol genérico en adolescentes, se ha recomendado diversificar las imágenes presentadas y reducir las escenas de violencia, confiando en que las representaciones realistas y variadas de los géneros masculino y femenino aumenten la probabilidad de un desarrollo saludable<sup>22</sup>.

A diferencia de los estudios sobre la relación televisión-conducta agresiva, no se encontraron investigaciones en las cuales se discriminaran variables influyentes particulares. Bearinger<sup>1</sup> considera que se deben diseñar estudios correlacionales causales del impacto a largo plazo de escenas sexuales televisadas sobre la salud mental del adolescente. Al parecer, existe una relación bidireccional entre la observación de contenidos sexuales en la televisión y su comportamiento sexual.

Brown y Newcomer<sup>5</sup> encontraron que la actividad sexual produce un incremento en el interés por los contenidos sexuales de los medios de comunicación, a la vez que dichos contenidos incitan a los adolescentes a este tipo de conductas. Sin embargo, se carece de investigaciones

sistemáticas acerca del impacto de la sexualidad televisada sobre las actitudes y el comportamiento sexual del adolescente.

En conclusión, existen resultados contradictorios sobre la relación causa-efecto, con respecto a la exposición a contenidos violentos o sexuales en la televisión. Tampoco se ha llevado a cabo un seguimiento por periodos lo suficientemente largos para determinar si dicha exposición tiene un efecto duradero. No es posible sostener que el comportamiento agresivo o sexual es determinado únicamente, o incluso de manera primaria, por la exposición a estos temas en la televisión. Sin embargo, consideramos que es necesario efectuar investigaciones con proyección formativa y pedagógica, que permitan orientar al televidente para que tome conciencia de la influencia de la violencia y la sexualidad televisadas. Se debe analizar la actividad sociocognitiva del sujeto y su grado de objetividad y subjetividad ante la imagen televisada. Por otra parte, es necesario que el televidente mismo descubra el sentido y la importancia social de la televisión como instrumento cultural y el sentido de sus acciones individuales al interactuar con este instrumento.

## Referencias



1. Bearinger, L. H. Study group report on the impact of television on adolescent views of sexuality. Conference: Teens and television (1988, Los Angeles, California). *Journal of Adolescent Health Care*, Jan 11 (1) 71-75, 1990.
2. Biermann, B. Rol de los padres e identidad infantil. La educación en la familia adoptiva. *Revista Educación*. Vol 37, 82-95. Instituto de Colaboración Científica de Tübingen., 1988.
3. Bjorkquist, K. Filmvaldsforskningens bidrag till teoribildningen om aggressionens ursprung. (The origin of aggression in the light of research on television violence). *Psykologia*, 21 (6) 421-425, 1986.
4. Brown, J. D., Childers, K. W., Waszak, C. S. Television and adolescent sexuality. Conference: Teens and television (1988, Los Angeles, California). *Journal of Adolescent Health Care*, Jan 11 (1), 62-70, 1990.
5. Brown, J. D., Newcomer, S. F. Television viewing and adolescents' sexual behavior. *Journal of Homosexuality*, 21 (1-2), 77-91, 1991.
6. Cebrian, H. M. Introducción al lenguaje de la televisión, una perspectiva semiótica. Madrid: Pirámide, 1978.
7. Comstock, G. A. Sexual effects of movie and television violence. *Medical Aspects of Human Sexuality*, 20 (7), 96-101, 1986.
8. Comstock, G., Strasburger, V. C. Deceptive appearances: television violence and aggressive behavior. Conference: Teens and television (1988, Los Angeles, California). *Journal of Adolescent Health Care*. Jan 11 (1), 31-44, 1990.
9. Domínguez Benítez Ma. J. Los medios de comunicación social y los niños. Algunos indicadores. Prospectiva. En Seminario: Recepción Activa; Niños y medios de comunicación social. ICFES Serie Memorias de Eventos Científicos Colombianos. No. 67; 4-7 de abril de 1989. Evento organizado por la Unesco y la Universidad Industrial de Santander, 1989.
10. Fernández Collado C, y Dahne D.L. La comunicación humana. México: Mc Graw Hill, 1986.
11. Freedman Jonathan L. Television violence and aggression: A rejoinder. *Psychological Bulletin*, Nov. Vol 100 (3) 372-378, 1986.
12. Friedrich Cofer, L., Huston, Aletha C. *Psychological Bulletin*, Nov. 100 (3), 364-371, 1986.
13. Gaitán Leyva, A. (Dir.), Caycedo Perry O. L., Maldonado Fisher Ma. C. La comprensión de los niños acerca de los eventos violentos presentados en la televisión. Santafé de Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Psicología. Tesis de grado, inédita, 1994.
14. Greenberg, Bradley S. Los medios de comunicación masiva. Cap. 5, 143-174. En C. Fernández Collado y D.L. Dahne (1986). La comunicación humana. México: Mc Graw Hill, 1986.
15. Gunter, B. The importance of studying viewers perceptions of television violence. *Special Issue: Violence on television. Current Psychology Research and Reviews*, Spr 7 (1), 26-42, 1988.
16. Guzmán Rico, Margarita Televisión, niños y adolescentes. *Notas en Familia - Revista de Colsubsidio* - Agosto, No. 23, 22 - 23, 1993.
17. Hirschman, E. C. Consumer preferences in literature, motion pictures, and television programs. *Empirical Studies of the Arts*, 5 (1), 31-46, 1987.
18. Huesmann, L. R. Psychological processes promoting the relation between exposure to media violence and aggressive behavior. *Journal of Social Issue*, Fal 42 (3), 125-139, 1986.
19. Ling, P. A., Thomas, D. R. Imitation of television aggression among Maori and European boys and girls. *New Zealand Journal of Psychology*, Dec 15 (2), 47-53, 1986.
20. Lynn, R., Hampson, S., Agahi, E. Television violence and aggression: a genotype-environment, correlation and interaction theory. *Social Behavior and Personality*, 17 (2), 143-164, 1989.
21. Reep, D., C., Dambrot, F. H. In the eye of the beholder: viewer perceptions on television's male/female working partners. *Communication Research*, Feb 15 (1), 51-69, 1988.
22. Remafedi, G. Study group report on the impact of television portrayals of gender roles on youth. Conference: Teens and television [1988, Los Angeles, California]. *Journal of Adolescent Health Care*, Jan 11 (1), 59-61, 1990.
23. Rey Beltrán, G. El gigante y la bella dama de tamaño de dedal. La comprensión televisiva. En Seminario: Percepción activa: niños y medios de comunicación social. ICFES, Memorias de Eventos Científicos Colombianos # 67. Bogotá: ICFES, 1989.
24. Rowe, D. C., Herstand, S. E. Familial influences on television viewing and aggression: A sibling study. *Aggressive Behavior*, 12 (2), 111-120, 1986.
25. Singer, D. G. «Caution: Television may be hazardous to a child's mental health»: Erratum. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, Dec 10 (6) 320. Apareció originalmente como Singer, Dorothy G.; Benton, William en 1989 Oct 10 (5) 259-261. [En el mes de diciembre se eliminó a Benton], 1989.
26. Skiera, E. La escuela adecuada al niño como lugar de encuentro. *Revista de Educación*. Vol 37, 69-81 Tübingen, Alemania, 1988.
27. Turner, Ch. W., Hesse, B. W., Peterson-Lewis, S. Naturalistic studies of the long-term effects of television violence. *Journal of School Issues*, Fal 42 (3), 51-7, 1986.
28. Vetro, A., Csapo, A., Szilard, J., Vargha, M. Effect of television on aggressivity of Adolescents. *Special Issue: adolescent health in Eastern Europe*. *International Journal of Adolescent Medicine and Health*, Oct-Dec 3 (4), 303-320, 1988.
29. Wroblewski, R., Huston, S. C. Televised occupational stereotypes and their effects on early adolescents: Are they changing? *Special Issue: Television and the popular media in the world of the early adolescent. Journal of Early Adolescent*, Fal 7 (3), 283-297, 1987.

# Tu café y tú.

## La receta saludable



\*El consumo de café es un estímulo efectivo cuando la monotonía o la fatiga disminuye el rendimiento intelectual\*.  
KARL BATTIG, M.D. Instituto Suizo Federal de Tecnología de Zurich. COSIC - Centro de Información para la Ciencia del Café.

-  Te ves bien, eres linda, espontánea, mantienes una actitud positiva y refrescante hacia la vida.
  -  En ti se conjugan los ingredientes necesarios para mantener una actitud siempre saludable.
- Tu imagen depende de ti, tú eres la receta de la vida, y el café... tu mejor ingrediente.

**UN MENSAJE SALUDABLE DEL CAFE, PARA TI.**

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



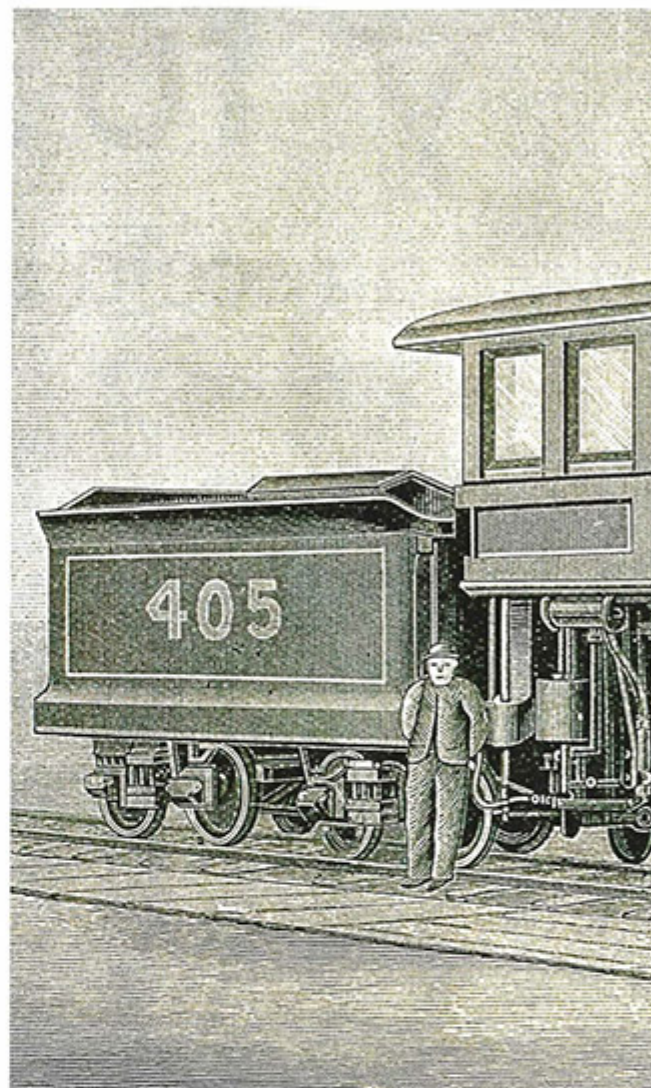
# El avance de la humanidad a

Jesús Aristizábal Fernández  
Ecopetrol-ICP

Desde sus propios orígenes, el hombre se ha enfrentado a las limitaciones en el conocimiento y a la inmensa dificultad para aprovechar las posibilidades ofrecidas por la naturaleza para un mejor vivir individual y colectivo. La respuesta inteligente del hombre a los desafíos de la vida y del ambiente también puede llamarse tecnología. Ésta empezó a generarse a un ritmo casi imperceptible durante milenios. Creció de manera ostensible, durante la última centuria, como consecuencia de la Segunda Revolución Industrial, y consiguió un ritmo casi frenético a partir de 1971, por el advenimiento del microprocesador, base de la revolución de la microelectrónica y la información.

¿Qué es tecnología? Ciencia, ingeniería, investigación y desarrollo, investigación básica y aplicada, desarrollo y tecnología son todos términos utilizados para cubrir algunos segmentos del amplio universo de la actividad técnica, para la que no hay un sello único aceptado. Otra acepción asocia la tecnología con la capacidad y habilidad para hacer cosas. De hecho, una corta definición de tecnología es "conocimiento de cómo hacer cosas", o "sistema por el cual una sociedad satisface sus necesidades y deseos"<sup>1</sup>.

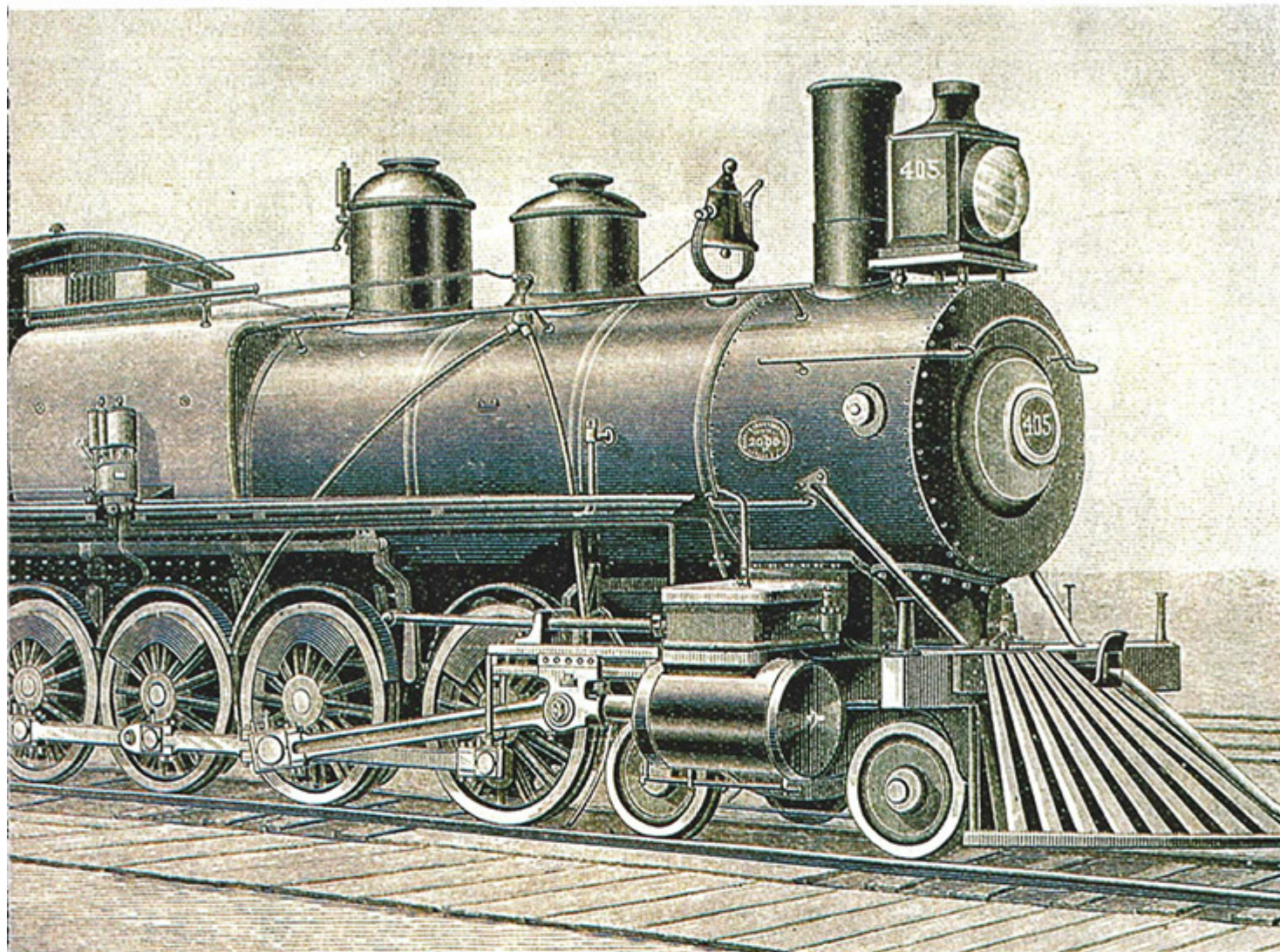
Abbetti<sup>2</sup> define la tecnología como un cuerpo de conocimientos, herramientas y técnicas derivadas de la ciencia y la experiencia práctica, que se usan para el desarrollo, diseño, producción y aplicación de productos, procesos, sistemas y servicios.



Esta definición involucra dos aspectos esenciales. El primero, que la tecnología es ciencia y experiencia, es decir, que la teoría y la práctica son indispensables para el éxito de ella. El segundo, se refiere a que la tecnología, contrariamente a la ciencia, no tiene valor, a menos que se aplique para generar riqueza y mejorar la calidad de vida.

J.K. Galbraith concibió la tecnología como la aplicación sistemática del conocimiento científico o de otro tipo de conocimiento organizado, a tareas prácticas. Monk et.al. visualizaron la tecnología en dos facetas; una como un cuerpo de conocimientos aplicado para la solución de problemas prácticos, que puede denominarse *know-how*, y otra como las herramientas y artefactos que se utilizan para conseguir esas soluciones.

# Través de los hitos tecnológicos



La tecnología es las dos cosas: software y hardware<sup>3</sup>.

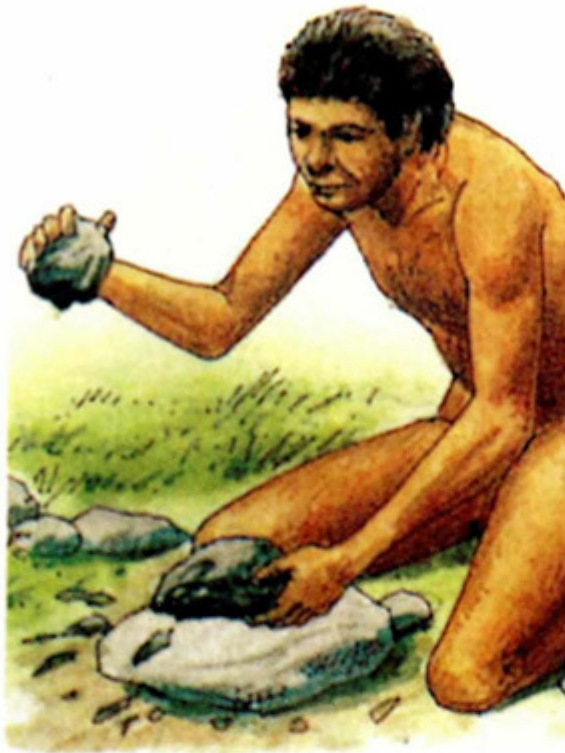
Hoy por hoy, la tecnología es una de las características más relevantes del mundo moderno. La perspectiva sobre la sociedad del mañana no muestra otra cosa que la influencia e importancia cada vez mayores de la ciencia y la tecnología en casi todos los campos de actividad humana.

## De la prehistoria a la revolución industrial

El primer avance homínido fue de carácter biológico y consistió, precisamente, en alcanzar tal condición. La más evidente muestra de eso fue haber descendido de los árboles para caminar erguido. Esta condición

bípeda lo convirtió en homínido, con lo cual, en este aspecto esencial, se encontraba más cerca del hombre que del mono. Así, los brazos y las manos se encontraron libres para hacer algo diferente a sólo sujetarse. Podía entonces manipular con mayor facilidad objetos del entorno, tocar y moverse. Con esto, el cerebro recibía continuamente un gran caudal de sensaciones e información, lo que permitió el desarrollo y crecimiento de la corteza cerebral<sup>4</sup>.

El *Homo habilis*, predecedor de los primeros homínidos, inició su existencia en el sudeste africano, hace más de dos millones de años. La manufactura y utilización de instrumentos y utensilios de piedra fue su característica más relevante.



Hace aproximadamente 1'600.000 años, el *Homo habilis* se había extinguido, evolucionando hacia un homo más perfeccionado, el *Homo erectus*, cuyo fenotipo en talla y corpulencia era muy similar al del hombre actual. Esta especie fabricaba útiles de piedra, mucho mejores que los conocidos hasta entonces, y como cazadora cobraba piezas mayores. Aunque el hombre ya era bípedo desde hace dos millones de años, se conservó el nombre de *Homo erectus*, asignado por la antropóloga Marie Eugene Dubois al *Pithecanthropus erectus* u hombre de Java, hallado por ella en 1894. Por entonces, aún no se conocía sobre la condición bípeda de los antecesores del hombre de Java<sup>5</sup>.

El *Homo erectus* debió enfrentar las inclemencias climáticas de las épocas glaciares; esto le hizo adoptar nuevas costumbres como el uso de pieles, la construcción de refugios y la utilización de cuevas para guarecerse del gélido ambiente. Es en una de estas cavernas, cerca de Pekín, donde se hallaron vestigios del *Homo erectus*, *Sinanthropus pequinensis* (1927), al lado de rastros de hogueras. Esto nos indica que el hombre ya utilizaba el fuego hace unos 500.000 años. Las técnicas para encenderlo y

su empleo constituyen uno de los grandes hitos de progreso para la vida humana. Con él se vencieron la oscuridad y el frío, las actividades diurnas pudieron extenderse más allá del anochecer y, además, en invierno se pudieron habitar regiones más frías.

El fuego también hizo posible cocer los alimentos, con lo que la dieta se hizo más sana y variada. Más adelante, avanzadas el fuego permitió la transformación de los metales mediante su fundición, para entonces, muestra de la más alta tecnología desarrollada.

Hace 200.000 años, los últimos especímenes del *Homo erectus* se estaban extinguiendo, dando paso a la aparición de homínidos con masa cerebral similar a la nuestra, aunque la forma de su cavidad craneana era un tanto diferente por ser abultada hacia atrás. Su fisonomía ofrecía una región supraorbital muy pronunciada, dientes anchos, frente y barbilla aplanadas<sup>6</sup>. A pesar de estas características físicas, no cabe duda de que era una forma de *Homo sapiens*. La otra corresponde a la nuestra. El *Homo sapiens* perfeccionó los útiles de piedra, dominó por completo el fuego, y seguramente inició el enterramiento y culto a los muertos y la práctica de primitivas formas de religión.

Entre 50.000 y 30.000 años A.C., las dos variedades de *Homo sapiens* coexistieron y, probablemente se cruzaron. Al final, sólo sobrevivió el tipo humano actual, el *Homo sapiens sapiens*. Éste se expandió más allá de los límites alcanzados por el *homo erectus* y abarcó Australia, Norteamérica, Asia oriental y el archipiélago nipón. Para el año 10.000 A.C., había poblado completamente Suramérica y todas las áreas continentales<sup>7</sup>.

Por esa época aparecieron el arte rupestre, la tea de aceite y la domesticación de animales. El hombre se estaba aprestando para la primera gran revolución tecnológica, la revolución neolítica o de la agricultura.

Hacia el año 8.000 A.C., las formas de trabajo y subsistencia del hombre primitivo cambiaron con el advenimiento de la agricultura. Hasta entonces, había sido cazador, nómada y, últimamente, ganadero.

Al dejar el nomadismo, se agrupó en comunidades tribales con un mayor grado de organización. La agricultura, la socialización y los adelantos tecnológicos permitieron a muchas comunidades generar excedentes de producción, con los cuales la población creció más rápidamente, y algunos individuos pudieron dedicarse a otros trabajos relacionados con las artes y el comercio.

El nuevo modo de vida sedentario originado por el hombre agricultor de las comunidades

# El pensamiento científico debió esperar hasta el surgimiento de la antigua Grecia.

asentadas en el Valle del Tigris y el Eufrates, en Egipto y a orillas del río Indo, ocasionó una revolución tecnológica sin precedentes. Ante todo, debió profundizar sus conocimientos sobre asuntos meteorológicos de carácter cíclico u ocasional e idear soluciones para la preparación de la tierra, la siembra y el regadío. El intercambio comercial entre comunidades y regiones se incrementó y con ello también creció la comunicación.

La revolución neolítica permitió, con el tiempo, la formación de ciudades y el surgimiento de nuevos sistemas sociales y de vida, llamados civilizados. La aparición de culturas con intereses propios de tierra, agua y otros recursos, también dio lugar a

una de las ocupaciones preferidas por el hombre, la guerra.

La mayoría de las civilizaciones primitivas vivieron bajo alguna especie de teocracia. Pero eran tan formidables los problemas de la existencia sedentaria que la gente exigió respuestas fácticas, por muy espiritual que pudiera ser la orientación de las culturas dominantes. "La ciencia parece desarrollarse con mayor exuberancia en culturas que tienen un actitud positiva hacia el mundo de los sentidos: parece agotarse en las culturas que acentúan lo espiritual y ultraterrenal. La evolución de la ciencia, por tanto, está fuertemente emparentada con las fases de la historia de la literatura y el arte más orientado hacia los sentidos. Y avanza bajo una nube de antagonismo inherente, si no hacia la religión, por lo menos hacia culturas con fuertes tendencias trascendentales, racionalizadas y sancionadas por creencias religiosas"<sup>8</sup>.

El avance técnico y científico en las primeras culturas se logró a través de la observación y experimentación empírica. El pensamiento científico debió esperar hasta el surgimiento de la antigua Grecia. La mentalidad de los griegos carecía de arraigos trascendentalistas y se dirigía más hacia un mundo pragmático y abierto a la acción humana. Los griegos desplazaron la visión mística y mitificada del cosmos con aproximaciones a éste más realistas y racionales. En Grecia se concibió una visión cósmica, científica y metafísica, expresada por Pitágoras y Platón. Así, puede afirmar que la verdadera ciencia tuvo su comienzo con los griegos.

La cultura griega comenzó a deteriorarse por los conflictos entre las ciudades-estado y por la conquista de Filipo de Macedonia y su hijo Alejandro Magno. El legado griego, apagado por la caída de Roma, pudo salvarse gracias a Aristóteles,

maestro de Alejandro, quien lo transmitió a la civilización greco-oriental de su imperio.

El colapso de la civilización antigua causó estragos en la imaginación cósmica del hombre occidental. Europa necesitó 800 años para recuperarse de la caída del imperio Romano: desde principios del siglo V, cuando San Agustín y los demás padres latinos modelaron el espíritu místico y trascendental del medioevo, en el que no había lugar para la observación científica del mundo, hasta el siglo XII, cuando el surgimiento de un primitivo pero vigoroso capitalismo, lentamente fraguado durante la Edad Media, dio origen a una renovación cultural, principalmente en las escuelas catedrales de Francia como la de Chartres.

En los inicios del siglo XVII, Johannes Kepler presentó las nuevas teorías acerca del movimiento de los planetas, y a fines de ese mismo siglo, Sir Isaac Newton formuló una concepción revolucionaria del universo físico, basado en el pensamiento matemático más avanzado, en su *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*.

El filósofo inglés Francis Bacon publicó, en 1620, los conceptos y reglas que constituyen el marco teórico del método científico. Bacon expresaba que el método deductivo es útil para las matemáticas, mientras que las leyes de las ciencias se obtienen por inducción, es decir, que, por ser generalizaciones, se derivan de una serie de observaciones específicas.

Galileo había aceptado la idea copernicana de un sistema planetario heliocéntrico, por lo que decidió publicar en italiano, en 1632, el *Dialogo dei massimi sistemi* (Diálogo de los sistemas mayores). Al no estar editado en latín, lengua reservada solamente para los más ilustrados, el escrito se puso al alcance del vulgo.

Por esta publicación, Galileo fue procesado ante la Santa Inquisición en una confrontación histórica entre ciencia y religión, que sólo volvió a alcanzar un alto nivel de efervescencia a principios del siglo XX, con motivo de la teoría evolucionista planteada por Darwin, y más recientemente, uno más moderado, pero aún no concluido, ocasionado por las tecnologías relacionadas con el control de la natalidad.

Sería pretencioso tratar de cubrir, sin caer en inevitables y múltiples vacíos y omisiones, la apasionante aventura del intelecto humano en occidente, desde el agricultor neolítico hasta el hombre del renacimiento. Baste decir que, durante este último período, el espíritu trascendental y la mente racional humana lograron una confluencia y una elocuente expresión en el hombre universal, personificado en portentos como Miguel Ángel y Leonardo. Los creadores de obras maestras, como ellos, para

concretar su inspiración artística, debieron superar desafíos tecnológicos, arquitectónicos y de ingeniería, sin precedentes.

### La revolución industrial

Desde 1712 y durante más de medio siglo, los mineros ingleses habían usado la máquina de vapor de Newcomen como dispositivo para bombear agua de las minas de carbón, a pesar de su ineficacia. En 1764, una de estas máquinas fue entregada, para ser reparada, al ingeniero escocés James Watt. El arreglo resultó asunto sencillo, pero Watt se propuso perfeccionar el aparato y lo logró. De ahí surgió la primera máquina de vapor aceptablemente eficiente.

Desde su invento, Watt no cesó de introducir mejoras al artefacto. En 1781, ideó el mecanismo de biela-manivela para convertir el movimiento alternativo de los pistones en movimiento circular en un volante. Así, podía transmitir energía a una gran variedad de mecanismos. Esta máquina de vapor fue la primera de las máquinas motrices industriales y su aplicación, en multitud de tareas, fue la clave para la revolución industrial que vendría a ocasionar, en un corto período, más cambios en la vida del hombre que los ocurridos desde la revolución neolítica, acaecida diez mil años atrás.

Con la máquina de vapor, los británicos desarrollaron la industria textil y la fabricación de diversos productos. Esta ventaja les concedía un poderío económico sin precedentes en el mercado mundial del momento. Bajo estos nuevos avances tecnológicos, el resto del mundo parecía obsoleto. Ellos querían mantener lo que hoy llamaríamos una "ventaja competitiva", especialmente en el sector textil. Para esto, guardaban celosamente los detalles técnicos propios de la nueva maquinaria, se cuidaban con el máximo secreto los planos y diseños, y no se permitía la salida del país de técnicos e ingenieros versados en estas tecnologías.

El primer caso de espionaje industrial, o, más eufemísticamente, de transferencia de tecnología, fue posible gracias al arribismo de Samuel Slater, quien se propuso conseguir una posición social y económica más representativa en el nuevo mundo, asunto más fácil allí que en la clasista sociedad británica. Así, con la nueva tecnología en la cabeza, emigró a los Estados Unidos

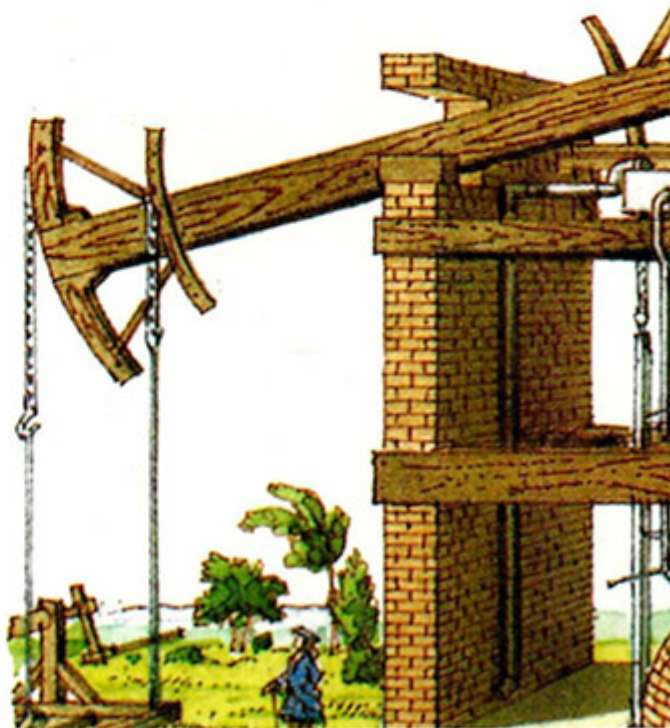
en 1789 y se alió con pudientes empresarios de Rhode Island. Arribista o no, Slater era un gran ingeniero, profundo conocedor de la tecnología en cuestión y poseía, además, un espíritu innovador y emprendedor. ¡Qué buena adquisición habían logrado los americanos! Sería la primera pero no la última.

Slater construyó la primera fábrica basada en la máquina de vapor Pawtucket, Rhode Island, en 1790<sup>9</sup>. Ése fue el despegue del gran poderío industrial, político y económico de los Estados Unidos de Norteamérica, que pronto se convirtió en el paradigma tecnológico del mundo occidental.

Los trabajos de James B. Francis, otro inmigrante inglés, en Norteamérica, son una muestra de cómo la tecnología se volvió científica. Su principal aporte, la turbina hidráulica, se convirtió en una de las más importantes máquinas de generación de energía para la industria americana. Francis desarrolló métodos teóricos que hicieron del diseño de la turbina hidráulica más ciencia y menos arte.

La teoría disponible era demasiado idealizada, o simplificada, puesto que omitía factores importantes como la fricción y la resistencia interna del fluido. Básicamente, lo que se había hecho entonces se fundamentaba en las reglas provistas por una sola ley natural sobre la velo-

Con la máquina  
de vapor,  
los británicos  
desarrollaron la  
industria textil  
y la fabricación  
de diversos  
productos.



idad de los fluidos, conocida como el teorema de Torricelli. En consecuencia, se omitían muchas otras circunstancias, las cuales, se sabe, afectan el flujo de agua a través de orificios<sup>10</sup>.

Francis trabajó en conjunto con Uriath A. Boyden. Éste era experto en matemáticas, mientras Francis poseía cualidades de experimentalista. Tal combinación de ciencia y práctica fue muy fructífera para el desarrollo de la nueva turbina y sirvió de punto de partida para la tecnología científica.

Antes de la revolución industrial, la ciencia afectaba la manera como la gente pensaba, pero a partir de ésta la tecnología comenzó a afectar, cada vez más, la manera como la gente vivía<sup>11</sup>.

### La segunda revolución industrial

La segunda revolución industrial, viabilizada gracias a una revolución tecnológica paralela, abarcó, más o menos, el período comprendido entre 1870 y 1914. Para entonces, las tecnologías tradicionales habían alcanzado condiciones de operación más rigurosas en presión y temperatura, que obligaban a una sustentación teórica más elaborada. Además, aparecieron otras como la electricidad y la química, con características de comportamiento invisibles o minúsculas, que requerían la postulación y comprobación de nuevas teorías científicas para su entendimiento.

El cambio de fase en el estado del arte de la tecnología establecida desde la revolución industrial inglesa, sustentada en el trípode: hierro-vapor-textiles, dio paso al sistema tecnológico electro-mecánico-químico, fundamentado en estos tres principales ámbitos de la técnica<sup>12</sup>.

Antes, el material dominante era el hierro fundido, la transmisión de energía se hacía pasando el movimiento alternativo a circular, mediante mecanismos de pistones, bielas y manivelas. Dentro de los materiales industriales y de construcción de la época se contaban algunas aleaciones ferrosas, la madera y la piedra.

En la segunda revolución industrial encontramos el acero, nuevos artefactos mecánicos, diversas maneras de transformación de energía, y la aparición y el uso de la electricidad y de la química.

Durante más de tres mil años, el hierro al carbono fue el material más apto para la fabricación de herramientas y armas; era duro, pero tenía

la desventaja de ser frágil. Para mejorar sus condiciones, podía bajarse el contenido de carbono mediante la forja, pero tal proceso encarecía el material.

Hacia 1856, el británico Henry Bessemer halló un procedimiento económico para eliminar carbono del hierro colado, dando origen a la siderúrgica de alto horno, que fue perfeccionada sucesivamente con mejoras incorporadas por los procesos Martin y Thomas.

El acero, a diferencia del hierro, presenta mejores características fisicomecánicas; por esto, su producción masiva y económica, gracias a los nuevos procesos de fabricación, permitió popularizar su uso. Conjuntamente con el acero aparecieron las aleaciones ferrosas, el aluminio y la metalurgia avanzada de aleaciones no ferrosas basadas en cobre, níquel, cromo y otros metales. Esto permitió el diseño y la fabricación de maquinaria y equipo más compacto, liviano, preciso, veloz y resistente, mejorando la intervención humana en los procesos de manufactura. Igualmente, emergieron nuevos materiales no metálicos, como el cemento.

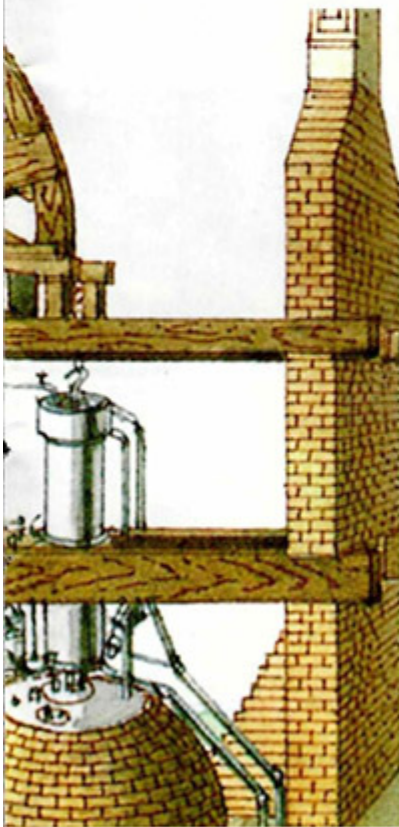
También recibieron gran difusión y se popularizaron las máquinas para usuario final, tales como máquinas de escribir, armas personales, bicicletas y muchas otras. En este ámbito, las tres de más impacto, sin duda, fueron el automóvil, la máquina de coser y la máquina de escribir.

**El automóvil:** el primer motor de combustión interna instalado en un pequeño carruaje fue construido en 1860 por el francés Jean Joseph Etienne Lenoir, pero resultó muy poco práctico. Dieciséis años después, apareció el motor de ciclo de cuatro tiempos, desarrollado por el ingeniero alemán Nikolaus August Otto, que de inmediato consiguió un verdadero éxito. Con la aparición del motor Otto, hacia finales del siglo pasado, se dio curso al arribo del "carruaje sin caballos" movido por gasolina, ¡el automóvil!

El pionero en la fabricación de automóviles fue otro alemán, Karl Friedrich Benz, quien desarrolló un prototipo comercial en 1887: éste se movilizaba sobre tres ruedas y alcanzaba una velocidad de 15 kilómetros por hora. Posteriormente, en 1891, el ingeniero francés Emile Constant Lavassor innovó el diseño mecánico de estos nuevos vehículos<sup>13</sup>.

Henry Ford construyó su primer automóvil experimental en 1886 y fundó su fábrica en 1899. Para entonces, en Estados Unidos existían unos 30 fabricantes que producían alrededor de 2.500 vehículos por año<sup>14</sup>.

**La máquina de coser:** fue patentada en 1846 por Elías Howe, quien, para demostrar la capacidad de su invento, compitió con cinco mujeres cosiendo a mano, a las que venció con



facilidad. Este artefacto vino a liberar a la mujer de una pesada carga doméstica y se constituyó en el primer eslabón para la creación de aparatos electrodomésticos, precursores del cambio sustancial del papel y estatus femenino dentro de la sociedad actual.

Tal invento también posibilitó la industria de fabricación masiva de vestuario estandarizado listo para ser usado, y sirvió como ejemplo para la producción en serie de una gran variedad de productos industriales y de consumo.

**La máquina de escribir:** fue desarrollada en 1873; mecanizó la tarea de la correspondencia y creó la función del secretariado, que también se convirtió en una importante nueva fuente de trabajo para la mujer.

Asimismo, durante esta época aparecieron otros inventos revolucionarios, como la primera resina artificial, la baquelita, y la primera fibra sintética, la viscosa. La diversificación en la canasta de materiales disponibles implicó un incremento en las posibilidades y adelantos de la tecnología industrial.

En la segunda revolución industrial, además de la máquina de vapor pudo contarse con la turbina, que posee la ventaja del movimiento circular a partir de su propio eje. También aparecieron variados equipos para generar, transformar y transportar energía, motores de combustión interna y muchos otros mecanismos.

La electricidad llegó con su facilidad de transmisión y conversión a otras formas de energía, como calor, iluminación, movimiento o fuerza electromagnética. La generación eléctrica habilitó el uso de fuentes naturales de energía como caídas de agua e hidrocarburos y dio mayores posibilidades de utilización al ya tradicional carbón.

Durante esta época, la química apareció como un sector industrial importante y, por tanto, como una tecnología y ciencia en evolución. El surgimiento de la química se debe esencialmente a dos circunstancias<sup>15</sup>.

Primero, a que la demanda de soda para la industria textil creció tanto que no pudo ser cubierta totalmente por la que se producía mediante el proceso Leblanc. Esto facilitó la aparición, en 1870, de un nuevo proceso, el Solvay, mucho más eficiente y económico y, por lo demás, menos contaminante. El segundo suceso importante fue la aparición de la química de síntesis orgánica, resultante también de los requerimientos de tintes para textiles, puesto que los utilizados hasta entonces no ofrecían suficiente fijación y calidad.

En 1856, el joven inglés estudiante de química, William Henry Perkins, perfeccionó la primera anilina colorante, logro que fue seguido por

una serie de desarrollos sobre colorantes sintéticos. Asimismo, la química de la celulosa dio paso a diversas nuevas sustancias y materiales, como lacas, placas fotográficas, y a fibras como seda artificial, viscosa y celofanes. En 1909 nació la química de resinas sintéticas con la baquelita.

El siglo XX trajo formas más originales de investigación científica. Thomas Alva Edison había utilizado un grupo de personas bien organizado y equipado para desarrollar la maravillosa lámpara incandescente y muchos inventos más. El primer laboratorio de investigación y desarrollo corporativo fue creado en 1901 por la General Electric Co, sucesora de la propia firma de Edison. Para 1918, ya contaba con 300 empleados y consiguió muchas innovaciones tecnológicas en el campo de la electricidad. Este esfuerzo tuvo especial retribución cuando Irving Langmuir ob-



tuvo, en 1932, el premio Nobel, por su trabajo sobre química de superficie, adelantado en estos laboratorios. En 1917, solamente en Norteamérica, el número de laboratorios de investigación industrial había crecido a 375 y en 1931 superaba los 1.600<sup>16</sup>.

### La revolución tecnológica

Lo característico de las grandes transiciones de la técnica es que se presenta un proceso de eliminación y reemplazo de los segmentos obsoletos de las tecnologías que han llegado a sus niveles de saturación y de regeneración de la parte reciclable de ellas, cuando esto es posible. Este concepto fue una gran contribución de Schumpeter, quien en 1934 caracterizó el cambio tecnológico como una fuente de "destrucción creativa" que supera monopolios y crea nuevas industrias.

Hacia la mitad de este siglo se vislumbraba el agotamiento del sistema tecnológico electro-mecánico-químico operante, con la aparición de tecnologías de reemplazo. Esto se hacía evidente con los materiales sintéticos, la tecnología nuclear y espacial, la electrónica más avanzada y el procesamiento de datos.

Este ciclo, que puso en crisis a todo el sistema social, cultural y económico no ha terminado del todo y ha sido denominado por algunos "la tercera revolución tecnológica". El nuevo paradigma científico-tecnológico está caracterizado por la preeminencia de las tecnologías de información-polimateriales-biotecnología-multienergías<sup>17</sup>.

**Tecnologías de información:** en la década de los sesenta, las tecnologías electromecánicas aplicadas a procesar y transportar información llegaron a sus máximos niveles de capacidad, debido al volumen y a la variedad de la información que debía ser manejada. A partir de entonces, la electrónica entró paulatinamente a sustituirla. Los equipos de cómputo y las centrales telefónicas, que utilizaban la antigua tecnología, iniciaron su mutación hacia equipos digitales.

El grado de evolución y la creciente complejidad de los problemas por resolver en las áreas aviónica y aeroespacial, presentes hacia finales de los sesenta, saturaron muchos métodos de diseño. Como respuesta aparecieron sistemas de diseño asistido por computador y simuladores de diferente tipo.

Como se ve, el procesamiento electrónico de datos nació en el sistema tecnológico precedente. Sin embargo, la nueva tecnología, representada por el microprocesador, rompió radicalmente con el pasado en cuanto a la capacidad de procesamiento y miniaturización.

El microprocesador, inventado en 1971, cambió todo de manera rotunda; desde entonces nada es igual en ninguno de los campos de la actividad humana. En esta minúscula pastilla de silicio se concentra el poder de procesamiento de miles de transistores, que constituían los primeros computadores comerciales. Esto permitió la miniaturización de los componentes electrónicos. La tecnología de procesamiento electrónico de la información se hizo dominante.

La digitalización de las telecomunicaciones reforzó el vínculo entre las tecnologías de procesamiento y almacenamiento de información, lo que ocasionó el surgimiento de una importante tecnología complementaria, la teleinformática, mejor conocida como telemática, producto de la simbiosis entre telecomunicaciones e informática.

**Polimateriales:** el paso de un sistema tecnológico a otro significa un aumento en las opciones, en la variedad y en la complejidad de los materiales disponibles. La primera evolución espectacular en los materiales fue la de los plásticos y las fibras sintéticas. Los plásticos llegaron como respuesta contra la corrosión y los ataques de las sustancias químicas.

Nos aproximamos a la era del uso masivo de los materiales compuestos. Los compuestos constan de una combinación de estructura y agregado: la primera debe resistir los esfuerzos en diferentes direcciones, mientras la matriz, de material dúctil, cohesiona los constituyentes y permite la transmisión y distribución de los esfuerzos. Adicionalmente, el diseño contribuye, para al correcto dimensionamiento del conjunto refuerzo-agregado.

Los materiales de refuerzo pueden ser fibras sintéticas como los polímeros. Dentro de éstos se cuentan el kevlar y las fibras de vidrio, carbón y boro. Como agregados se usan resinas fenólicas y epóxicas, imidas, cerámicos y metales.

La gran ventaja de los computadores es su versatilidad. Se pueden combinar características de resistencia y comportamiento, como alta resistencia mecánica sin el riesgo de corrosión o alta resistencia mecánica y bajo peso. En fin, el mundo de los compuestos permite diseños para resolver problemas y necesidades particulares.

Según su uso, los compuestos se ven en aplicaciones de alta sofisticación, como los desarrollados para la industria de aviación, aeroespacial y biomedicina. El otro ámbito es el de los compuestos para uso general, de aplicación en las industrias automovilísticas y de implementos deportivos.

**Biotecnología:** la biotecnología nos sorprende a cada rato con novedades sensacionales,



**El nuevo**  
**orden se basa en**  
**una tendencia hacia**  
**la abstracción y la**  
**desmaterialización.**

como nuevos vegetales y microorganismos, experimentos de clonación o de fertilización *in vitro*. No obstante, la biotecnología no es tan nueva; se conoce desde tiempos remotos. Los sumerios, por ejemplo, disponían de varios tipos de cerveza. Desde entonces, el proceso de fermentación ha dominado la biotecnología, con aplicación principal en la preparación y conservación de alimentos y bebidas. Es el caso de la ya mencionada cerveza, el vino y otros licores, del pan y de los lácteos.

Aún hoy, la fermentación continúa siendo una de las aplicaciones más importantes de la biotecnología. Hasta el siglo XIX, la humanidad no tenía una evidencia científica de los agentes de tales fenómenos, los microorganismos, hasta que Pasteur publicó su teoría de los gérmenes en 1862. La identificación de la existencia de los microorganismos fue, además, el primer gran salto hacia la medicina moderna.

La biotecnología engloba dos aspectos singulares: el primero, la vida, que la distingue de las tecnologías basadas en el manejo de elementos inertes y, el segundo, la microscopía, que la diferencia de la agricultura y la ganadería, que han sido las tecnologías tradicionales de la vida.

**Multienergías:** la especie humana siempre ha necesitado, para su supervivencia y progreso, de la energía en sus diferentes formas. Inicialmente, de las más simples, el calor y la iluminación. Poste-

riormente, en la revolución neolítica, comenzó la utilización de la fuerza animal para tareas agrícolas. A medida que transcurrió la historia, el calor y la fuerza motriz se obtuvieron de varias fuentes, como leña, carbón, fuerza animal, caídas de agua, viento, geotermia, biomasa, petróleo, gas, electricidad, energía química, solar, nuclear...

Para obtener electricidad, que es la forma de energía más versátil y flexible, a escala industrial, generalmente se utilizan combustibles fósiles, como petróleo, gas y carbón, o caídas de agua, o se produce mediante plantas nucleares.

Los combustibles fósiles son todavía una fuente importante de contaminación, y la energía nuclear, en la forma en que se halla disponible actualmente —fisión—, no es lo bastante atractiva debido a los riesgos de accidente que pueden ocasionar catastróficos resultados de contaminación. La esperanza se fundamenta en las investigaciones sobre fusión nuclear, con la cual se obtendría una fuente limpia, segura y prácticamente inagotable de energía.

En la reacción de fusión termonuclear se unen entre sí, a altísimas temperaturas, dos núcleos de átomos ligeros para producir un núcleo más pesado, con liberación de gran cantidad de energía. La materia prima más usada para alimentar un reactor de fusión consiste en dos isótopos del hidrógeno: deuterio y tritio. El primero es abundante en el agua de mar, (un galón de agua contiene aproximadamente un gramo de deuterio, el cual, al usarlo en fusión, libera una energía equivalente a 300 galones de gasolina). El tritio es menos abundante y puede ser obtenido a partir del litio. La puesta a punto de un reactor nuclear de fusión, de tipo comercial, depende de lograr que la energía necesaria para producir la reacción sea sensiblemente menor a la liberada por ésta. Para conseguirlo transcurrirán, según los más optimistas, unos treinta años más.

En asuntos energéticos, las principales tendencias apuntan a controlar la contaminación por el uso de energía: disminuir su consumo mediante la optimización de la eficiencia energética global, disminuir la dependencia de los combustibles fósiles y diversificar la canasta energética (multienergías), con mayor uso de las fuentes disponibles, a través de adelantos tecnológicos e investigación y desarrollo en fusión nuclear, hidrógeno, conversión de energía solar...

Según Ait-El-Hadj<sup>18</sup>, cada sistema tecnológico posee una lógica singular. Los paradigmas dominantes, en el sistema que se está superando, han sido la termodinámica y la química por tratarse de un sistema basado en potencia, tamaño y calor. También ha sido un sistema muy drástico con el medio ambiente natural.

La lógica del anterior sistema tecnológico era la sustitución de la fuerza humana por energía artificial. El nuevo orden se basa en una tendencia hacia la abstracción y la desmaterialización, en la que la función prevalece sobre el objeto, es decir, el "software" prevalece sobre el "hardware". La información reemplaza materia y energía; está nueva lógica se originó ante la necesidad de superar los límites del sistema anterior en cuanto a energía, materia y espacio.

Según Richard Khun, la evolución de la ciencia no es un movimiento progresivo y continuo. Ésta se ha desenvuelto dentro de procesos de ruptura de paradigmas, establecidos durante prolongados periodos. En este siglo se ha observado la caída y emergencia de paradigmas científicos, como en el caso de la teoría cuántica y de la relatividad, así como en el de la teoría de las partículas subatómicas y el descubrimiento del ADN.

Ahora las ciencias de la materia, como la física y la química, los modos de razonamiento

deductivo y la formulación matemática tradicional que los acompañaban, están perdiendo su función como referencia casi única para la totalidad del mundo científico.

El interés se desplaza hacia nuevas disciplinas, como biología, física de alta energía, neurofisiología y ciencias cognitivas, para sólo citar algunas. Al mismo tiempo, observamos una más profunda interrelación entre variadas ramas del saber, que antes no podíamos percibir: biología-química, electrónica-óptica, neurología-teoría de la información. Esas modificaciones requieren nuevas aplicaciones, como la teoría general de sistemas, de catástrofes y de caos determinísticos. Tales teorizaciones permitirán nuevas aproximaciones a la realidad y nuevas concepciones del conocimiento y del mundo.

La nueva concepción de la realidad es sistémica u holística. Esto constituye una ruptura radical con el modo de pensar que imperó en la ciencia durante casi dos centurias, con la visión cartesiano-newtoniana de la realidad como definible, divisible en elementos simples, con sus propias y particulares características, con una relación lineal entre ellos mismos. Ahora, el conjunto es más importante que las partes. Los elementos constitutivos son a la vez subconjuntos que se conforman y comportan sólo como una función de la coherencia total del sistema.

Las grandes transiciones tecnológicas pusieron al alcance del hombre una incontable cantidad de innovaciones. La más reciente está proporcionando una inmensa red de información y comunicación (autopistas de información). Esto incrementará drásticamente nuestra autonomía en relación con el tiempo y el espacio y traerá consigo crecientes niveles de globalización económica. Las empresas no estarán limitadas por su localización geográfica o por la de sus mercados, ni tampoco por la necesidad de movilizar personal y mercancía. El aislamiento de culturas y patrones de consumo será vulnerado con esta red, mediante la cual datos, información, conocimiento y decisiones circularán velozmente de manera inmaterial y con un mínimo consumo de energía.

La geopolítica en ciernes no muestra un espacio homogéneo ni armónico. Como ha sido tradicional, las potencias económicas, que lo son también tecnológicas, lo polarizan y lo sujetan a sus crisis y reajustes.

Históricamente, un poder nacional o zona dominante ha polarizado cada sistema tecnológico: el primero, perduró por miles de años en Europa. Con la primera revolución industrial se mantuvo allí. Después de la Segunda Guerra Mundial, el centro del poder se desplazó hacia Estados Unidos, a la costa este norteamericana,

y perduró en esta zona por más de treinta años, para luego dirigirse a la costa oeste, al Pacífico.

La cuenca del Pacífico se perfila como el escenario del forcejeo por la preponderancia entre Norteamérica y Japón, acompañado de los países del sudeste asiático. En todo caso, también estará en el juego el gran poder polarizador de la Unión Europea y el gran peso específico de Norteamérica, que podrían retardar, y aun evitar, el desplazamiento del eje geopolítico del mundo más hacia el Pacífico. ¡La lucha será comercial y, por supuesto, tecnológica!

#### Referencias

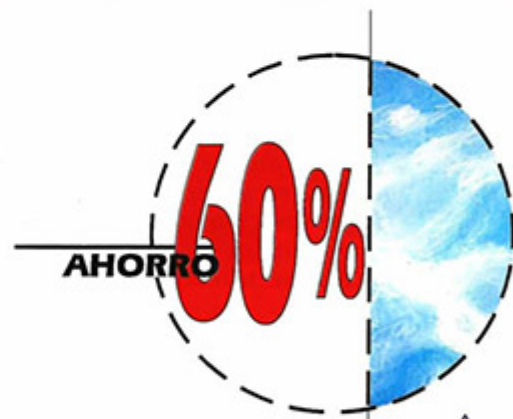
1. **Steels Lowell W.** *Managing technology: the strategic view.* New York: McGraw-Hill, pp.6,8,1989.
2. **Abbeti Pier.** *Linking technology and business strategy, special study of the Presidents Association, a division of American Management Association, New York, p.5-6.,1989.*
3. **Berry M.M and Taggart J.h.** *Managing technology and innovation: a review. R&D Management, Volume 24,Number 4, October, p.341, 1994.*
4. **Asimov Isaac.** *Cronología de los descubrimientos, Barcelona, Editorial Ariel,pp.1,2., 1989.*
5. *Ibid.,p.6., 1989.*
6. *Ibid.,p.8., 1989.*
7. *Ibid.,p.9., 1989.*
8. **Goldstein Thomas.** *Los albores de la ciencia, de los árabes a Leonardo Da Vinci. Fondo Educativo Interamericano, México D.F. p.40.,1984.*
9. **Asimov Isaac.** *Cronología de los descubrimientos, Barcelona, Editorial Ariel,p.283. 1989.*
10. *Ibid.,pp.106,107. 1989.*
11. *Ibid., p.101. 1989.*
12. **Smaïl AÛ-El-Hadj.** *Techno-shifts: meeting challenge of technological change. Cambridge, Massachusetts, Productivity Press, pp.27,28,1992.*
13. **Pursell Carol W. Jr. Editor.** *Technology in america, a history of individual and ideas. A voice of America, forum series, pp.184-186,1979.*
14. *Ibid.,pp.184-186. 1979.*
15. **Smaïl AÛ-El-Hadj.** *Techno-shifts: meeting challenge of technological change. Cambridge, Massachusetts, Productivity Press, p. 37,1992.*
16. **Pursell Carol W. Jr. Editor.** *Technology in america, a history of individual and ideas. A voice of America, forum series, p. 5,1979.*
17. **Smaïl AÛ-El-Hadj.** *Techno-shifts: meeting challenge of technological change. Cambridge, Massachusetts, Productivity Press, pp. 67-89,91, 1992.*
18. *Ibid., pp. 101-108, 1992,108.*
19. **Aristizábal Jesús.** *ICP, diez años del progreso tecnológico, Santafé de Bogotá, Editorial D'Vinni, 175 p., 1995.*
20. **Bunge Mario.** *La ciencia, su método y su filosofía. Ediciones Siglo Veinte, Buenos Aires, 110 p., 1985.*
21. **Darry T.K. William Trevor Y.** *A short history of technology from the earliest times to 1900— New York: Dover, 782 p.,1960.*
22. **Kuhn T.S.** *La estructura de las revoluciones científicas, breviarios del fondo de cultura económica, México, 320p., 1971.*



# Líneas Tiffany, Acuacer y Nova productos sanitarios de bajo consumo de agua

Corona pone a disposición de los consumidores colombianos, estas tres líneas de productos sanitarios de alta tecnología, que permiten ahorrar hasta el 60% de agua.

Economice dinero, proteja la naturaleza y elija los colores que armonizan con los ambientes de Cerámica Corona.



- Tiffany
- Nova
- Acuacer

# Novedades editoriales

## TRATAMIENTO DE AGUAS DOMÉSTICAS E INDUSTRIALES RESIDUALES



Álvaro Campo Cabal  
CONVENIO ANDRÉS BELLO

Publicación realizada con la cooperación del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá —CIID—, que recoge informes de visitas realizadas (1993-1994) a universidades, centros de investigación y desarrollo e institutos de los países latinoamericanos del Convenio Andrés Bello. Las experiencias relativas al tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, su transferencia a comunidades y sus consecuencias para la salud humana constituyen un valioso aporte al estado del arte en dicho tema.

## THOMAS VAN DER HAMMEN- PREMIO A LA VIDA Y OBRA 1995

FONDO FEN COLOMBIA

El Comité Directivo del Fondo para la Protección del Medio Ambiente "José Celestino Mutis" otorgó el Premio a la Vida y Obra 1995 al Dr. Thomas Van Der Hammen, por su aporte científico al conocimiento de los recursos naturales en palinología, paleoecología, geología, ecología vegetal e historia de la vegetación colombiana.

## SISTEMAS JURÍDICOS PAEZ, KOGI, WAYUU Y TULE

Carlos César Perafán Simmonds  
COLCULTURA  
INSTITUTO COLOMBIANO  
DE ANTROPOLOGÍA

Este trabajo recopila cuatro sistemas jurídicos indígenas; el paez, el kogi, el wayú y el tule. Se inicia con una reflexión teórica sobre los sistemas múltiples de solución de conflictos en Colombia y su articulación con los sistemas jurídicos indígenas.

## PROYECTO PRINCIPAL DE EDUCACIÓN EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



UNESCO  
OREALC

Este proyecto es el resultado del consenso entre los representantes gubernamentales de los países de la región, con respecto a la necesidad de un esfuerzo renovado, intenso y sostenido para atender carencias y necesidades educativas fundamentales no satisfechas, mediante acciones conjuntas que proporcionen a cada nación los beneficios de la cooperación horizontal subregional, regional e internacional.

## ECONOMÍA Y OPINIÓN

Hernando Gómez Buendía  
FEDESARROLLO

Reflexión sobre el raro oficio de pensar en forma organizada y opinar públicamente sobre los problemas económicos y sociales del país.

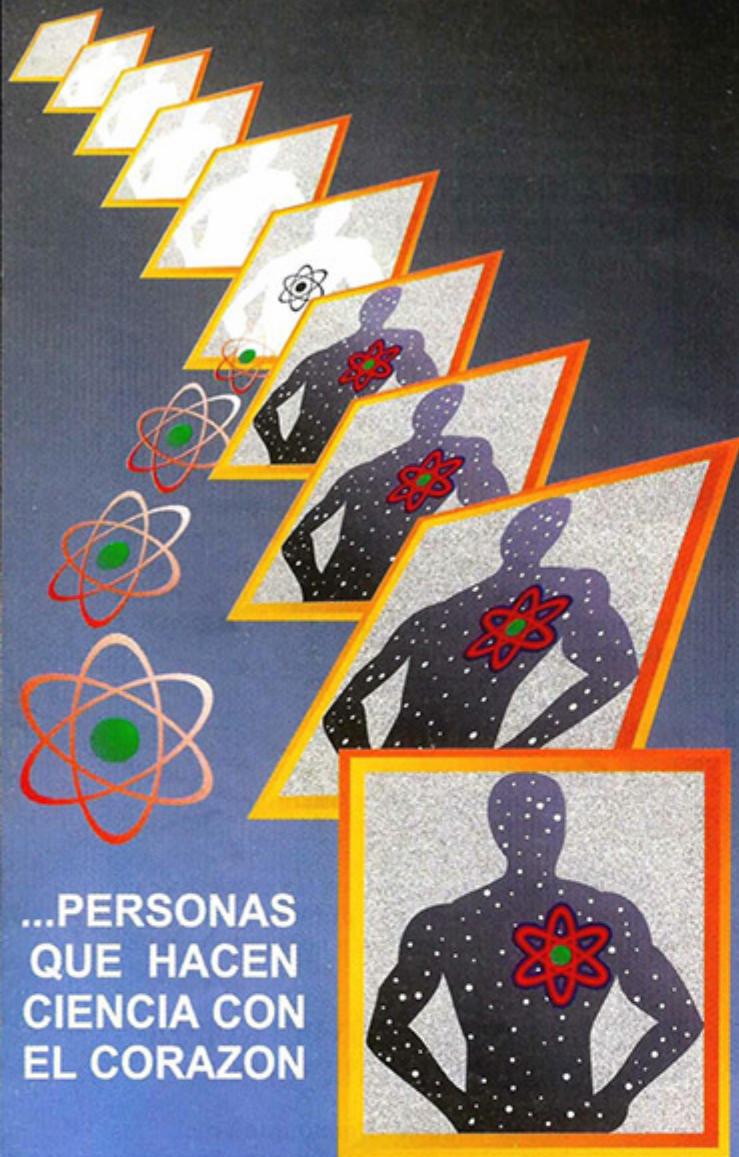
## HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE UN OBSER- VATORIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Xavier Polanco, Dominique Vinck,  
Manuel Medina, Sandra Brisolla y otros  
INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL  
DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA  
TECNOLOGÍA  
COLCIENCIAS

El observatorio de Ciencia y Tecnología reunirá información acerca de la actividad científica y tecnológica del país y la pondrá a disposición de todas las instancias de decisión —a nivel nacional e internacional—, para el beneficio de la sociedad y su desarrollo.

En esta publicación de Colciencias se analizan experiencias externas, el tratamiento de bases de datos especializadas, la generación de nuevas técnicas de medición y las bases para la creación de un observatorio colombiano.

# PREMIO NACIONAL AL MERITO CIENTIFICO



...PERSONAS  
QUE HACEN  
CIENCIA CON  
EL CORAZON

## Mayores Informes:

Carrera 50 No 27 - 70

Modulo 3

Tels: 221 67 69 221 73 48 Fax: 221 69 50

División de Eventos

Telefax: 221 92 81

A.A. 92581

Santa Fe de Bogotá Colombia

Colombia crece con



Granahorrar

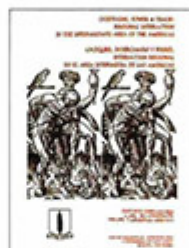
ASOCIACION COLOMBIANA  
PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA  
A.C.A.C.

## AMPLIFICADORES REALIMENTADOS

Alfredo Constaín Aragón  
ADISSON-WESLEY  
IBEROAMERICANA

Los amplificadores realimentados son, en cierta forma, los sistemas más complejos de la electrónica analógica. La aproximación práctica al estudio de tales sistemas permite al lector profundizar y dominar las técnicas lineales más avanzadas de análisis y diseño.

## CACIQUES, INTERCAMBIO Y PODER: INTERACCIÓN REGIONAL EN EL ÁREA INTERMEDIA DE LAS AMÉRICAS



Carl H. Langebaek  
Felipe Cárdenas- Arroyo  
DEPARTAMENTO  
DE ANTROPOLOGÍA  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

Serie de artículos sobre el problema de la interacción social en sociedades prehispánicas de la llamada Area Intermedia, con énfasis en procesos de cambio.

## Adpostal



¡Llegamos a todo el mundo!

CAMBIAMOS PARA SERVIRLE MEJOR A  
COLOMBIA Y AL MUNDO

ESTOS SON NUESTROS SERVICIOS

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

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

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

DISEÑADA PENSANDO EN SU TIERRA!



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

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

Young & Rubicam



USARLA EN ESTABLECIMIENTOS  
AFILIADOS NO LE VALE NADA



**Granahorrar**  
CORPORACIÓN GRANCOLOMBIANA DE AHORRO Y VIVIENDA  
Usted nos tiene a nosotros

