

Innovación y Ciencia

VOLUMEN VIII, Nº 1, 1999

El Proyecto Genoma Humano

Observaciones
anómalas sobre
la superficie
lunar

Viaje al mundo
microscópico

TARIFA POSTAL REDUCIDA 769. Precio: \$4.200.00
Publicación de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia - A.C.A.C.



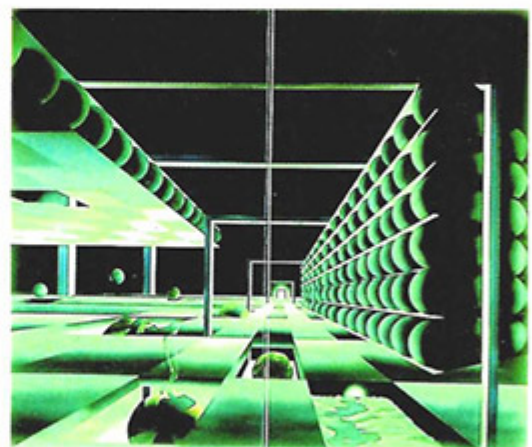
EXPOCIENCIA - EXPOTECNOLOGÍA 99 **"CONOCIMIENTO PARA EL PRÓXIMO MILENIO"**

La Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia A.C.A.C., entidad líder durante 29 años en el fomento de la ciencia y tecnología en Colombia, organiza cada dos años Expociencia-Expotecnología, el evento más importante que se realice sobre este tema en Sudamérica. El lema para su VI versión es "Conocimiento para el Próximo Milenio".

En los albores del tercer milenio, es cada vez más claro que la verdadera riqueza de un pueblo la constituye el conocimiento que posea su gente y su capacidad para utilizarlo. Es por ello que la educación, especialmente orientada hacia las ciencias y tecnología, debe constituirse en la máxima prioridad para el desarrollo de nuestro país.

Expociencia - Expotecnología 99 será la verdadera puerta de entrada para la Colombia del próximo milenio y la mejor oportunidad para que todas las entidades que trabajan en educación, ciencia y tecnología, presenten y comercialicen sus actividades, productos y proyectos y, a través de los foros, cursos y seminarios puedan intercambiar experiencias, establecer alianzas y contribuir a crear futuro.

- PARTICIPE EN :**
- **EXPOSICIÓN COMERCIAL**
 - **EXPOSICIÓN INSTITUCIONAL**
 - **EXPOSICIONES ESPECIALES**
 - **ENCUENTRO EMPRESARIAL EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN**
 - **EXPOCIENCIA JUVENIL - FERIA INTERNACIONAL DE LA CREATIVIDAD**
 - **EXPOCIENCIA UNIVERSITARIA**
 - **EVENTOS ACADÉMICOS**





VI

EXPOCIENCIA

EXPOTECNOLOGÍA 99

CONOCIMIENTO PARA EL PRÓXIMO MILENIO

SEPTIEMBRE 24 A OCTUBRE 3 DE 1999
CORFERIAS, SANTA FE DE BOGOTA - D.C. - COLOMBIA



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



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

Presidente
Eduardo Posada Flórez

Innovación y Ciencia es la revista
de divulgación científica y tecnológica de la Asociación
Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC.

Coordinadora editorial
Rosario Martínez

Comité editorial
Nobora Elizabeth Hoyos, Alberto Ospina,
Eduardo Posada, Rosario Martínez, Carmen H. Carvajal

Asesoría editorial
Mauricio Pérez Gil.

Consejo editorial internacional
José Fernando Escobar, Leon Lederman,
Isabel Llano, Rodolfo Llinás.

Consejo editorial nacional
Carlos Corredor, Rodrigo Escobar Navia,
Rodrigo Gutiérrez, Guillermo Hoyos,
Luis Eduardo Mora-Osejo, Antonio Ordóñez-Piñaja,
Efraim Otero, Manuel Elkin Patarroyo,
Jorge Rodríguez Arbeláez

Corresponsales
Juan Carlos Salcedo, Andrés M. Pérez-Acosta,
Freddy Medina, Edgar Reyes

Publicidad
Clara López, Gloria Zamora

Secretaría
Yenny Yuliett Arias

Corrección de estilo
Angela Fuentes

Diseño gráfico y Producción
Vesalius - Arte y Ciencia Ltda

Fotografía
Photo Images Ltda., The Image Bank, Super Stock
Slide Depot, ABC Stock Imágenes

Preprensa electrónica
Elograf Ltda

Impresión
Printer Colombiana S. A.

Distribución
Distribuidoras Unidas S.A.

DERECHOS RESERVADOS.

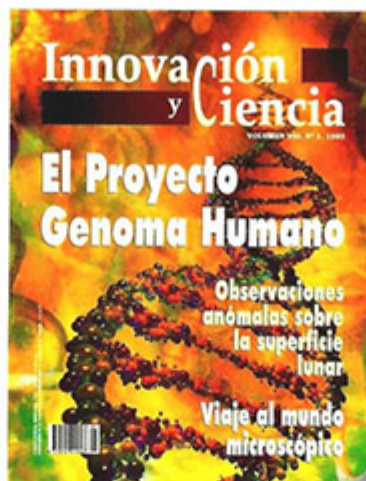
Prohibida su reproducción parcial o total
sin autorización expresa del Consejo Editorial.
La publicación no es responsable legal del contenido
de la publicidad de la revista.

Resolución Ministerio de Gobierno N° 5447
del 9 de octubre de 1992. ISSN 0121-5140.
Tarifa postal reducida N° 769 de Adpostal.
Venc. dic 98.

A.C.A.C. Cra. 50 N° 27-70,
Edificio Camilo Torres, A.A. 92581.
Fax: 2216950. Tels: 3150734 - 2213313 - 2217348.
e-mail: acac2@col1.telecom.com.co
Santafé de Bogotá - Colombia.

Precio de venta al público \$4.200.
Suscripción (5 números al año): \$19.000.
Impresa en Colombia.

CONTENIDO



PORTADA.
El objetivo del Proyecto
Genoma Humano es
determinar la secuencia
completa de los tres mil
millones de pares de
bases del ADN.

NOTA DEL EDITOR

La relación universidad-industria: ¿hasta dónde llegar?

7

NOTICIAS Y COMENTARIOS

¿Es posible la vida a alta temperatura?

8

El Proyecto Genoma Humano. Actualidad y pasado reciente.

12

La degradación atmosférica del patrimonio escultórico.

16

Los retos del correo tradicional frente al correo electrónico.

20

VISTAZOS

El elemento 114 entra en escena.
Un fármaco antiepiléptico ahora es empleado contra el dolor.
Medicamentos para modificar el comportamiento en los perros.
Nuevo descubrimiento sobre la memoria de las aves.
Lechuza vieja no aprende a hablar, a no ser que...
Los restos homínidos más antiguos y completos.
El tamaño de la Web supera a los motores de búsqueda.
El proceso editorial en la revista *Nature*.
El genoma humano tiene derechos.

24

Innovación y Ciencia

Volumen VIII, N°1 - 1999

ARTICULOS

Viaje al mundo microscópico.

El perfeccionamiento de la microscopía ha conseguido que hoy en día resulten fundamentales dentro de la investigación en distintas áreas, herramientas tales como el microscopio electrónico en sus diversas clases y detectores, pues este se ha convertido en una parte imprescindible para el avance del conocimiento y la obtención de mejores resultados.

30



Observaciones anómalas sobre la superficie lunar.

La Luna es uno de los cuerpos celestes que ha sido más estudiado, incluso es el único que aparte de la Tierra ha albergado (aunque artificial y temporalmente) a seres humanos, a pesar de ello aún no existe una explicación satisfactoria de los llamados "eventos transitorios lunares": extrañas luces parpadeantes, relámpagos, neblina, entre otros fenómenos, que suceden en la superficie de nuestro satélite natural.

40

Reconocimiento de voz ¿Es posible hablar con las máquinas?

Los últimos avances en sistemas de reconocimiento de voz han permitido acercarnos más a las máquinas por medio del habla. Aunque los sistemas de reconocimiento de voz comerciales actuales no han demostrado un alto grado de confiabilidad, la aplicación de nuevas tecnologías basadas en la inteligencia artificial han permitido desarrollar neurochips con arquitecturas optimizadas para uso exclusivo en reconocimiento de frases o palabras predeterminadas con una precisión mayor al 99%.

46

La muerte neuronal, un evento fundamental para el desarrollo del sistema nervioso.

En los vertebrados, durante el desarrollo del sistema nervioso, ocurre una muerte masiva de las neuronas poco después de que éstas realicen sus primeras conexiones. Tal evento está modulado, en una neurona, por señales químicas y eléctricas generadas por las neuronas vecinas. Se cree que este fenómeno es necesario para la elaboración correcta de las redes de neuronas que conforman el sistema nervioso.

52

Educación científica y responsabilidad social.

En este ensayo el autor cuestiona la educación que se imparte actualmente y propone que para enfrentar el mundo del siglo XXI, los estudiantes deben incorporar en su desarrollo el pensamiento científico, la curiosidad, el escepticismo y el hábito del cuestionamiento crítico, con el fin de reducir la vulnerabilidad de los ciudadanos a la charlatanería y a la influencia de las pseudociencias.

58

De los antiguos a los modernos mitos de la electricidad.

El hombre a través de los tiempos ha buscado transformar la energía disponible en la naturaleza. En este artículo, el universo de lo mítico y de lo científico se entrelazan para dar respuesta a los fenómenos que hoy conocemos como electricidad y magnetismo.

64

NOVEDADES EDITORIALES

72

EL CAFE ES BUENO PARA TODOS

<http://www.cafedecolombia.com>



“El café es 100% natural y nos dá la energía necesaria para realizar con éxito todos nuestros proyectos, que son los proyectos de Colombia.”

TORO

EL CAFE



Despierta tu energía

Pasos Para Preparar En Casa Un Café Frío



- 1 Endulzar al gusto de 2 a 3 tazas de café, preferiblemente oscuro
- 2 Enfriar el café
- 3 Agregar en la licuadora el café y tres cubitos de hielo
- 4 Licuar por 20 segundos
- 5 Servir y degustar inmediatamente



Centros de Preparación de Café
E - MAIL: cpctazor@colomsat.net.co
Bogotá: Tels: 346 1809 / 249 3612

NOTA DEL EDITOR

La relación universidad-industria: *¿hasta dónde llegar?*

El tema de la relación entre la universidad y el sector productivo surge con frecuencia cuando se habla de desarrollo tecnológico.

En una situación ideal como ocurre en algunos países industrializados, especialmente en Estados Unidos, la universidad concede una altísima prioridad a la ciencia y dedica sus esfuerzos a desarrollar investigación básica de frontera e investigación aplicada de interés directo para el sector industrial. Esta última se lleva a cabo a través de contratos que pueden recibir una financiación parcial o, en ciertos casos, total del gobierno. El medio universitario constituye un excelente catalizador para lograr que los avances científicos más recientes puedan ser convertidos en productos comerciales en un lapso de tiempo más corto. De esta forma, la distinción tradicional entre ciencia básica y ciencia aplicada es cada vez más tenue. Por no citar sino un caso entre miles, es indudable que sin la investigación en física de semiconductores que condujo a la invención del transistor, el enorme desarrollo de la informática nunca hubiera tenido lugar.

En los países en vías de desarrollo, en especial los de América Latina, la universidad promedio, salvo honrosas excepciones, dedica su actividad esencialmente a la formación de profesionales, es decir, a la formación y no a la generación de conocimiento. Por ese hecho, su interacción con el sector industrial se ha limitado, y eso en contados casos, a tratar de mejorar los programas de las diferentes carreras con base en las sugerencias expresadas por éste. Por esta razón, la contribución de la universidad en sectores tan importantes como la negociación, la adaptación o la generación de tecnología ha sido mínima.

En lo que se refiere a las universidades más importantes de la región que sí dedican sus esfuerzos a la investigación, tanto básica como aplicada, su aporte al desarrollo económico no ha sido tampoco lo que podría esperarse y el diálogo con los industriales se ha limitado a un intercambio de buenas intenciones. Las razones para ello son múltiples. Por una parte, la industria en nuestros países tiene requerimientos de corto plazo, más relacionados con servicios de rutina o con la solución de problemas inmediatos que con la investigación científica, que por ese motivo no atraen al profesor universitario, más inclinado hacia la investigación de mediano y largo plazo. Igualmente, y además relacionado con lo ante-

rior, a causa de la estructura y el ambiente universitario, pues el ritmo de trabajo en las entidades académicas es muy diferente al de la industria y los trabajos de investigación, que en general se adelantan, a través de tesis de pregrado o de posgrado, no es posible avanzar al ritmo que requiere un jefe de producción industrial. Por último, aún si se logra encontrar una solución a los anteriores problemas existe todavía un obstáculo enorme que a menudo acaba con cualquier iniciativa: la administración universitaria, cuya estructura es en general incompatible con la agilidad y amplitud que requieren la investigación y el desarrollo tecnológico. Eso sin contar que casi nunca existe una política clara de propiedad intelectual, herramienta esencial cuando de innovación tecnológica se trata.

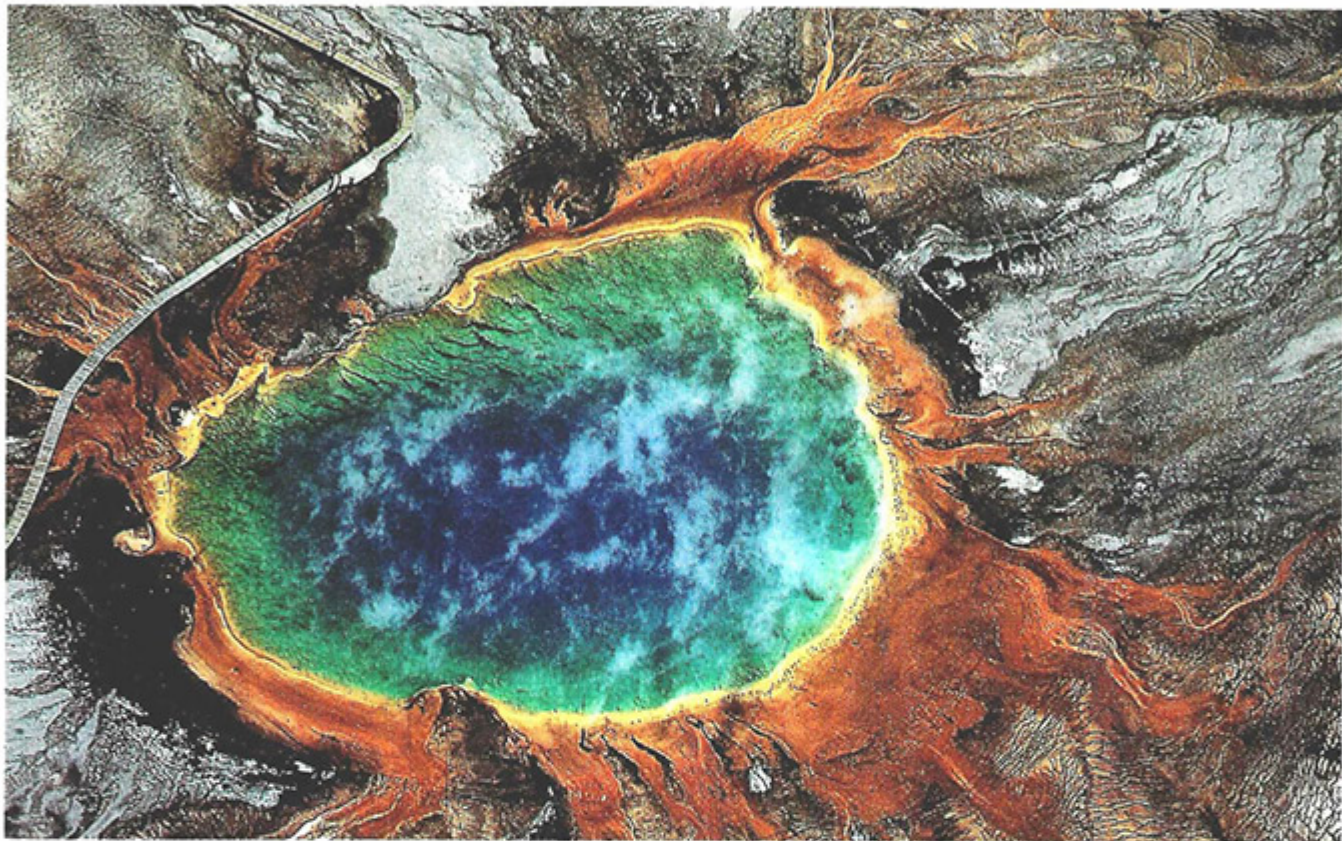
Si miramos todo lo anterior, es adecuado proponer algunas acciones intermedias que faciliten la relación entre la academia y el sector productivo para un mayor beneficio de ambas partes. Por un lado, es evidente que se debe estimular la investigación en la universidad, ya que sin ella nunca se puede garantizar la calidad de la formación que se ofrece. Esa investigación, sin embargo, debe amoldarse a las características propias de la universidad, planeándose a mediano y largo plazo sin sucumbir al inmediatez o a la venta de servicios, bajo la presión de querer ser autosuficiente. Para satisfacer las necesidades apremiantes de apoyo tecnológico por parte de la industria, la mejor solución es, sin duda, la de crear "interfases" entre la universidad y el sector productivo, independientes administrativamente de la universidad, pero colaborando con ella; que puedan dar soluciones de corto plazo a las necesidades urgentes de la industria, y transmitir a la universidad los problemas de más largo plazo que requieran una investigación más profunda y que puedan, en último análisis, conducir a verdaderos desarrollos tecnológicos.

Esas interfases pueden ser los centros de desarrollo tecnológico que se han creado recientemente en Colombia, siempre y cuando éstos cuenten con un equipo propio de expertos y con laboratorios apropiados, es decir, que sean centros "reales", en contraste con los centros "virtuales" que se han propuesto y que constituyen una utopía en un país en vías de desarrollo.

EDUARDO POSADA F.
Presidente A.C.A.C.



¿Es posible la vida a



Imagínese a un ser humano nadando plácidamente en una piscina de agua hirviendo. ¿sería poco probable verdad? Sin embargo, no lo es para muchos microorganismos que han desarrollado mecanismos especiales, gracias a los cuales pueden vivir bajo condiciones extremas de temperatura. A estos microorganismos se les llama, con justa razón, "termófilos" por su capacidad de crecer a temperaturas mayores de 45°C.

Distintos grupos de investigación a escala mundial han aislado varios géneros de estos microorganismos en diferentes ambientes geotermales (zonas asociadas con actividad volcánica y movimientos de la corteza terrestre). En 1967, Thomas Brock y colaboradores los

aislaron por primera vez en géiseres localizados en el Parque Nacional Yellowstone en el Estado de Wyoming, Estados Unidos.

Para clasificar los microorganismos termófilos existe un límite de temperatura entre 55 y 60°C, pues las temperaturas bajo este límite son comunes en la naturaleza, pero las que están en ese rango están asociadas a la actividad geotermal. Hasta la fecha no se conocen eucariotes que puedan crecer a temperaturas superiores a los 60°C, lo que sugiere que ésta es una propiedad exclusiva de procariontes.

Los microorganismos termófilos se dividen en tres grupos: a) termófilos, capaces de sobrevivir a temperaturas entre 55 y 60°C; b)

termófilos extremos, los que sobreviven a temperaturas entre 80 y 85°C; y c) el grupo de los hipertermófilos o extremotermófilos que crecen a una temperatura mayor de 80°C.

Existen varios factores que dan origen a los ambientes termales: calor solar y actividad geotérmica (movimientos de las capas internas y campos de lava ardiente en el interior de la corteza terrestre).

Como la actividad geotérmica está conectada con la actividad tectónica, estas áreas se caracterizan porque presentan actividad volcánica sobre la superficie. Este proceso ocurre cuando las aguas subterráneas que fluyen a través de las zonas geotérmicas se filtran por las diferentes cámaras del sue-

alta temperatura?

lo, hasta llegar a la superficie, dando origen a las aguas termales. La composición exacta del agua depende de la composición química de las rocas a través de las cuales se desplaza, pues ésta incorpora a su paso sales minerales que pueden generar aguas bicarbonatadas (aguas con alto contenido de sales de bicarbonato), sódicas (aguas con alto contenido de sales de sodio), y sulfurosas (aguas con alto contenido de azufre), entre otras.

Los hábitats geotermales están localizados en pequeñas áreas del mundo especialmente en Nueva Zelanda, Islandia, Japón, Indonesia, América Central, Rusia, Estados Unidos y América del Sur.

En Colombia las fuentes termales se encuentran distribuidas principalmente en las regiones Andina y Atlántica (tabla), por estar asociadas al llamado "cordón del Pacífico" (falla geológica en continuo movimiento que da origen a desplazamientos frecuentes de la corteza terrestre).

De acuerdo con análisis químicos realizados, las fuentes termales del país se caracterizan por ser aguas bicarbonatadas y sulfurosas; según la región en la que se encuentran localizadas.

Aunque ciertos microorganismos termófilos se conocen desde hace más de un siglo, su búsqueda se ha intensificado recientemente, al tener evidencias de que la vida microbiana prolifera en ambientes que, en principio, deberían ser estériles. Esta caza de termófilos ha contado en los últimos años con el patrocinio de la industria en cuyo ámbito, las moléculas responsables de la viabilidad de estos microorganismos tienen muy diversas aplicaciones.

Las enzimas revisten particular importancia, pues permiten a los termófilos desenvolverse en

condiciones de temperatura extrema.

En el año anterior, el gasto mundial en la producción de enzimas se cifró en más de 2.500 millones de dólares; tales biocatalizadores (proteínas que aceleran los procesos biológicos) se utilizaron en procesos como la producción de edulcorantes (sustancias de origen biológico que sirven para endulzar alimentos), industria de detergentes, industria de alimentos, biología molecular y pruebas para el diagnóstico de enfermedades genéticas e in-

to de los procesos y reduce el costo de producción, sin olvidar que las extremoenzimas pueden convertirse en un punto de partida para el desarrollo de nuevos procesos industriales enzimáticos.

En Colombia las fuentes de agua termal están ampliamente distribuidas y hasta la fecha son muy pocos los grupos de investigación que se han dedicado a aislar y caracterizar cepas de microorganismos termófilos autóctonos, que podrían ser utilizados como productores potenciales de enzimas termoestables.

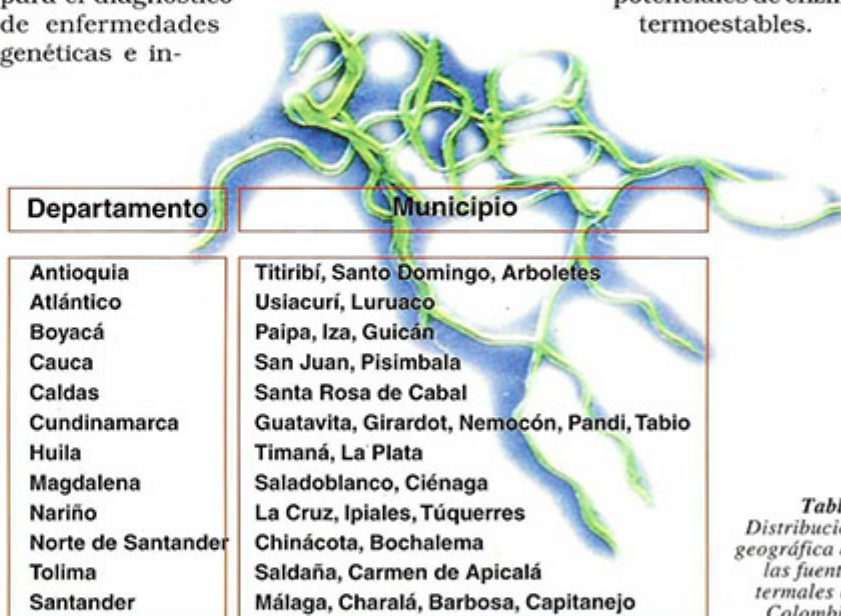
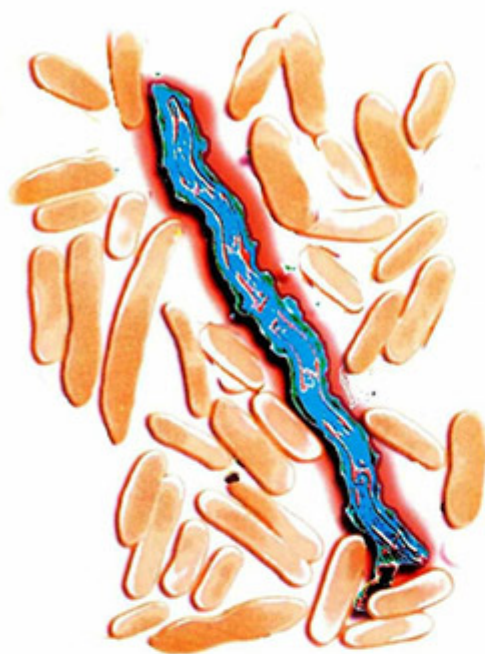


Tabla. Distribución geográfica de las fuentes termales en Colombia.

fecciosas. Sin embargo, las enzimas de uso habitual en la industria dejan de funcionar cuando se exponen a altas temperaturas o a otras condiciones extremas como pH o detergentes y solventes orgánicos. Las enzimas de los microorganismos termófilos llamadas "extremoenzimas", funcionan, como su nombre lo indica, bajo condiciones extremas; por consiguiente, su utilización en la industria incrementa el rendimien-

Aunque los microorganismos que existen en la Tierra presentan una gran diversidad, los expertos rara vez encuentran en ellos la enzima ideal para una función determinada. Por esta razón y gracias al avance tecnológico de la microbiología, se han iniciado trabajos encaminados a la modificación de enzimas para cubrir las necesidades específicas de la industria. Por ejemplo, si se descu-



Por su capacidad
de crecer
a temperaturas
mayores de 45°C,
a estos
microorganismos
se les llama
“termófilos”.

briera una proteasa que hidrolizara proteínas a altas temperaturas, los biólogos moleculares podrían alterar su estructura primaria (secuencia de aminoácidos de la proteína), para que funcionara en un intervalo más amplio de acidez o salinidad, lo que permitiría mejorar los procesos; al igual que el descubrimiento de las enzimas termoestables abrió nuevas perspectivas en el desarrollo de enzimas con actividad catalítica fuera de lo común.

Por otra parte, para que cualquier nueva enzima adquiera interés comercial, sus fabricantes deben tener en cuenta los costos de producción, pues la aceptación industrial de nuevas enzimas puede verse afectada no sólo por las dificultades propias del proceso de producción y purificación sino, además, por la resistencia de algunas industrias a innovar los sistemas de producción que han sido previamente estandarizados y que funcionan relativamente bien. Por lo tanto, ante las ventajas que aportan estas enzimas, es necesario implementar el estudio de los diferentes ecosistemas termales de Colombia para caracterizar nuevos microorganismos termófilos que en un futuro no muy lejano

podrán convertirse en una fuente inagotable de enzimas y microorganismos termoestables, para finalmente generalizar su empleo en distintos sectores industriales del país.

Raúl A. Poutou

Bioquímico.

Profesor Asistente.

Jefe Laboratorio de Biotecnología Aplicada,

Aura Marina Pedroza

Bacterióloga.

Laboratorio de Biotecnología Aplicada,

Norma Constanza Alvarez

Microbióloga.

Laboratorio de Biotecnología Aplicada,

Departamento de Microbiología,

Facultad de Ciencias,

Pontificia Universidad Javeriana.

Santa Fe de Bogotá, Colombia.

e-mail: rp000274@javercol.javeriana.edu.co

Lecturas recomendadas

Brock, T.D. *Thermophiles. General molecular and applied microbiology. Ecological and applied microbiology.* In *Intercience publication.* New York. 1986.

Brock, T.D. *Life at high temperatures.* *Science.* 158: 1012-1019. 1976.

Hensel, R., Demharter, W., Kandler, O. *Chemotaxonomic and molecular-genetic studies of the genus Thermus evidence for a phylogenetic relationship of Thermus aquaticus and Thermus ruber to the genus Deinococcus.* *International Journal Systematic Bacteriology.* 36 (3):444-453. 1986.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. *Diccionario Geográfico de Colombia.* 1996

Kristjanson, J., Alfredson, G. *Distribution of Thermus spp. In Iceland hot springs and a thermal gradient.* *Applied and Environmental Microbiology.* 45(6): 1785-1789. 1993.

Díaz, P., Bayona, M., Poutou, R. *Aislamiento de bacterias gramnegativas termófilas autóctonas de manantiales termales en el municipio de Iza departamento de Boyacá.* *Tesis Pontificia Universidad Javeriana.* 1997.

Chien, A., David, B., Jhon, M. *Deoxyribonucleic Acid polymerase from the extreme Thermophile Thermus aquaticus.* *Journal of Bacteriology.* 127(3): 1150-1557. 1976.

Catherine, M., Thomas, S. *Polymerase structures and functions: Variations on a Theme?* *American Society for Microbiology.* 6321-6328. 1995.

Hugenholtz, P., Pitulle, C., Karen, L. *Novel division level bacterial diversity in Yellowstone hot spring.* *Journal of Bacteriology.* 180(2): 366-376. 1998.

Young, C., Tetsuo, K., Haruhiko, K. *Purification and properties of extracellular amylase from the hyperthermophile archeon Thermococcus profundus DT5432.* *Applied and environmental microbiology.* 61(4): 1502-1506. 1995.

Janssen, P., Peek, K., Morgan, W. *Effect of culture conditions on the production of an extracellular proteinase by Thermus sp.* *Applied Microbiology and Biotechnology.* 41: 400-406. 1994.



**SEMINARIO - TALLER
RECURSOS HÍDRICOS
Y MEDIO AMBIENTE
REALIDAD Y DESAFÍOS**

Y



CENTRO INTERNACIONAL DE FÍSICA

**SEGUNDO TALLER
DE HUMEDALES
EN COLOMBIA**



FONDO FEN COLOMBIA



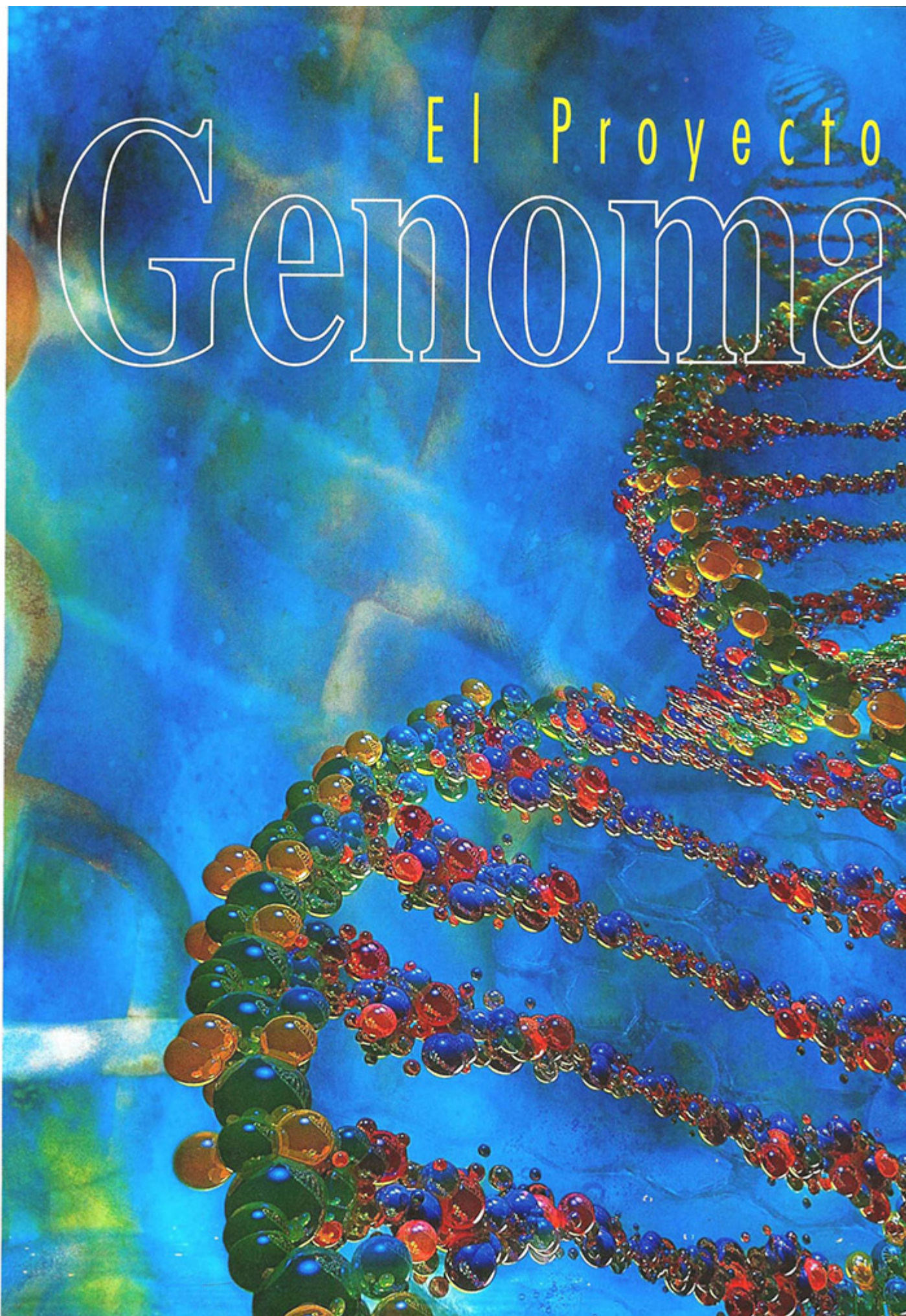
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA MANUELA BELTRÁN

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

Santa Fe de Bogotá, Mayo 26 a 28 de 1999

Informes e Inscripciones: Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, Departamento de Eventos
Teléfonos: 221 9281 - 315 5900. Fax: 221 6950. E-mail: eventos@colomsat.net.co. Cra 50 N° 27 - 70 Bloque C Mód

El Proyecto
Genoma





Humano

Actualidad y pasado reciente

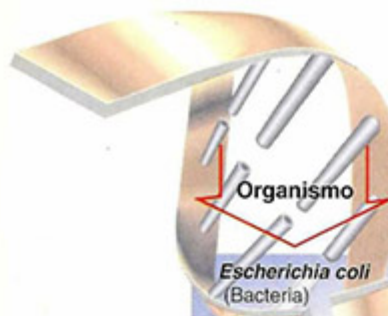
El Proyecto Genoma Humano (HGP, en inglés) es el esfuerzo más ambicioso de la comunidad académica internacional para entender las instrucciones hereditarias por las cuales cada uno de nosotros es un ser único. El objetivo de este esfuerzo no sólo es construir un detallado mapa genético y físico del genoma humano sino determinar la secuencia completa de los tres mil millones de pares de bases del ADN humano para lograr la localización de los cincuenta a cien mil genes que se estima existen en nuestro genoma. Aparte del estudio en humanos se contemplan análisis similares en los genomas de varios organismos que se emplean en forma intensiva en los laboratorios, tanto de investigación básica como aplicada, considerados como modelos para diversos sistemas. En la tabla 1 se presentan algunos de los denominados "organismos modelo" para la investigación de genomas en el proyecto del Instituto Nacional de Salud y el Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Los errores de codificación en nuestros genes son los responsables de un estimado de 3 a 4 mil enfermedades claramente hereditarias entre las que se cuentan, la enfermedad de Huntington, la fibrosis quística, la neurofibromatosis y las mucopolisacaridosis, entre otras. Además se sabe que algunas alteraciones genéticas influyen en el desarrollo de ciertas patologías como el cáncer, la enfermedad cardíaca, la diabetes, etc. En todos estos complejos y comunes desórdenes, las alteraciones genéticas

La meta es determinar la secuencia completa de los tres mil millones de pares de bases del ADN humano.

genéticas aumentan el riesgo de las personas a desarrollar la enfermedad. Obviamente ese desarrollo resulta de la interacción de las predisposiciones genéticas y los factores ambientales en los que se incluyen la dieta y el estilo de vida. Una vez terminado el Proyecto Genoma Humano surge la promisoriosa visión de transformar tanto las ciencias biológicas como la medicina para beneficio de la humanidad.

En los primeros cinco años del proyecto, que se concibió a mediados de los años ochenta y se inició oficialmente en octubre de



Organismo	Tamaño estimado del genoma bp	Número estimado de genes
<i>Escherichia coli</i> (Bacteria)	4.2×10^6	4000
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (Levadura)	1.5×10^7	6000
<i>Arabidopsis thaliana</i> (Planta)	1.0×10^8	25000
<i>Caenorhabditis elegans</i> (Gusano redondo)	1.0×10^8	13000
<i>Drosophila melanogaster</i> (Insecto)	1.2×10^8	10000
<i>Mus musculus</i> (Mamífero)	3×10^9	80000
<i>Homo sapiens</i> (Mamífero)	3×10^9	80000

Tabla 1. Organismos modelo del Proyecto Genoma Humano.

1991, se han generado unos profundos efectos. Gracias a los métodos que han surgido durante el desarrollo del proyecto, la velocidad de descubrimiento de genes se ha cuadruplicado. El descubrimiento del gen de la fibrosis quística, la más común y letal enfermedad entre los caucásicos, no sólo permitió el desarrollo de una prueba diagnóstica para identificar el gen alterado entre las familias de alto riesgo sino la aprobación de los primeros ensayos clínicos de terapia génica. A principios de 1994, los científicos descubrieron dos genes involucrados en una forma hereditaria de cáncer de colon. Se estima que en América más de un millón de personas tienen copias alteradas de estos genes, de los cuales entre un setenta y un ochenta por ciento pueden desarrollar este tipo de cáncer. Ahora que se tiene el conocimiento de estos genes una simple prueba sanguínea puede detectar los individuos con riesgo de padecerlo. Esta prueba abre una puerta a estrategias preventivas y reduce significativamente las muertes por esta causa.

Esta nueva habilidad para probar nuestros genes puede convertirse en una oportunidad de doble filo. Mientras para algunas enfermedades la actual habilidad para

detectar genes no funcionales ha incrementado la posibilidad de generar intentos para solucionar las causas que los provocan; en otras ha generado controversia entre los pacientes, como es el caso de la enfermedad de Huntington, pues aunque la prueba para detectar las familias en riesgo está disponible desde hace varios años, sólo unos pocos individuos optan por realizársela. ¿Cuál es la razón? Como aún no existe una cura para ésta enfermedad muchas personas prefieren vivir con la incertidumbre, antes de tener la certeza de que la sufrirán a la mitad de la vida. ¿Qué puede suceder si las compañías de seguros de salud o los potenciales empleadores tienen conocimiento de las predisposiciones genéticas de un individuo? ¿Éste podría perder sus coberturas o sus oportunidades laborales? A causa de todas estas dudas y cuestionamientos, el Proyecto Genoma Humano dedica cerca del cinco por ciento de su presupuesto a resolver, anticipadamente, todos estos aspectos éticos, legales y sociales que surgen de los resultados de la investigación. Ésta es una de las primeras

oportunidades en las que los científicos se ven enfrentados a explorar las posibles consecuencias de sus investigaciones antes de que ocurra la posible crisis. Se deben generar en forma paralela, y de hecho se está haciendo, todas las salvaguardas posibles a los cuestionamientos éticos para cuando la sociedad empiece a disfrutar completamente de los beneficios del Proyecto Genoma Humano.

Antes de finalizar los primeros cinco años del proyecto, durante el periodo 1990-1995, y de cumplir con todas las metas identificadas para las áreas consideradas prioritarias como: mapeo y secuenciación del genoma humano, mapeo y secuenciación de los genomas de los organismos modelo, recolección y distribución de los datos, consideraciones legales y éticas, entrenamiento en investigación, desarrollo de tecnologías, transferencia de tecnología, ya se habían propuesto los planes de desarrollo del proyecto para el periodo 1993-1998 y una vez satisfechos se escribieron los planes hasta el final del proyecto, es decir, los años 1998-2003, lo que significa dos años menos de lo planeado para el proyecto completo.

La tecnología desarrollada, los descubrimientos logrados, la información y recursos generados bajo el Proyecto Genoma Humano aportan un fuerte estímulo a amplias áreas de la investigación biológica, médica y biotecnológica. Surge, entre otras, la posibilidad de estudiar y entender la interacción entre los factores ambientales y la predisposición genética así como la diversidad genética especialmente en lo referente a predisposiciones a diferentes patologías. Los organismos modelo han abierto inmensas posibilidades en los campos de la

El Proyecto Genoma Humano cambió el panorama del desarrollo de la humanidad y lo cambiará cada vez más.

La tecnología desarrollada, los descubrimientos logrados, la información y recursos generados bajo el Proyecto Genoma Humano aportan un fuerte estímulo a amplias áreas de la investigación biológica, médica y biotecnológica. Surge, entre otras, la posibilidad de estudiar y entender la interacción entre los factores ambientales y la predisposición genética así como la diversidad genética especialmente en lo referente a predisposiciones a diferentes patologías. Los organismos modelo han abierto inmensas posibilidades en los campos de la

agricultura y la microbiología industrial. Ahora que se ha iniciado la era posgenoma viene la gran responsabilidad de generar conocimiento *de novo* a partir de la información de los genomas. Para esto el país, las universidades y la comunidad en general deben estar preparados y participar activamente porque se convertirán en usuarios de todos los

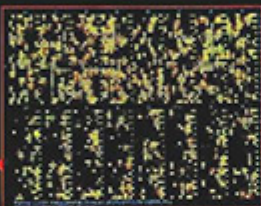
logros que se avecinan. El Proyecto Genoma Humano definitivamente cambió el panorama del desarrollo de la humanidad y lo cambiará cada vez más a medida que se profundice en su comprensión. Definitivamente este proyecto convirtió en realidad el paradigma de que las ciencias biológicas son las ciencias del nuevo siglo.

Leonardo R. Lareo
Departamento de Bioquímica y Nutrición,
Facultad de Ciencias,
Pontificia Universidad Javeriana.
Santa Fe de Bogotá, Colombia.
e-mail: llareo@javercol.javeriana.edu.co

Desarrollo histórico de los grandes logros alcanzados en el Proyecto Genoma Humano.

1990

- Se inicia formalmente el Proyecto Genoma Humano con una duración de 15 años.



1995

- Se termina el mapa físico de alta resolución de los cromosomas 16 y 19.
- Se publican los mapas de resolución media de los cromosomas 3, 11, 12 y 22.
- Se termina la secuencia genómica de la bacteria *Mycoplasma genitalium*.
- Se termina la secuencia genómica de la bacteria *Haemophilus influenzae*.



1991

- Se establece el banco de datos para el mapeo cromosómico humano.

1992

- Se publica el mapa humano completo de ligamientos genéticos de baja resolución.

1993

- Génethon provee de mega-YAC's a la comunidad de secuenciación genómica.
- Se implementa el nuevo sistema de secuenciación cromosómica mediada por transposones.



1996

- Se completa la secuencia genómica de la arqueobacteria *Methanococcus jannaschii*.
- Se completa la secuencia genómica de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.
- Se prohíbe el empleo de la información genética en los seguros de salud.
- Se libera el mapa físico detallado del *Homo sapiens* con 30000 STS.

1994

- Se alcanza la meta planeada para los cinco primeros años, el mapeo físico del genoma humano, un año antes.
- Se termina la segunda generación de las librerías que representan cada uno de los cromosomas humanos.

1997

- Se completa la secuencia genómica de la *Escherichia coli*.
- Se completa el mapeo físico de alta resolución de los cromosomas X y 7.

1998

- Se completa la secuencia genómica del *Caenorhabditis elegans*.
- GenMap'98 libera información sobre 30000 marcadores.



La degradación atmosférica del patrimonio escultórico



Población que se respete, grande o pequeña, con seguridad se vanagloria de su historia y de su cultura, así mismo, para congraciarse con los pueblos amigos se manifiesta a través de efigies y monumentos erigidos para honrar la memoria de personajes o hechos relevantes de su devenir. Estas esculturas se integran al paisaje urbano y pasan a desempeñar un papel referencial en el diario vivir de los habitantes, papel que en muchas ocasiones llega a trascender cualquier frontera, como es el caso de los monumentos considerados patrimonio de la humanidad, entre los que se cuentan las pirámides de Egipto, las estatuas de la isla de Pascua, la *fontana de Trevi*, la *torre Eiffel* y la *Estatua de la Libertad*. En Colombia se hace referencia a las esculturas de San Agustín, al *Bolívar Desnudo* y a la *India Catalina*, entre muchas otras.

La conservación de las esculturas y monumentos poco preocupó a artistas y encargados de las obras antes del siglo XX. Pues, en el caso de las obras en bronce se presentaba la formación, con el pasar de los años, de una delgada capa de diferentes tonalidades verdosas que les daban un acabado vistoso, agradable y embellecedor, normalmente protectora, conocida como "pátina".

En atmósferas costeras, el principal compuesto de la pátina es un hidroxicloriguro de cobre llamado "atacamita" $[\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3]$ y, en menor cantidad, se encuentra el hidroxisulfato llamado brocantita $[\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6]$. En sitios alejados del litoral marino, la pátina se compone principalmente de "brocantita" y de los oxihidróxidos malaquita y azurita $[\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2]$ y $[\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2]$, respectivamente.

Las obras en piedra normalmente tampoco

sufrían deterioro de tipo químico. Éste se restringía a aquellas expuestas a condiciones severas de abrasión por acción de ventiscas, o a condiciones de humedad especialmente aptas para el establecimiento de colonias de microorganismos.

Con la llegada de la revolución industrial y con ella la producción y el consumo de combustibles fósiles, las condiciones atmosféricas cambiaron y pusieron en alto riesgo la permanencia de casi todos los materiales usados por el hombre.

El efecto deletéreo de la atmósfera contaminada se puede asociar con los gases identificados como dióxido de carbono $[\text{CO}_2]$, dióxido y trióxido de azufre $[\text{SO}_2]$ y $[\text{SO}_3]$, óxidos de nitrógeno $[\text{NO}_x]$ e hidrocarburos no quemados. Su presencia en la atmósfera conduce a la generación de especies ácidas, que al depositarse sobre la superficie de los materiales los ataca formando compuestos no protectores, de mayor solubilidad y fácilmente desprendibles. Como resultado, ha sido necesario emprender arduas y costosas tareas de restauración como la realizada en la *Estatua de la Libertad*, con motivo de la celebración de su centenario, con una duración de más de tres años y un

costo de 66.3 millones de dólares. En forma análoga ha sido necesario emprender labores de restauración de innumerables monumentos en todo el mundo.

En el caso de la contaminación por dióxido de carbono, se estima que al año se entregan al ambiente más de cinco mil millones de toneladas, de las cuales sólo la mitad es asimilada por los organismos vivos. La cantidad remanente reacciona con la humedad atmosférica y forma ácido carbónico $[\text{H}_2\text{CO}_3]$, el cual ataca los mármoles y calizas, originando bicarbona-

La revolución industrial trajo consigo un alto riesgo para la permanencia de los monumentos.

Estatua de "La Pola" en Santa Fe de Bogotá.

(Fotografía: Ernesto Monsalve)

to de calcio $[Ca(HCO_3)_2]$ compuesto bastante soluble, que es arrastrado por la lluvia y otras formas de precipitación.

El ácido carbónico que se deposita en los broncees ataca la fina capa de óxido de cobre $[CO]$, inicialmente formada, para formar malaquita, la cual es altamente soluble, al mismo tiempo las obras se degradan por el lavado continuo que ejerce el agua precipitada.

Por su parte, el dióxido de azufre tiende a oxidarse en la atmósfera a trióxido y éste, debido a su alta higroscopicidad, reacciona rápidamente con el agua del ambiente dando lugar al ácido sulfúrico $[H_2SO_4]$, el cual se deposita sobre la superficie de los materiales y los ataca formando compuestos muy inestables.

El ácido sulfúrico reacciona con el mármol y las calizas formando anhídrido $[CaSO_4]$, la cual absorbe agua de la atmósfera y se transforma en yeso, compuesto de alta higroscopicidad y de baja resistencia mecánica. Adicionalmente, los sulfatos solubles penetran en los resquicios de las rocas y al perder su agua de hidratación, generan grandes presiones en el interior de éstas, lo que termina provocando defectos difícilmente reparables.

Cuando el ácido sulfúrico se deposita en las obras de bronce se facilita la formación de calcantita $[CuSO_4 \cdot H_2O]$, especie muy soluble, que puede ser lavada con facilidad. Por otra parte, si la deposición del ácido sulfúrico ocurre sobre obras de bronce con buenas pátinas protectoras, con brocantita, ésta se transforma en antlerita $[Cu_3SO_4(OH)_4]$, que es mucho más soluble.

Los óxidos de nitrógeno se producen principalmente en procesos de combustión a altas temperaturas y una de las fuentes principales la constituyen los motores de combustión interna de los vehículos automotores. El NO y el NO_2 son los principales componentes de los óxidos de nitrógeno en la



Figura. Busto de Atanasio Girardot. Plazuela de la Veracruz, centro de Medellín. (Obra en bronce en proceso de restauración).

atmósfera. La interacción de ellos con otros constituyentes atmosféricos da origen al ácido nítrico $[HNO_3]$, especie muy soluble que se precipita y deposita en los materiales sobre los que ejerce una fuerte acción deletérea.

Tanto el ácido nítrico como el dióxido de nitrógeno pueden reaccionar con los constituyentes de las rocas en los monumentos de piedra y provocar así una acción nitrurante al convertir la caliza $[CaCO_3]$ en nitrato de calcio $[Ca(NO_3)_2]$, compuesto muy soluble e higroscópico que se desprende con facilidad, dando origen al deterioro de la obra al ser lavado por el agua o arrastrado por el viento.

Si el ácido nítrico se deposita sobre una escultura en bronce en altas concentraciones como producto, entre otros, de la evaporación del agua, sucede un ataque directo al metal formándose gerhardita $[Cu_2(NO_3)(HO)_3]$, que al solubilizarse, puede regenerar el ácido nítrico, iniciándose de nuevo el ataque al metal, en un proceso cíclico en el que se regenera el ácido para atacar permanentemente al bronce.

Otra especie agresiva para los materiales expuestos a la atmósfe-

ra es el ácido clorhídrico $[HCl]$, generado por procesos industriales o fenómenos naturales en zonas costeras. Su reacción con el cobre genera nantoquita $[CuCl_2]$, sal muy soluble en ambientes ácidos, que reacciona con el agua para producir cuprita y liberar de nuevo el ácido, estableciendo otro ciclo de corrosión.

La generación de ácido clorhídrico es causa común del deterioro acelerado que sufren obras en bronce expuestas a atmósferas industriales, en lugares donde se produce cloro o sus derivados, al igual que en atmósferas marinas. El bronce puede ser atacado por el ácido clorhídrico formando nantoquita. También se conocen los efectos

deletéreos que genera este ácido en mármoles y monumentos en piedra así como otros tipos de materiales debido a su alto poder oxidante.

Como puede observarse, no es muy prometedor el panorama que se plantea en cuanto a la conservación de monumentos y obras escultóricas expuestas a la atmósfera. Ha surgido una nueva tarea, responsabilidad mancomunada de ambientalistas, artistas, gestores culturales, restauradores e ingenieros de materiales, para que las obras existentes y futuras, erigidas para preservar la memoria histórica y cultural de los pueblos, cumplan precisamente esa valiosa función.

Jorge Andrés Calderón

Ingeniero.

Grupo de Corrosión y Protección,

Universidad de Antioquia.

Medellín, Colombia.

e mail: pjacg591@jaibana.udea.edu.co

Un paso adelante en ciencia y tecnología

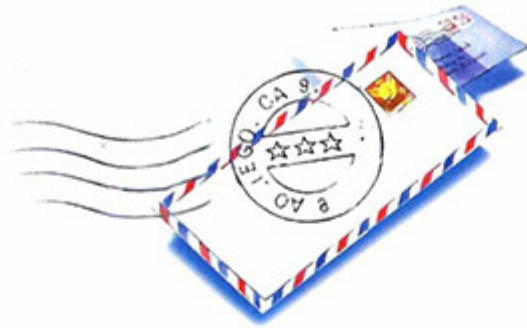
La información más importante sobre los últimos avances en ciencia y tecnología realizados en Colombia y en el mundo

...Lea
**INNOVACION
Y CIENCIA**

Suscríbese ya por sólo \$ 19.000 al año

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





*Los
retos del
correo tradicional
frente al
correo electrónico*



Hay cosas que siempre seguirán siendo irremplazables y bienvenidas como, por ejemplo, recibir una esperada carta escrita a mano. Y aunque el correo tradicional tiene una gran demanda, se predice que estará amenazado por la facilidad y rapidez de nuevas tecnologías como el correo electrónico, que permite reducir tiempo y costos en el intercambio de información.

Actualmente el Servicio Postal de los Estados Unidos maneja el 41 por ciento del volumen de correo en el mundo, sin embargo, según los pronósticos para el año 2000 el envío de mensajes a través del correo electrónico podría reemplazar el 25 por ciento del tráfico de correo de primera clase.

Por este servicio, Estados Unidos percibió ganancias, sólo en el último trimestre de 1998, de aproximadamente mil millones de dólares, pero, es necesario mantener el negocio postal creciente en por lo menos 2.3 por ciento por año, para lograr una hegemonía clara en el mercado.

La distribución electrónica es una enorme amenaza para el servicio postal en todas las naciones. El gobierno de Estados Unidos, por ejemplo, ha perdido en los últimos dos años cerca de 6 mil millones de dólares fuera de impuestos debido

a la utilización de fax y correo electrónico.

Aunque el daño podría exceder las expectativas de muchos analistas, se han dado diferentes soluciones para tratar de mantener el servicio postal a flote. Algunas de estas propuestas incluyen, entre otras, disponer de un software de mercado electrónico autorizado para autenticar firmas y certificar mensajes que se transmitan a través del ciberespacio, lo que reduciría en gran medida la densidad de copias de documentos en papel como contratos.

Por lo anterior, un equipo de ingenieros está diseñando una "marca postal electrónica", que consiste en una estampilla en formato digital que no sólo certificaría la autenticidad de un mensaje enviado por el correo electrónico sino que verificaría la transmisión del mismo.

Para sobrevivir en el mercado, el Servicio Postal tiene una enorme línea de negocios, su segundo renglón es la venta de información acerca de los clientes postales a empresas con objetivos de mercadeo, brindando datos como densidad demográfica y de mercado, entre otros.

En lo operativo

En grandes empresas de distribución postal y de mensajería, existen operadores trabajando con escáneres ópticos que pueden ma-

nejar más de 20.000 entregas por hora, incluyendo aquellos escritos con direcciones a mano.

Aunque se habla bastante de la evolución del e-mail, se teme incluso que pueda desplazar al correo tradicional, la mayoría de personas aún prefieren manejar su información, pagar sus facturas y obtener sus suscripciones a revistas por este medio.

Frente al auge de nuevos métodos de comunicación una idea es clara, "No importa que tan avanzado pueda llegar a ser el correo electrónico, al final, siempre alguien tendrá la necesidad de enviar un paquete", al fin y al cabo el comercio electrónico así lo exige, en donde la distribución de documentos disminuye, pero la de productos viene en franco aumento.

El comercio electrónico

El comercio electrónico ofrece diferentes oportunidades a los proveedores de productos y servicios, como presencia global, aumento de la competitividad, cadenas de entrega más cortas o inexistentes, reducción sustancial de costos y nuevas oportunidades de negocios. El consumidor obtiene beneficios como elección global, calidad de servicio, productos y servicios personalizados, respuesta rápida a las necesidades, reducción de precios. A pesar de que ya existe cierta regulación, aún falta mayor soporte legal y regulador en un

ambiente global para negociar con empresas en el otro lado del mundo, el cual es el objetivo para obtener todo el potencial del comercio electrónico. También es necesario asegurar la competencia abierta, pero de carácter leal y sin segundas intenciones bajo la manga.

La realización de transacciones electrónicas puede producir la entrada de nuevos competidores en el mercado financiero, como es el caso de Microsoft y de otras empresas de software, el cable y las telecomunicaciones. Esta tendencia puede verse incrementada por la creciente desintermediación y por la menor importancia de las fronteras. Por lo que pueden aparecer ofertas segmentadas por diversos motivos: culturales, religiosos e ideológicos.

El desarrollo del mercado en Internet

Sin duda, Internet es un invento que marcará el destino de las nuevas generaciones.

La capacidad del mercado de firmas como Amazon.com y su

Sin duda Internet es un invento que marcará el destino de las nuevas generaciones.

extraordinario crecimiento, ha obsesionado a inversionistas y analistas económicos, llegándose a creer que frente a este tema del comercio en Internet, muchas veces se pierde la visión de la realidad.

Jeff Bezos, fundador de Amazon.com, líder en distribución de libros e Internet, fue interrogado acerca del alto valor de su compañía. Él pronunció con una risa comprometida "no pensamos mucho acerca de eso, si nos concentramos en los negocios el

límite del precio en el surtido se podrá dar sin intervención alguna". Y es que adonde vaya Amazon seguramente irán otros competidores Internet. ¿Es esto justamente lo que influyó el mercado en diciembre pasado y los comienzos de enero? ¿o eso que algunos experimentados inversionistas ven como una bomba de Internet a punto de estallar?.

Amazon.com es una de las empresas de los pioneros de Elite en Internet, al lado de America On Line y Yahoo. Estos tres grupos han marcado la pauta porque pueden habilitarse o desabilitarse y además proveerse de servicios. Así mismo desde hace unos años, estas poderosas compañías han mantenido el crecimiento a paso exponencial en Internet. En la mente de algunos inversionistas ellos serán los próximos "Intel" o "Microsoft", debido a que su mercado sobrepasa los 30 mil millones de dólares superando a petroleras como Texaco. A pesar de todo, en este momento Amazon.com es la mayor de todas las tiendas norteamericanas incluyendo Barnes y otras.

Su primera librería virtual cumple con los requerimientos necesarios de funcionamiento y sus clientes encuentran satisfac-

ción, seguridad y un *websites* simple de usar. Amazon.com tiene la comercialización del noventa por ciento de ventas de libros y próximamente incursionará en el mercado de la música. Además planea vender juegos y videos en la próxima revolución del mercado.

Trabajar con grandes volúmenes sin duda redundará en precios accesibles de compra, logrando distribución en volumen. Los clientes podrán pagar precios bajos y con sólo oprimir un botón lo harán todo, esto es algo que indudablemente tienen que aceptar las otras grandes firmas.

En una posible guerra de precios en el futuro, las compañías Onsale y Buy.com prometen vender a precios por debajo de las grandes cadenas porque gracias a los altos márgenes de volumen en ventas será posible una drástica disminución de los precios al consumidor.

Sin duda las nuevas tecnologías y los altos flujos de información a través de distintos medios, nos han hecho más rápidos, más poderosos, más libres, más inteligentes, porque ha aumentado nuestra capacidad de respuesta, de inversión, de elección y de memoria; pero también es posible que nos haya hecho algo más materialistas, solitarios y desorientados.

Fredy Enrique Medina Quintero
SCAINTAR
Sociedad Colombiana de Inteligencia Artificial.
Santa Fe de Bogotá, Colombia
e-mail: scaintar@colart.com

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



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

Misión

**Fomentar
una cultura
basada en el
conocimiento
para el
mejoramiento
de la calidad
de vida**

Actividades

Diseño de políticas científicas y tecnológicas

Programa Nacional de Actividades Científicas Juveniles:

Encuentro con el Futuro - Conferencias

Expociencia juvenil - Feria Nacional de la Creatividad

Clubes de ciencia y tecnología

Ferias de ciencia

Teatro de la ciencia

Correo de la ciencia

Campamentos y excursiones científicas

Encuentros de formación - Talleres y seminarios

Comunicación y publicaciones:

Revista Innovación y Ciencia

Programa de televisión - UNIVERSOS

Boletín Informativo

Centro de documentación

Eventos especiales:

Expociencia-Expotecnología

Convención Científica Nacional

Premio Nacional al Mérito Científico

Premio Nacional a la Innovación Tecnológica Empresarial

Cursos - seminarios - talleres

Programa Interciencia de Recursos Biológicos

Nuevos o Subutilizados - PIRB

Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología - MALOKA

Sede: Cra. 50 N° 27-70
Ed. Camilo Torres, Bloque C
A.A. 92581 · Fax 2 21 69 50
Tels.: 221 73 48 - 221 67 69 - 221 33 13
e-mail: acac2@col1.telecom.com.co
Santa Fe de Bogotá - Colombia

Usted puede ser miembro de A.C.A.C.

Informes:

Servicio de atención al socio

Teléfono 221 99 53



FÍSICA NUCLEAR

El elemento 114 entra en escena

La carrera para ganar uno de los premios mayores en física nuclear —un elemento superpesado de vida media excepcionalmente larga— parece haber concluido. Investigadores del Instituto de Investigaciones Nucleares, en Dubna, cerca de Moscú, revelaron el pasado mes de febrero la creación de un núcleo con 114 protones, el elemento más pesado producido hasta ahora.

Si esto se confirma, el anuncio significaría mucho más que una nueva casilla en la tabla periódica. El elemento 114 parece durar 30 segundos antes de decaer, lo cual

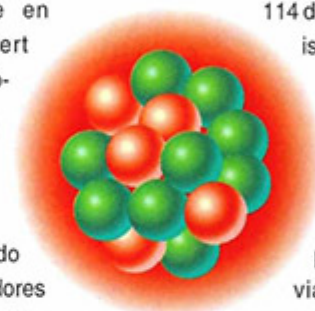
verificaría las predicciones acerca de una isla de estabilidad, más allá de la zona de los núcleos más livianos y menos estables conocidos hasta ahora. "Este es el acontecimiento más apasionante en nuestras vidas" dice Albert Ghiorso del Laboratorio Nacional de Berkeley en California, quien ha buscado por más de treinta años que su grupo obtenga este logro.

Los físicos han utilizado reactores nucleares y aceleradores durante los últimos cincuenta años para producir nuevos elementos, más allá de los 94 que se conocen en la naturaleza. Aunque algunos isótopos transuránicos duran años, un isótopo del último elemento creado (el número 112) es tan inestable que no dura más de 280 microsegundos. Los teóricos,

sin embargo, predicen que esta tendencia hacia la inestabilidad se invertiría al añadir nuevos protones y neutrones. Al poseer una capa completa de protones, el elemento 114 debería estar claramente en la isla de estabilidad.

El grupo de Dubna utilizó una técnica de fusión caliente que incluye el bombardeo de un núcleo pesado como el plutonio por medio de elementos livianos. Los investigadores

bombardearon un blanco de plutonio 244 con un isótopo raro del calcio, el calcio 48, y observaron en sus detectores una cadena de desintegración que al parecer es la firma de la desintegración del elemento 114.



MEDICINA

Un fármaco antiepiléptico ahora es empleado contra el dolor

La medicina ha podido avanzar en varias ocasiones gracias a "sorpresas farmacológicas"; es decir, un medicamento indicado específicamente para

cierta enfermedad, resulta ser útil en el tratamiento de otras.

Ese fue el caso del fármaco gabapentin, normalmente utilizado para con-

trolar las convulsiones en pacientes con epilepsia. Según dos estudios publicados en el número de noviembre de 1998 del *JAMA* (*Journal of the American Medical Association*), el gabapentin es eficiente contra ciertas clases de dolor crónico.

El primer estudio liderado por Miroslav Bacjonka, de la Universidad de Wisconsin, enfrentó con éxito el ga-

Medicamentos para modificar el comportamiento en los perros



La agencia estadounidense encargada de la administración de medicamentos y alimentos (FDA, en inglés) aprobó, por primera vez en la historia, dos medicamentos destinados a modificar el comportamiento de los perros: Clomicalm (Clomipramina) y Anipryl (Selegilina/deprenil). El primero disminuye la ansiedad que padecen los perros al separarse de sus amos y el segundo alivia los problemas asociados con el síndrome de disfunción cognitiva canina.

La ansiedad que padecen los perros cuando el amo o el responsable de cuidarlos se aleja de ellos se caracteriza por salivación excesiva, ladrido continuo, problemas de eliminación y conducta agresiva o destructiva.

Para reconocer los cuadros clínicos y hacer el diagnóstico es necesario conocer la historia del animal y el ambiente que lo rodea. Hasta el momento, las pruebas efectuadas demuestran que las tabletas de Clomicalm reducen considerablemente los síntomas asociados con la ansiedad debida a la separación.

Por su parte, las tabletas de Anipryl controlan los cuadros clínicos asociados con el síndrome de disfunción cognitiva, que consiste en un deterioro de la capacidad cognoscitiva de los perros relacionado con la edad. Los cambios asociados con este síndrome incluyen desorientación, disminución en la actividad, incontinencia, anormalidad en el sueño, alteración en la atención y en la receptividad.

Las pruebas clínicas demuestran que el Anipryl es efectivo para controlar los síntomas relacionados con el síndrome de disfunción cognitiva; sin embargo, la duración y magnitud de la respuesta varía de un animal a otro. El diagnóstico de esta alteración en los perros está basado en un estudio completo de la historia médica y del comportamiento. Por último, el profesional responsable de administrar estos medicamentos debe evaluar la tolerabilidad en cada caso y estar atento a la enfermedad.

bapentin contra el placebo en pacientes diabéticos con neuropatía periférica. Este síntoma, como bien lo saben los pacientes y los médicos, disminuye notablemente la calidad de vida del diabético.

Por otro lado, el equipo de investigadores dirigido por Michael Rowbothan (Universidad de California en San Francisco) usaron una metodología similar

para comprobar que el fármaco en cuestión disminuye significativamente el dolor en pacientes con lesiones postherpéticas, es decir, aquellos que padecieron previamente herpes zoster.

Si bien estos resultados son esperanzadores, pues prometen un real aumento en la calidad de vida en diabetes y en herpes zoster, se requieren nuevos estudios que confirmen la superioridad

de estos fármacos sobre los tradicionalmente usados contra el dolor crónico, como los antidepresivos tricíclicos (otro medicamento "redirigido").

NEUROCIENCIAS

Nuevo descubrimiento sobre la memoria de las aves

Sin duda, el ser humano no es la única especie con capacidades cognitivas complejas como la memoria. De hecho, el estudio experimental de estos procesos también se ha realizado con otras especies, pertenecientes en su mayoría a las aves y los mamíferos.

Diversas ciencias del comportamiento como la psicología y las neurociencias han unido sus estrategias metodológicas para el entendimiento de la memoria. Hasta ahora

es claro que una estructura cerebral clave para recordar es el hipocampo. Igualmente se ha comprobado mediante experimentos que numerosas especies (principalmente aves) son capaces de recordar la clase de comida que han almacenado y su lugar correspondiente.

Ahora se sabe que ciertos pájaros como el *Aphelocoma coerulescens* ("scrub jay", en inglés) también recuerdan cuándo almacenaron su comida, al menos en dos dimensiones: a corto y largo plazo. Esa es la conclusión a la que llegaron el neurocientífico norteamericano Nicola S. Clayton y el psicólogo experimental inglés Anthony Dickinson.



Clayton y Dickinson publicaron sus resultados en la prestigiosa revista *Nature* de septiembre de 1998. Ellos demostraron que las aves distinguían entre la comida favorita (gusanos frescos) almacenada en un momento x, y otra ración almacenada 120 horas antes, en una prueba realizada cinco días después del último almacenamiento.

Aún queda por establecer si estas aves pueden distinguir con más precisión (un lapso entre 3 y 5 días) y cuál es el sustrato neuroanatómico de tal capacidad. Lo que sí es evidente es que la cognición animal nos ofrece cada día nuevas sorpresas.

Lechuza vieja no aprende a hablar, a no ser que...

Un aspecto casi incuestionable es el de la importancia de los aprendizajes tempranos de los niños para su desarrollo posterior y desempeño como adultos. Es claro que una persona joven puede asimilar mejor una segunda lengua, pero esta realidad no es exclusiva de los seres humanos; las denominadas "edades críticas" para el aprendizaje también están presentes en otras especies, como las lechuzas.

Al respecto, es muy ilustrativo un estudio publicado en la revista *Science* del 6 de marzo de 1998, por el neurobiólogo Eric I. Knudsen, de la Escuela de Medicina de la Universidad de Stanford (California). Knudsen sometió a varias lechuzas a la tarea de localización de un sonido, como el

chillido de un ratón, en un espacio completamente oscuro. En esta labor se requiere una asociación entre el estímulo auditivo y el campo visual (localización), que lleva a cabo un conjunto específico de neuronas en el cerebro que conforman el denominado "tectum óptico".

En este experimento, el investigador comparó la efectividad de lechuzas jóvenes (menores de un año) y adultas (mayores de dos años) a las cuales se les había colocado previamente, durante un tiempo determinado, unos lentes que distorsionaban su campo visual 23 grados a la derecha. Luego de retirarles los lentes todos los sujetos necesariamente debían "reaprender neuronalmente" la asociación auditivo-visual para acertar en la tarea.

Los resultados fueron contundentes: los sujetos jóvenes fueron capaces de adaptarse a los cambios en el campo visual, mientras que los adultos no lograron hacerlo. Pero el resultado más importante de esta investigación fue el seguimiento que se hizo a las lechuzas jóvenes al convertirse en adul-

tas: éstas fueron capaces de adaptarse a los cambios que imponían los lentes y responder adecuadamente a la tarea experimental.

La razón del último hallazgo, como se explica en la nota introductoria de Marcia Barinaga, es que los sujetos con experiencia temprana en el cambio del campo visual generaron una huella de memoria duradera de la asociación distorsionada. Esta fue creada gracias a la plasticidad propia del cerebro joven y se mantuvo a pesar de las nuevas experiencias. Por ello, reapareció cuando los sujetos se hicieron adultos.

La lección es clara no sólo para las lechuzas sino también para los mamíferos, incluyendo los seres humanos. La riqueza de estimulación y de aprendizajes durante las primeras etapas de la vida son claves para el buen desempeño como adultos. Las bajas condiciones ambientales podrían acarrear consecuencias irreparables si no se toman medidas dentro de las edades críticas correspondientes a cada especie.

ANTROPOLOGÍA

Los restos homínidos más antiguos y completos

El pasado 9 de diciembre, los medios de comunicación de todo el mundo destacaron el hallazgo de un esqueleto casi completo de un homínido de 3,6 millones de años, por parte de un equipo de paleontólogos sudafricanos dirigido por Philip Tobias de la Universidad de Witwatersrand. El descubrimiento se hizo en forma gradual en el yacimiento de Sterkfontein, cerca de Johannesburgo.

Aunque el suceso aún no ha sido publicado todavía a nivel especializado, su importancia salta a la vista: en primer lugar por la antigüedad (corresponde a un australopiteco) y luego por encontrarse el cráneo completo junto con el resto del esqueleto (lo cual es extraño en los hallazgos de homínidos). Quizá el logro de Tobias

y su equipo supere en importancia a todos los anteriores descubrimientos relacionados con australopitecos, que comenzaron con el cráneo del niño de Taung, publicado en 1924.

Este individuo que "ha visto de nuevo la luz", alcanzó una estatura de 1.22 m, pero, aún no se le ha determinado su sexo. Por ahora, los paleontólogos sudafricanos continuarán con la excavación pues su hipótesis es que el yacimiento contiene otros restos probablemente igual de completos. Al unirse éste con otros hallazgos, se ha logrado inferir que los australopitecos tenían la doble habilidad de caminar sobre sus patas (postura eguida) y trepar hábilmente sobre los árboles.

Lo que no se puede afirmar con seguridad a partir de los hallazgos es el uso de herramientas, el cual hasta ahora corresponde plenamente al género Homo (el individuo en cuestión se clasifica provisionalmente en la especie *Australopitecus afarensis*). Las piedras talladas más antiguas, asociadas al género Homo, alcanzan los 2,3 millones de años.

Las conclusiones de toda la línea de investigación dirigida por Tobias dependerán en buena parte de los datos definitivos que se obtengan en el Laboratorio de Geomagnetismo de la Universidad de Liverpool, en Inglaterra.



Fondo FEN Colombia



Informes: Fondo FEN Colombia
Calle 62 N° 4 - 68, Bogotá.
Teléfonos: 248 1333 - 249 0437
Fax: 255 5427
E-mail: fondofen@cable.net.co
Página web: www.fondofen.net

XIV CONVOCATORIA PARA FINANCIACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.

Fondo para la Protección del Medio Ambiente
- FEN Colombia -

Inscripciones : 8 de marzo a 28 de mayo de 1999

CATEGORÍAS:

- A) **BIODIVERSIDAD:** conocimiento, conservación, y uso de la diversidad biológica.
- B) **PRODUCCIÓN LIMPIA ENERGÉTICA:** ciencia, tecnología, normas e instrumentos económicos.

- * Proyectos hasta de un año de duración.
- * El monto solicitado no debe exceder los \$ 15'000.000

INFORMÁTICA

El tamaño de la Web supera a los motores de búsqueda

La revista *Science* publicó el pasado 3 de abril un informe sobre el cubrimiento que alcanzan por los principales dispositivos o motores de búsqueda de información a través de la utilidad más popular del Internet: la "World Wide Web" (telaraña mundial) o, sencillamente, la Web.

Los autores de esta investigación son Steve Lawrence y C. Lee Giles expertos en computación de la NEC en Princeton (Estados Unidos). Ellos pusieron a prueba seis poderosos motores consultados en el mundo: Alta Vista (www.altavista.digital.com), Excite (www.excite.com), Hot Bot (www.hotbot.com), Infoseek (www.infoseek.com), Lycos (www.lycos.com) y Northern Light (www.nlsearch.com).

No obstante, ninguno de estos dispositivos alcanza a cubrir el total de las páginas registradas (*Indexable Web*, en inglés), estimadas en 320 millones, que a su vez conforman una inmensa enciclopedia de 15 mil millones de palabras. De acuerdo con Lawrence y Giles, la máxima capacidad demostrada por cada uno de los dispositivos es la tercera parte del total. Luego de hacer 575 solicitudes de palabras típicamente usadas por científicos, el orden calculado de cubrimiento de mayor a menor fue el siguiente: Hot Bot (con 110 millones de páginas), Alta Vista, Northern Light, Excite, Infoseek y Lycos.

La combinación de pares de motores arrojó resultados más alentadores. La pareja más potente fue la de Alta Vista y Hot Bot, con un total estimado de 320 millones de páginas (prácticamente toda la Web), seguida por Northern Light y Alta Vista con 230 millones de páginas.

Las conclusiones del estudio son varias: el cubrimiento de cualquier motor de búsqueda es significativamente limitado (del 3 al 34% de la Web). Por tanto, la mejor estrategia de búsqueda es la combinación de motores, o "metabúsqueda" utilizando dispositivos como MetaCrawler (www.metacrawler.com). Sin embargo, el reto para los administradores de motores individuales es cubrir por lo menos una parte significativa de la gigantesca telaraña mundial de información.

GENÉTICA

El genoma humano tiene derechos

Previendo las indudables consecuencias a todo nivel de la investigación sobre el genoma humano, la UNESCO en su Conferencia General del 11 de noviembre de 1997 adoptó la Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos, publicada en *Unesco Courier* de mayo de 1998.

Esta trascendental Declaración contiene 25 artículos en siete partes denominadas: A. Dignidad hu-

y tiene como grandes metas la preservación de los derechos fundamentales tanto para las personas cuyo genoma está implicado en investigación o tratamiento como para los científicos, porque asegura su libertad de investigación en el área.

En la Declaración se destacan entre otros los siguientes aspectos:

- La clonación de los seres humanos no será permitida. Se considera una práctica en contra de la dignidad humana.

- Toda persona tiene derecho al respeto de su dignidad independientemente de sus características genéticas. Su carácter único va más allá del genoma.

- El genoma humano en su estado natural no puede dar lugar a comercio ni a ninguna clase de ganancia financiera.

- Las personas pueden decidir si quieren informarse o no de los resultados de exámenes genéticos, así como someterse a tratamientos que impliquen su genoma.

- La investigación científica del genoma humano se garantiza; ésta se justifica en la medida en que contribuirá a la disminución del sufrimiento humano generado por enfermedades genéticas.

- Los Estados Nacionales deben promover el conocimiento de estos derechos, la diseminación de la investigación sobre el genoma humano y el uso humanitario de los hallazgos científicos.



mana y el genoma humano; B. Derechos del genoma de las personas; C. Investigación sobre el genoma humano; D. Condiciones para el ejercicio de la actividad científica; E. Solidaridad y cooperación internacional; F. Promoción de los principios establecidos en la declaración; G. Implementación de la declaración.

De acuerdo con el prefacio, escrito por Federico Mayor, esta declaración es el primer instrumento universal en el campo de la biología

PUBLICACIONES

El proceso editorial en la revista *Nature*

La revista inglesa *Nature*, al igual que la norteamericana *Science*, es una de las publicaciones más importantes y prestigiosas del mundo. Su exigente proceso editorial fue descrito por el periodista científico John Maurice, quien publicó el artículo "El semanario *Nature*: un santuario de la ciencia en marcha" en la revista *La Recherche* No. 183 de octubre de 1997.

Esta publicación de Macmillan, tradicional compañía editorial británica, es de carácter general y tiene circulación semanal.

Anualmente recibe más de 8.500 artículos escritos por científicos de talla mundial. Sin embargo, aproximadamente el 90 por ciento de éstos son rechazados por inconsistencias en su contenido y dos tercios de los artículos son devueltos sin ser sometidos a evaluación de los expertos por fallas en normas de presentación u otros asuntos de forma.

En su planta de personal esta editorial cuenta con diez redactores en ciencias biológicas y seis en física. Aunque la mayoría de ellos son británicos, también trabajan allí estadounidenses, australianos, brasileros, canadienses, neerlandeses y alemanes.

Esta revista fue creada en 1869 y en ella han publicado figuras notables como Charles Darwin, Albert Einstein, Max Planck, Louis Pasteur y Lewis Carroll.

Además de la sede en Londres, tiene oficinas en Washington, Nueva York, San Francisco, Munich, París, Moscú, Tokio y Melbourne.

Desde su creación sólo ha tenido seis directores, quienes se han encargado de preservar las directrices de esta publicación y mantenerla en los primeros lugares en su género.



89.9 F.M. ESTEREO

una emisora para la inmensa minoría

Image not found or type unknown





Figura. Ácaro del polvo casero, uno de los principales causantes de la alergia.

Luz Stella Gómez Villalba

Presidente, Sociedad Colombiana de Microscopía Electrónica.

INGEOMINAS - Jefe de proyecto Caracterización de Unidades Geológicas de Colombia.

Santa Fe de Bogotá, Colombia.

e-mail: lsgomez@trilobite.ingeoimin.gov.co

Cada vez que miramos el firmamento en una noche clara podemos apreciar millones de estrellas, algunas de ellas corresponden a planetas cuya inmensidad aún no podemos asimilar, cada uno de esos "puntos brillantes" no sólo refleja planetas, sino satélites, asteroides, etc., algunos de tamaño superior a la tierra y con incalculables detalles de magnitudes inimaginables. De la misma forma nos sorprende lo que descubrimos cuando analizamos un milímetro cúbico de agua o una partícula de polvo casero.

Así como el universo está constituido por millones de estrellas y la playa por incalculables granos de arena, de igual manera en el ámbito microscópico hay todo un universo por conocer.

¿Podríamos imaginar qué se esconde alrededor de los ojos de una mosca? ¿conocer los secretos que encierra una partícula que flota en el aire? Lo cierto es que desconocemos casi todo lo que nos rodea; el simple hecho de entender por qué una fibra textil puede resistir la humedad, el calor y la presión; conocer el mecanismo interno de una bombilla casera, o cómo puede respirar un polluelo en su cascarón.

Se presenta aquí sólo una rápida introducción a un mundo cotidiano, donde hay muchas incógnitas y, en gran parte, el avance de la ciencia está relacionado con esos pequeños detalles que a simple vista no comprendemos, pero que al penetrar en cada uno de ellos resultan sencillos de asimilar.



¿Qué encierra la palabra *microscopía*?

Microscopía se deriva del griego *mickros* que significa pequeño y *skopeo* que significa mirar hacia; es decir mirar hacia lo pequeño.

El interés hacia las cosas pequeñas es inherente a la naturaleza humana, basta ver la fascinación de un niño al descubrir cómo se aprecia su piel o algunos de sus vellos con un poco de aumento.

¿Cómo nace la *microscopía*?

La necesidad de entender algunos fenómenos naturales y aspectos de la vida

cotidiana llevaron hace aproximadamente tres siglos y medio a

Antony van Leeuwenhoek (1632-1723) a construir el primer microscopio óptico,

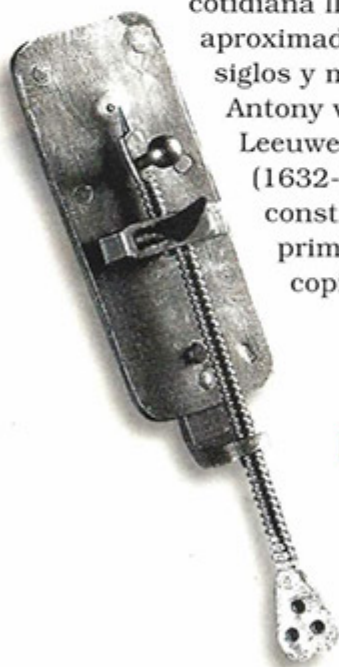


Figura 1. Antiguo microscopio de Leeuwenhoek.

que estaba conformado por una lente convexa y un soporte ajustable en el que se colocaba el espécimen a estudiar (figura 1).

Con este aparato se lograron hacer observaciones hasta 500 aumentos que permitieron el descubrimiento del reino protista y la caracterización de los protozoarios, los espermatozoides, las bacterias y la identificación de las células sanguíneas; al parecer aunque la herramienta era sencilla, el avance científico resultó inimaginable.

La idea de Leeuwenhoek fue perfeccionándose poco a poco. Se intercambiaron las lentes por unos de mayor poder, se adaptaron lentes objetivas, oculares, un espejo y una fuente de luz, entre otros elementos. (figura 2).

Los avances se podían apreciar en la calidad de la resolución de lo que se estaba observando, así fue progresando la microscopía óptica y con ello el conocimiento acerca de las células del cuerpo humano, las bacterias y las enfermedades infecciosas como resultado del adelanto en las aplicaciones hacia el mundo de la medicina y de la biología.



Figura 2. Microscopio de principios de siglo.

Desarrollo de la *microscopía electrónica*

El gran progreso en la microscopía fue a principios del siglo XX cuando Ernest Ruska, investigador ruso de la Universidad de Berlín, descubrió que los campos magnéticos tenían el mismo efecto sobre los electrones que las lentes de vidrio y los espejos sobre la luz visible. Entonces sustituyó el haz de luz por un haz de electrones y una lente convexa por un campo magnético. De esta manera Ruska construyó el primer microscopio electrónico de transmisión en 1931, que le hizo acreedor al premio Nobel de física en 1986 (figura 3).

Los progresos en cuanto a óptica y electrónica no se han hecho esperar, es por esto que a través del siglo XX se han diseñado diferentes clases de microscopios electrónicos, que según las necesidades permi-

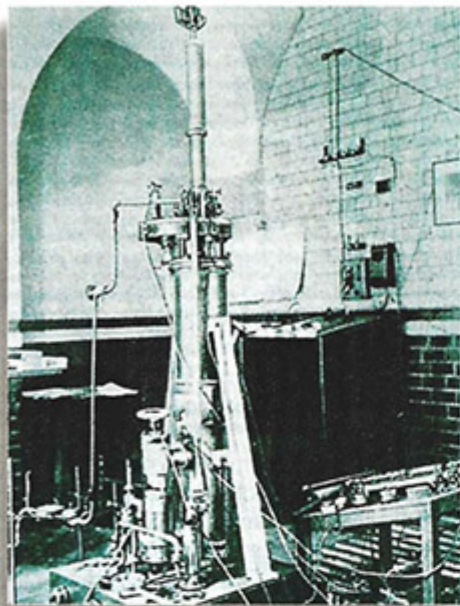


Figura 3. Antigo microscopio electrónico del Imperial College de Inglaterra. (Tomado de Hawkes P. 1998)

tieron el desarrollo de dos tipos: el de "transmisión" y el de "barrido".

Cada uno está compuesto por dos mecanismos diferentes de incidencia del haz de electrones, con el fin de observar detalles predeterminados sobre la muestra a analizar, el primero, es decir el de transmisión (**figura 4**), comúnmente conocido como TEM (*Transmission Electron Microscope*); se denomina así porque el haz de electrones atraviesa la muestra, lo que permite observar sus características internas; por lo tanto, su utilidad ha sido ampliamente difundida en el campo de las ciencias biológicas.

El microscopio electrónico de barrido, comúnmente denominado SEM, básicamente es la respuesta al reflejo de los electrones sobre la super-

ficie de la muestra y su nombre se deriva de la palabra *Scan* que significa barrido o rastreo; su utilidad se aprecia principalmente en el estudio de materiales.

En los dos tipos de microscopía las técnicas de preparación de las muestras son muy diferentes y especializadas; hoy en día se están combinando las dos técnicas, por lo cual podemos contar con microscopios de barrido y transmisión simultáneamente conocidos como STEM.

La ciencia de la microscopía electrónica proporciona ahora equipos con variaciones internas en la presión de tal manera que se pueden hacer pruebas directamente sobre las mues-

tras, lo que favorece investigaciones en procesos especiales.

En el interior de la cámara también se pueden adaptar otros tipos de detectores que al actuar sobre la muestra dan diferentes respuestas; entre otros, algunos detectan varios tipos de electrones o rayos X.

De esta manera es posible hacer análisis químicos directamente sobre la muestra y conocer su posición exacta, su distribución en la misma y tener conocimientos acerca de la química del material, tales detectores son conocidos como EDX y WDX.

Figura 4. Microscopio electrónico moderno de transmisión. (Tomado de LEO).



Estudios de micropaleontología y palinología

Los estudios de microorganismos fósiles han progresado en la caracterización de la morfología, base fundamental para la clasificación taxonómica. De esta manera, los microorganismos marinos tales como foraminíferos y radiolarios han servido de base para la reconstrucción de ambientes de sedimentación antiguos o recientes y su utilidad ha sido fundamental en la búsqueda de hidrocarburos (abajo).

A continuación se presentan algunos ejemplos de la microscopía electrónica en diferentes campos de investigación, que han sido realizados utilizando especialmente la microscopía electrónica de barrido; por lo tanto, no se profundiza la información en el campo de la biología celular puesto que la herramienta principal es el microscopio electrónico de transmisión.

La microscopía electrónica de barrido se aplica en distintos campos de investigación como la arqueología, que la utiliza para establecer las técnicas que utilizaron los indígenas en el manejo del oro.

De igual manera, en metalurgia se usa para caracterizar los aceros, las aleaciones y sus texturas. Así mismo, en física para determinar los procesos de crecimiento cristalino.

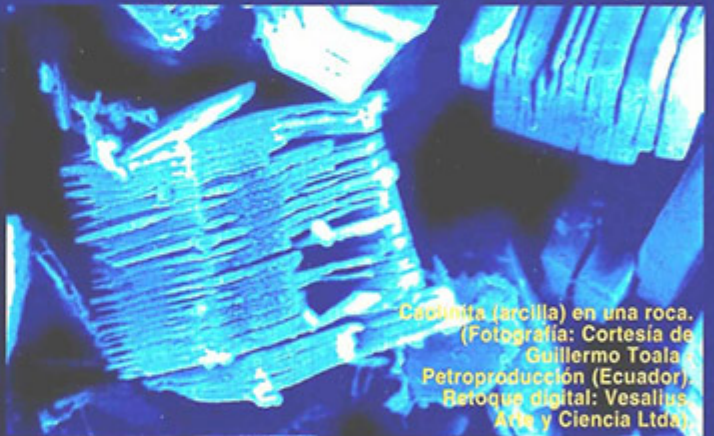
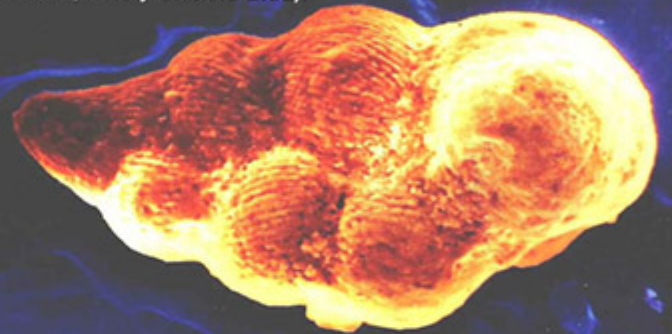
Su aplicación en ciencias forenses tiene que ver con aspectos como balística y física forense, en el estudio de residuos de disparos, pinturas y en la verificación de falsedad de documentos y monedas.

Áreas como la odontología han progresado ampliamente en el análisis y composición de resinas y amalgamas al igual que en procesos de rehabilitación oral.

Por medio de la microscopía electrónica se puede llegar a saber cuál era la apariencia original de un mueble de la época colonial; de esta misma forma, se ha logrado la restauración de obras pictóricas, monumentos arquitectónicos y antigüedades.

Son tantas las aplicaciones en el campo de las investigaciones en geología que solamente se mencionarán algunas dentro de la mineralogía y sus aplicaciones directas a la prospección mineral como es el estudio petrológico de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas; estudio de cenizas volcánicas, productos volcánicos, condiciones de formación de magma, contenido de volátiles; en geotermia y en el campo de la paleontología (estudio de los fósiles).

Foraminíferos fósiles de la zona norte de Colombia.
(Fotografía: Ingeominas. Retoque digital: Vesalius, Arte y Ciencia Ltda).



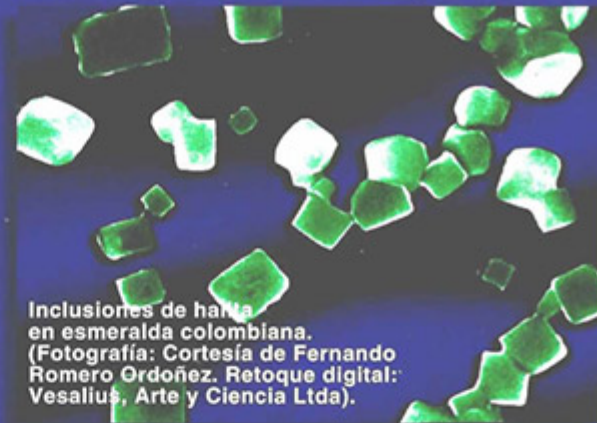
Calinita (arcilla) en una roca.
(Fotografía: Cortesía de Guillermo Toala Petroproducción (Ecuador). Retoque digital: Vesalius, Arte y Ciencia Ltda).

Estudios en geología

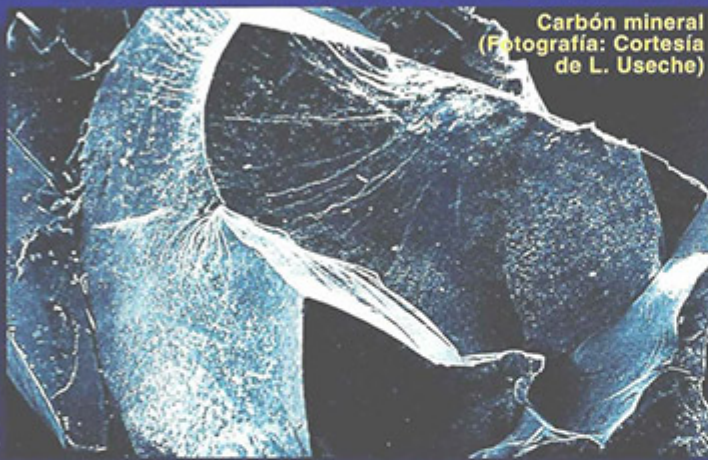
Una de las ramas importantes de la geología es la petrología sedimentaria (parte de la geología que estudia las rocas) y sus conclusiones son fundamentales en la búsqueda de hidrocarburos. Con esta herramienta se han realizado estudios de texturas, incluyendo cementos, porosidades, minerales asociados, caracterización de rocas reservorio petrolíferas, estudio de arcillas y análisis diagenéticos (etapa final del ciclo sedimentario) (arriba).

En el campo de la gemología

En la caracterización de esmeraldas y otras gemas es usual la determinación de minerales naturales y artificiales, el estudio de las inclusiones cristalinas, líquidas y gaseosas; la determinación de elementos de tierras raras y elementos cromóforos (que le dan color al mineral) y demás minerales asociados que puedan indicar aspectos relacionados con su génesis (derecha).



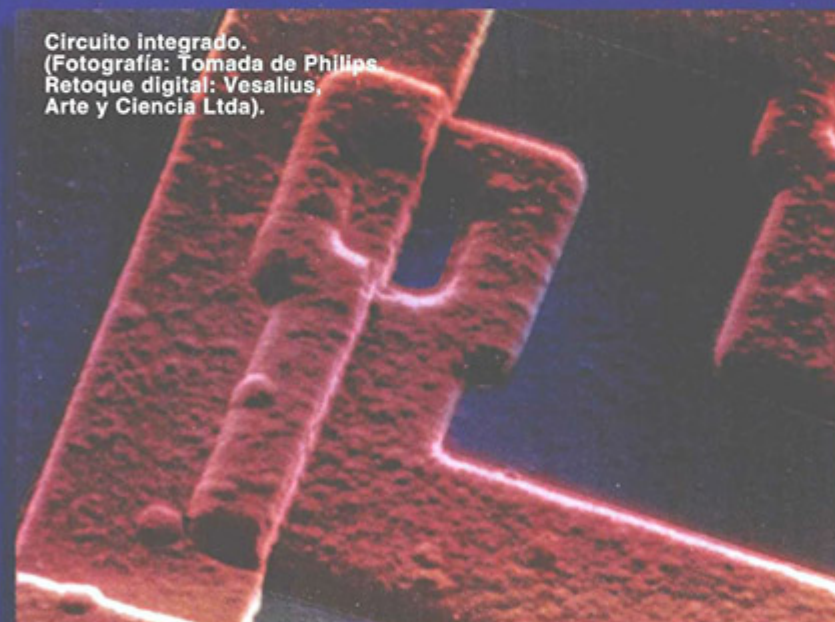
Inclusiones de halita en esmeralda colombiana. (Fotografía: Cortesía de Fernando Romero Ordoñez. Retoque digital: Vesalius, Arte y Ciencia Ltda).



Carbón mineral (Fotografía: Cortesía de L. Useche)

Estudio de carbones

La herramienta permite con excelentes resultados el estudio de la morfología de los carbones, la caracterización de cenizas y de minerales generados por calentamiento del carbón y la evaluación estructural de coques entre otros procesos (izquierda).



Circuito integrado. (Fotografía: Tomada de Phillips. Retoque digital: Vesalius, Arte y Ciencia Ltda).

En el campo de la electrónica

Gran parte de los secretos relacionados con la materia a bajas dimensiones han sido perfeccionados por medio de la microscopía electrónica. La nueva nanotecnología propone la construcción de máquinas de dimensiones moleculares (izquierda).

Estudios en entomología y ciencias de la vida

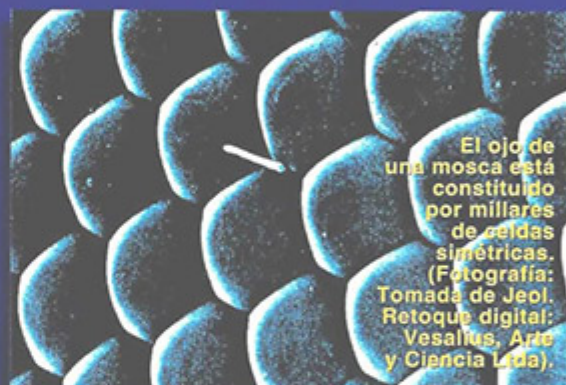
Día a día la microscopía electrónica nos deleita con imágenes en detalle de insectos, los cuales son examinados en busca, entre otras cosas, de la determinación de especies (derecha y abajo).



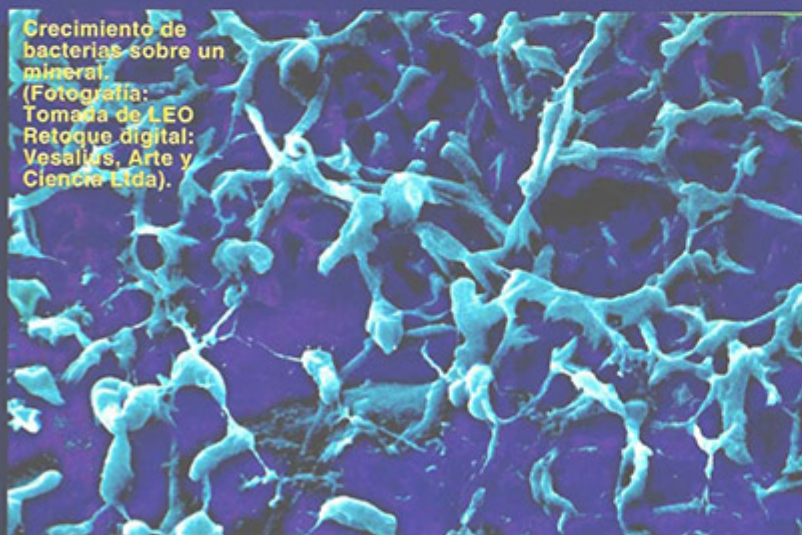
Detalle de la cabeza de una mosca.
(Fotografía: Tomada de Philips.
Retoque digital: Vesalius, Arte y Ciencia Ltda).



Hormiga con un chip de computador en sus mandíbulas (30x).
(Fotografía: Tomada de Philips.
Electron Optics Eindhoven
Laboratorio de Aplicación
Retoque digital: Vesalius
Arte y Ciencia Ltda)



El ojo de una mosca está constituido por millares de celdas simétricas.
(Fotografía: Tomada de Jeol.
Retoque digital: Vesalius, Arte y Ciencia Ltda).



Crecimiento de bacterias sobre un mineral.
(Fotografía: Tomada de LEO.
Retoque digital: Vesalius, Arte y Ciencia Ltda).

Los últimos avances han permitido entender el proceso de crecimiento de las bacterias sobre materiales y, en especial, sobre implantes o catéteres usados rutinariamente (izquierda).



Esperas en hongos.
(Fotografía: José Yuag Silva.
Identificación:
María C. Cepero de García.
Retoque digital: IM Editores).

Es difícil imaginar lo que se encierra detrás de la suave textura de un pétalo de rosa, de la nervadura de una hoja o los detalles microscópicos que son revelados en un hongo (izquierda).

Las anteriores imágenes dan una idea más clara de lo que el avance tecnológico puede aportar al conocimiento.

Lecturas recomendadas

Durkin, D., Henriette, M.C.: Sem and Quality Control of cut Roses: The latex Red Test. Microscopy and Analysis. Julio, 1998.

Encizo, H., Pérez, F.: Estructura en coques de carbono de diferente. Memorias. Seminario colombiano sobre aplicaciones de la microscopía electrónica en investigación y diagnóstico. Julio, 1995.

Forero, N.: Algunas aplicaciones de la microscopía electrónica de barrido en la física forense. Memorias. Seminario colombiano sobre aplicaciones de la microscopía electrónica en investigación y diagnóstico. Julio, 1995.

Gómez, L.S.: Aplicaciones de la microscopía electrónica en el estudio de minerales artificiales. Memorias. Seminario colombiano sobre aplicaciones de la microscopía electrónica en investigación y diagnóstico. Julio, 1995.

Gómez, L., et al: El microscopio electrónico de barrido, un moderno método de investigación. Memorias. Seminario sobre aplicaciones de la microscopía electrónica en investigación y diagnóstico. Julio, 1995.

Hawkes, P.A: Century of Electrons. Microscopy and Analysis. January, 1998.

Jeol. Low Vacuum SEM Micrographs. 1997.

Jeol. A Guide to Scanning Microscope Observation. 1996.

Leo. Tomorrows's technology today. 1998.

Phillips. All you wanted to know about Electron Microscopy but didnt know what to ask.. 1994.

Romero, F.: Estudio de las inclusiones fluidas en esmeraldas colombianas. Electron Microscopy in Colombia. Sociedad colombiana de microscopía electrónica. Vol. 2, 1996.

Romero, F., Gómez, L.S.: Scanning electron microscopy on solid inclusions from some colombian emerald deposits. Proceedings 14° Congreso Internacional de Microscopía Electrónica. 1998.

Romero Gil, Salvadori: Crystals forms and surface textural of aluvial surfaces from the caño Guayapito, Colombia. Electron Microscopy in Colombia No. 2, 1996.

Toala, G.: Mineralogía de las arcillas en las areniscas Reservorio del campo Libertador (Ecuador). Electron Microscopy in Colombia. Sociedad colombiana de microscopía electrónica. Vol. 2, 1996.

Useche, L.A.: Estudio de Morteros, pañetes antiguos para la conservación de monumentos históricos. Universidad Nacional de Colombia. Septiembre, 1993.

Yacamán, M., Reyes, J.: Microscopía Electrónica. Una visión del microcosmos. 1995

Maloka Ciencia & Tecnología Interactiva



Misión

Contribuir a la apropiación social de la **ciencia y la tecnología** y al cambio hacia una cultura basada en el conocimiento, que incorpore el desarrollo tecnológico a nuestra cotidianidad y a los procesos productivos, dentro de un marco de desarrollo sostenible.

Nuestros Servicios

EXHIBICIONES INTERACTIVAS

- del Universo
- de la Vida
- de la Tecnología
- de la Biodiversidad
- de la Ciudad
- de los Niños
- del Ser Humano

CINE DOMO

RESTAURANTE "Maiki"

CAFE INTERNET

ALMACÉN

MALOKA VIRTUAL

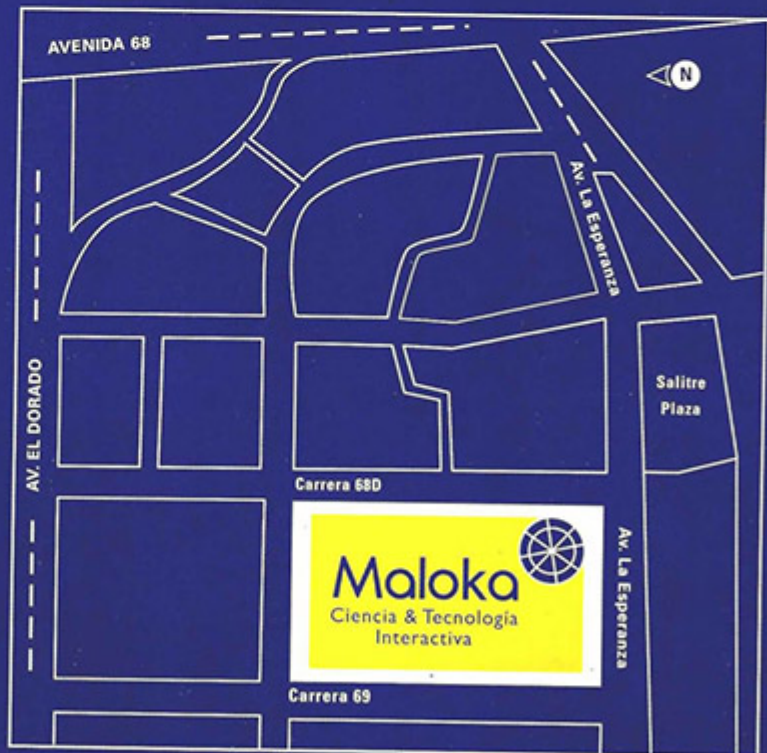
ACTIVIDADES REC

internet: maloka.org
E-mail: info@maloka.org

Visión

Posicionarse como uno de los cinco centros de ciencia y tecnología más importantes del mundo y ser una organización líder a nivel nacional e internacional en educación no formal.

Te
esperamos!



Maloka
Ciencia & Tecnología Interactiva

Cra. 68D # 40A-51 Ciudad Salitre - Santafé de Bogotá, Colombia

Tel.: (571) 427-2707 Fax: (571) 427-2747

TIVAS / EDUCATIVAS

Observaciones anómalas sobre la superficie

José Gregorio Portilla
Observatorio Astronómico Nacional,
Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional de Colombia.
Santa Fe de Bogotá, Colombia.
e-mail: gportill@ciencias.ciencias.unal.edu.co

Introducción

La Luna es el único satélite natural que posee la Tierra. También es el cuerpo celeste más cercano a nosotros y el único que hasta la fecha ha sido visitado por humanos. Sin embargo, aún encierra profundos misterios en aspectos tales como origen, constitución, estructura y movimiento, entre otros, que justifican la existencia de numerosos grupos de investigación en el mundo preocupados por dar nuevos enfoques y explicaciones a tales inquietudes. Pero existe una serie de anomalías captadas en este satélite que aún no han tenido la atención y el estudio requerido denominados eventos transitorios lunares, entendidos como los cambios temporales aperiódicos que surgen en regiones específicas de la Luna. Antes de la utilización del telescopio para fines astronómicos, numerosos observadores habían reportado la aparición de eventos irregulares sobre la

superficie lunar tales como la presencia de puntos brillantes (estáticos o en movimiento), oscurecimientos, cubrimiento de "neblina" sobre un determinado lugar, cráteres que aparecen más brillantes en determinado momento o fluctuaciones luminosas localizadas semejantes a relámpagos. La figura 1 muestra la aparición de uno de tales eventos¹. El asunto no merecería especial atención si las personas que hicieron los reportes no hubieran sido astrónomos reconocidos como Bode, Schroter, Herschel, Olbers, Tempel, Barnard, Pickering, cuyas observaciones han sido publicadas en revistas especializadas dedicadas a temas astronómicos. Uno de estos informes es el reporte técnico de la NASA que da a conocer un catálogo completo de todos los eventos lunares registrados desde 1540 hasta 1967 (tabla 1)².

Nombre	Número de eventos	Posición	
		Latitud	Longitud
Cráter Aristarco	224	24 N	48 O
Cráter Platón	43	52 N	10 O
Valle de Schroeter	18	26 N	51 O
Cráter Alfonso	17	12 S	3 O
Mar de las Crisis	14	18 N	58 E
Cráter Gassendi	14	18 S	40 O
Cráter Tycho	10	43 S	11 O
Cráter Eratóstenes	6	13 N	12 O

Tabla 1: Sitios que presentan la mayor actividad de eventos sobre la superficie del lado visible de la luna (desde 1540 a 1967)

lunar

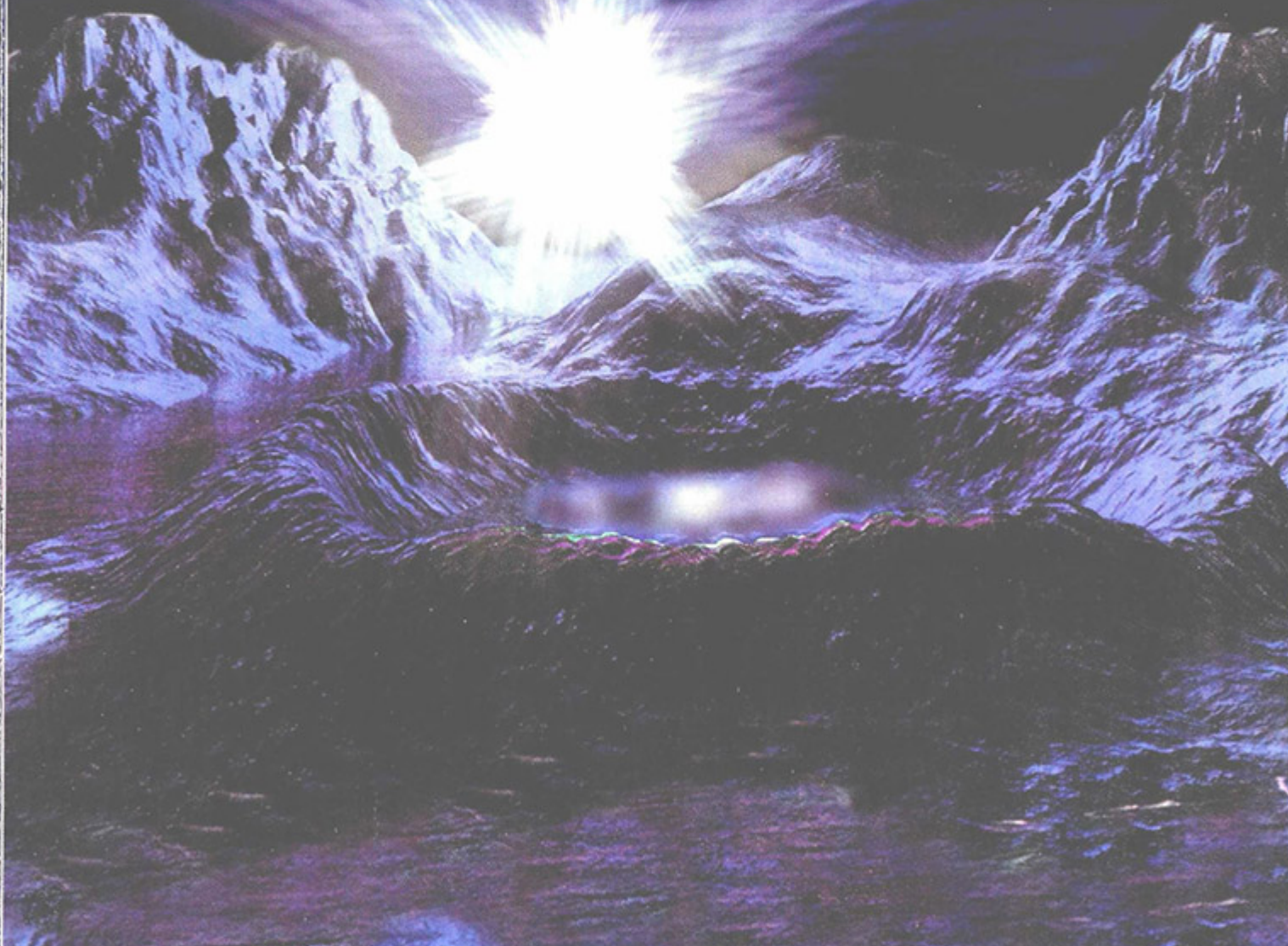




Figura 1. Algunos eventos irregulares que se observan en la superficie lunar, se manifiestan como en este caso, con la presencia de puntos brillantes estáticos o en movimiento.

Explicaciones inmediatas

La pregunta es obvia: ¿qué produce dichos eventos? Hasta donde se ha determinado los eventos referidos no producen cambios permanentes sobre la superficie lunar. Pues no se han observado derrumbes, desplazamiento de material o generación de nuevos cráteres o montañas. Antiguamente se creía que los puntos luminosos estáticos eran causados por procesos vulcanológicos lunares. Sin embargo, las investigaciones al respecto han revelado que desde el punto de vista geológico nuestro satélite natural posee una actividad volcánica completamente nula, pues a diferencia de la Tierra, su actividad tectónica terminó hace más de dos mil millones de años³.

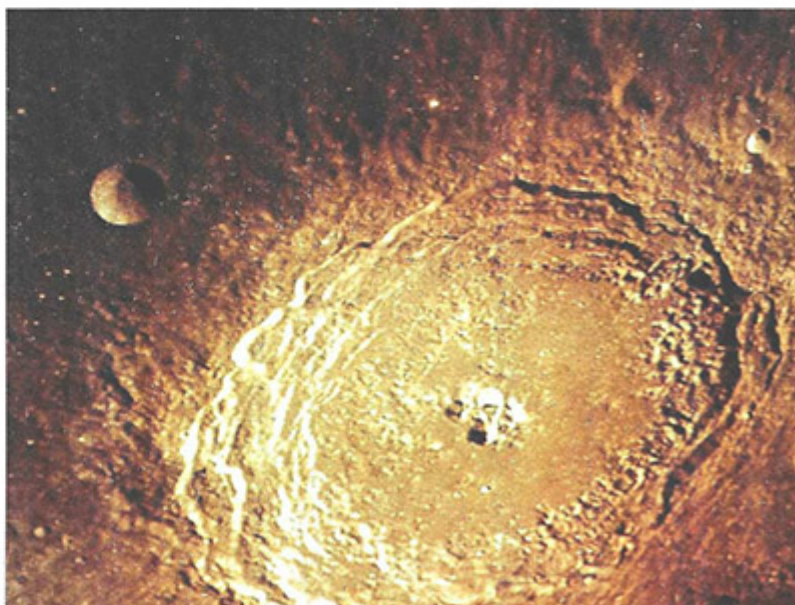
Otra hipótesis sostiene que estos eventos son ocasionados por la caída de asteroides o cometas sobre la superficie lunar. Es evidente que la superficie de la Luna presenta un gran número de cráteres que en su mayoría son de origen meteorítico, en un fenómeno que tuvo su punto culminante hace unos tres mil millones de años (figura 2). Sin embargo, si algún asteroide de tamaño pequeño colisiona con la Luna, el impacto generaría energías cuyo fegonazo sería muy difícil de detectar en la Tierra. Por el contrario, si se trata de asteroides de 100 metros o más, la energía producto del choque sería de tal magnitud que levantaría grandes cantidades de polvo lunar (regolito) a distancias muy grandes (recuérdese que la Luna carece de atmósfera y posee un campo

gravitacional más pequeño que el terrestre), lo que sería fácil de detectar desde la Tierra aún a simple vista. Pero el único fenómeno de esta naturaleza⁴ que ha sido reportado ocurrió al parecer en el año 1178.

Si se insiste en que los eventos son causados por la caída de meteoritos se tendría que esperar que estos se distribuyeran de forma uniforme sobre la cara visible de la Luna. Sin embargo, existe en este punto algo muy desconcertante: de los 579 eventos reportados² cerca del 40 por ciento han sido observados en el cráter Aristarco o muy cerca de él (latitud = 24 norte, longitud = 48 oeste). A menos de que se admita que las caídas de meteoritos son de naturaleza selectiva y preferencial, la hipótesis meteorítica no satisface este tipo de observación. En plena misión de la nave *Apolo 11*, el primero con tripulación en llegar hasta la superficie de la Luna, en julio de 1969, (figura 3) se observó desde la Tierra que Aristarco se hallaba iluminado en su base, aun cuando ese sector estaba en esos momentos en el lado nocturno lunar.

Sin explicaciones medianamente razonables a la mano, es evidente que esto puede dar lugar al surgimiento de hipótesis simplistas y fantásticas que son hasta ahora imposibles de sustentar⁵. La acción emprendida por el congreso norteamericano de cancelar las misiones *Apolo 18* y *19* por razones presupuestales (cuando ya se disponía de todo el material necesario), no deja más sino despertar suspicacias: el lugar planeado para el desembarco del *Apolo 18* era el cráter *Aristarco* (figura 4). No es mi intención desorientar al lector con extravagancias tales como la existencia de bases extraterrestres, encubrimientos gubernamentales, conspiracio-

Figura 2. Sobre la superficie lunar existe un incontable número de cráteres en su mayoría originados por el impacto de asteroides y cometas.



nes científicas u otros tipos de explicaciones exóticas porque como se estableció con todas aquellas historias imaginativas surgidas de las fotografías de escasa resolución que tomaron las naves *Vikingo* de la superficie de Marte a mediados de los años setenta, particularmente de la región de Cydonia: la supuesta "cara" esculpida por una civilización marciana resultó ser (con las recientes fotografías del *Mars Global Surveyor*) un promontorio común y corriente de escaso interés⁶.

Necesidad de seguir investigando

¿Qué otras alternativas existen para explicar la naturaleza de los eventos lunares antes mencionados sobre bases científicas sólidas? Desgraciadamente muy pocas. Una teoría reciente propone la existencia de emisión de gases desde el interior de la Luna que bajo determinadas condiciones, pueden dar lugar a descargas eléctricas repentinas por un efecto denominado "triboelectrónico". También se ha propuesto que algunos de tales fenómenos pueden ser producidos por el paso de la Luna a través de la magnetopausa de la Tierra. Esta zona puede capturar partículas energéticas provenientes del Sol y amplificarlas aún más, con lo que dos días antes o después de la luna llena, cuando ésta atraviesa la magnetopausa, las partículas energéticas pueden colisionar fuertemente contra la superficie lunar, haciendo que los gases emanados de la superficie lunar presenten posible luminiscencia.

La ausencia de más hipótesis no deja de ser frustrante y enigmática, pues la verdad es que se debe admitir que la Luna es un cuerpo que aún no ha sido estudiado lo suficiente. Aunque la carrera espacial originó una verdadera avalancha en conocimientos sobre la naturaleza de la Luna (que culminó en seis descensos), el hecho es que subsisten muchos interrogantes. Aún se ignora lo que ocurre en el interior de un cuerpo rocoso del tamaño de la Luna cuando es sometido a temperaturas

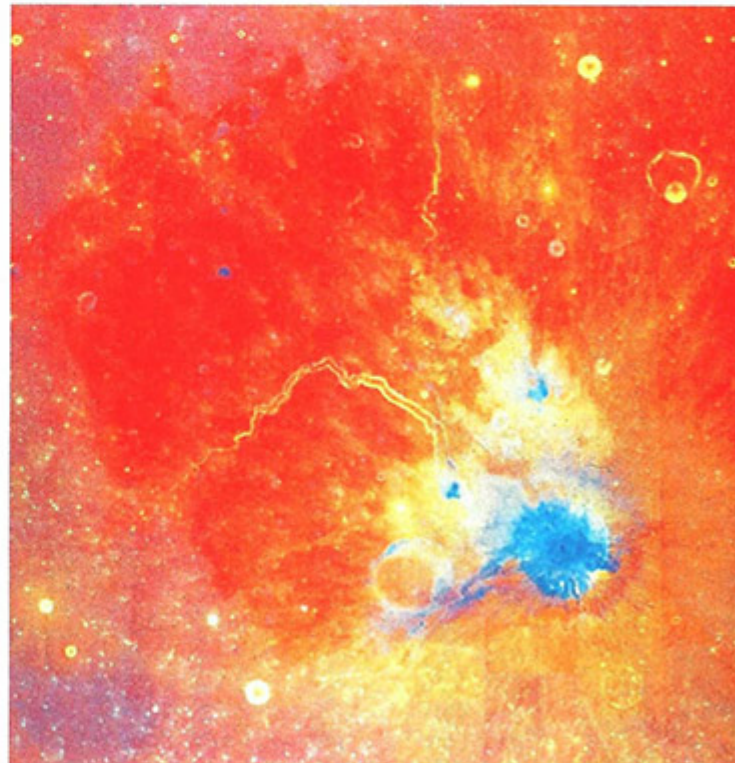


Figura 3. Edwin Aldrin, el segundo ser humano en pisar la Luna, posa al lado del módulo lunar el día 21 de julio de 1969. A pesar de que se han logrado seis desembarcos lunares, que han aportado importantes datos científicos, aún existen muchos interrogantes por aclarar.

tan diferentes como las que allí se presentan. ¿Emisión continua de gases desde el interior? Ésta y otras preguntas no tienen respuesta porque los sismógrafos fueron colocados en la Luna hace más de un cuarto de siglo. Por lo tanto, aún se desconoce su constitución interna y la composición de las rocas en el sector oculto (todos los desembarcos fueron en el lado visible). La creencia generalizada de que la Luna es un cuerpo muerto, vulcanológicamente hablando, es en ocasiones puesta en duda a causa de observaciones espectroscópicas de uno que

otro evento transitorio. La "observación" de un volcán activo realizada por astrónomos rusos a finales de 1958 en la base del cráter Alfonso - con espectros de líneas de emisión de carbono molecular - ha sido considerada más bien como una manifestación de emisión de gas frío, aunque las dudas persisten⁷. No deja de resultar

Figura 4. El cráter Aristarco es uno de los más brillantes y está situado cerca del borde occidental en el hemisferio norte. Más del 40% de los "eventos lunares transitorios" se han observado muy cerca de este cráter.





■ **Figura 5.** Las regiones oscuras y relativamente fáciles de observar son conocidas como "mares lunares". La imagen muestra el Mar de las crisis de forma ovalada.

paradójico que la existencia de volcanes sea incuestionable en la luna *Io* (una de las lunas más grandes de Júpiter), un objeto miles de veces más lejano que nuestro satélite.

La luna no está de moda

Aunque la Luna es el cuerpo celeste más cercano a nosotros (**figura 5**) se necesita un satélite (con telescopio abordo), que gire alrededor de ella en órbita polar a unos 100 ó 200 kilómetros, para vislumbrar detalles finos como modificaciones en su superficie o movimiento de material ígneo⁸. Pero en realidad las últimas fotografías fueron tomadas por los astronautas del *Apolo 17*, en 1972. La nave que en el momento de escribir estas líneas gira alrededor de la Luna y que ha confirmado la existencia de agua en estado sólido en los polos, el *Lunar Prospector*, ni siquiera lleva una cámara fotográfica. Actualmente no existe un proyecto con la debida financiación cuyo objetivo sea cartografiar con máxima resolución la superficie lunar.

Contrasta esta situación con el trabajo de los astrónomos que tratan de aclarar las explosiones cósmicas de rayos gama que se supone se originan en los confines del universo con propuestas de todo tipo de teorías⁹. Estos gru-

pos de investigación no sólo utilizan telescopios con los últimos avances para identificar contrapartes ópticas de tales explosiones sino que se han invertido millones de dólares en la construcción de satélites capaces de detectar rayos gama alrededor de la Tierra. Al parecer, los acertijos que ocurren en las fronteras del universo llaman más la atención que aquellos que se presentan en el espacio cercano.

Lo cierto es que existen sucesos en el espacio acerca de los cuales la comunidad científica no ha dado respuesta¹⁰. ¿Cómo explicar el relámpago sobre la cara de la Luna observado por Edmund Halley y Louville el 3 de mayo de 1715? ¿Qué fenómeno originó los puntos en movimiento cerca de la mitad del disco lunar durante el eclipse lunar del 18 de marzo de 1783 observado por Charles Messier? ¿Qué naturaleza poseen los puntos brillantes sobre el cráter Aristarco vistos por Bode (codescubridor con Titus de la ley empírica de distancias de los planetas al Sol) en los meses de marzo, abril y mayo de 1789?²

En conclusión, aún no existe un mecanismo tanto interno como externo que permita explicar de forma satisfactoria éstos acontecimientos que suceden al parecer de manera cotidiana en la Luna.



Referencias

- (1) <http://www-clients.spirit.net.au/~minnah/LunarFlare.html>
- (2) Middlehurst, B., et al: *Chronological Catalog of Reported Lunar Events*. NASA Technical Report R-277, 1968.
- (3) Christiansen, E., Kenneth, W.: *Exploring the Planets*. Prentice Hall, New Jersey, p. 72, 1995.
- (4) Sagan, C.: *Cosmos*. Editorial Planeta, Bogotá, p. 83-87, 1994.
- (5) Benítez, J. J.: *Terror en la Luna*. Editorial Planeta, Barcelona, p. 150-156, 1982.
- (6) <http://mars.jpl.nasa.gov/mgs/target/CYD3/index.html>
- (7) Doel, R.: *The Lunar Volcanism Controversy*. *Sky & Telescope*, Octubre, p. 26-30, 1996.
- (8) *Sky & Telescope*. Julio, p. 80, 1994.
- (9) Portilla, J. G.: *Las misteriosas explosiones cósmicas de rayos gama*. *Innovación y Ciencia*, Vol. VII, No. 1, p. 51-55, 1998.

ESPECIFICACIONES PARA LA PUBLICACION DE ARTICULOS

REVISTA
Innovación
y **Ciencia**

■ TEMAS

Ciencias naturales y sociales, tecnología y política científica.

■ 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 disquete, 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 se usarán las siguientes normas:

1. Artículo de revista científica:

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

2. Artículo de libro:

Day, R.A. Cómo escribir y publicar trabajos científicos. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud: 1990.

■ RESUMEN

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

■ IDENTIFICACION DEL AUTOR

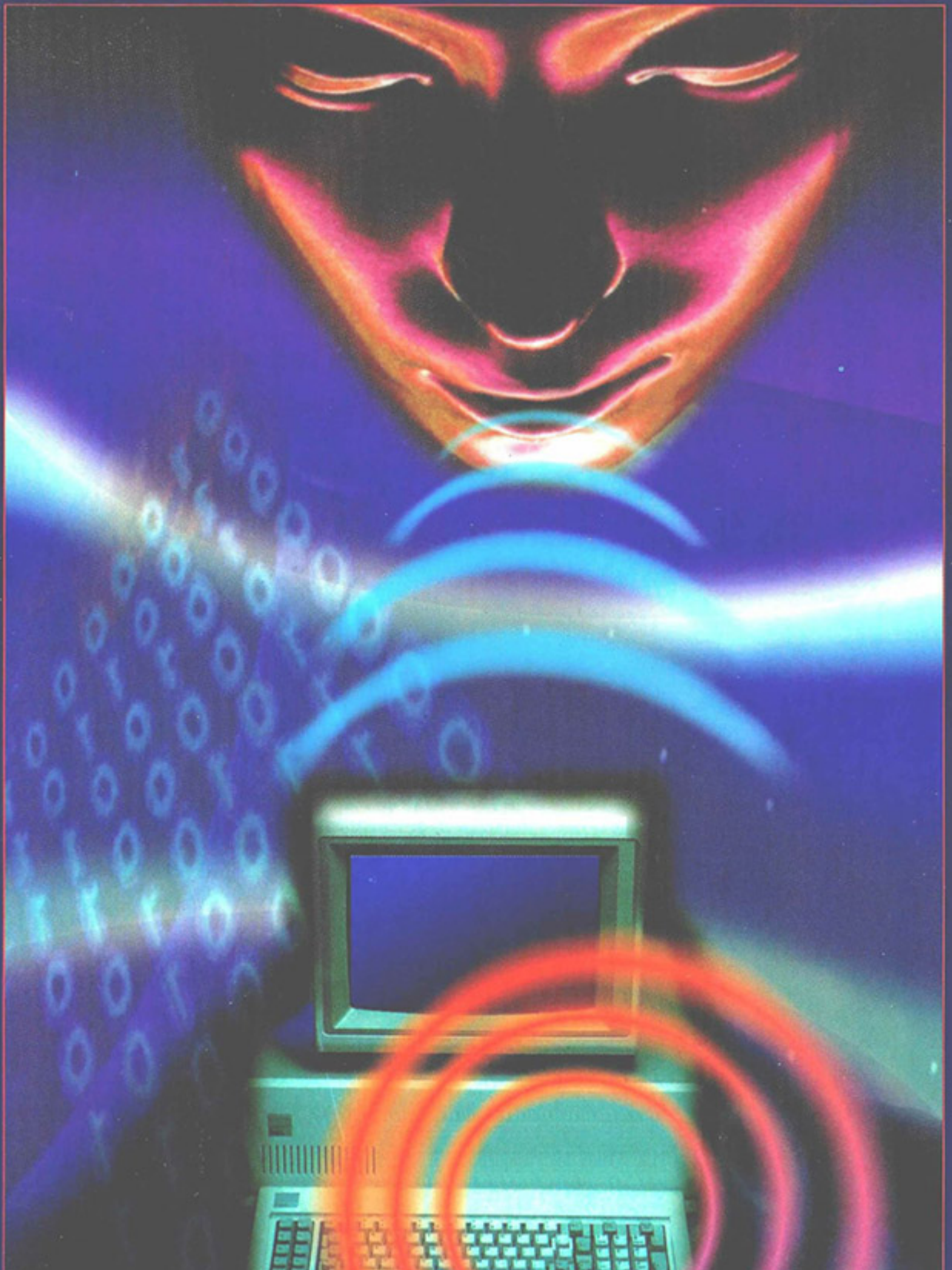
- Nombre
- Títulos
- Cargo actual

■ 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.

Reconocimiento de



VOZ

¿Es posible hablar con las máquinas?

Fredy Enrique Medina Quintero
Investigador - Universidad Antonio Nariño
Presidente - SCAINTAR

Alexander Quiñones Silva
Investigador - Universidad Santo Tomas
Vicepresidente - SCAINTAR

SCAINTAR
Sociedad Colombiana de Inteligencia Artificial,
Santa Fe de Bogotá, Colombia.
E-mail: alexquin@impsat.net.co

La facilidad para comunicarnos hoy con un computador está reducida a interfaces como el teclado, el mouse, el lápiz óptico y los comandos en pantalla.

Y, aunque se ha avanzado bastante en el área del reconocimiento de voz hasta ahora pocas investigaciones arrojan resultados de sistemas, que tengan un alto grado de confiabilidad y de procesamiento en tiempo real.

El campo del reconocimiento de voz es de gran interés para empresas, entidades educativas y de investigación debido a que se proyecta de gran utilidad en infinidad de aplicaciones como el servicio por teléfono para órdenes cortas, números, consultas, palabras claves. En aplicaciones de seguridad para claves de acceso, reconocimiento de personas por medio de la voz o reconocimiento de mensajes. En aplicaciones de oficina para tomar notas en una conferencia o reunión,

en dictado de textos o asistente inteligente, mediante un software programado de acuerdo con las necesidades del usuario. En teleconferencia con programas inteligentes de traducción simultánea. En educación con programas para el aprendizaje de idiomas, programas de enseñanza para personas con problemas de audición o de lenguaje y a las personas discapacitadas les facilitaría las tareas y brindaría una mejor calidad de vida.

El objetivo final del reconocimiento de voz es establecer un interfaz hombre-máquina más natural por medio de la voz humana. Cuando un sistema de reconocimiento de voz inicia el trabajo en aplicaciones reales con usuarios no cooperantes aparecen distintos problemas entre los que cabe destacar la pronunciación de palabras fuera del vocabulario del sistema (el usuario del sistema no puede recordar todas las palabras del vocabulario), la aparición de sonidos extraños como pueden ser los producidos para expresar una duda como "eh", "uh", entre otros, los errores gramaticales que se comenten en muchas ocasiones al construir frases de forma espontánea, y el ruido existente en el ambiente donde trabaja el sistema (impresoras, computadoras y aire acondicionado, en oficinas; el sonido del auto en aplicaciones de telefonía móvil, etc). Estos problemas dificultan la transcripción completa de la frase pronunciada, lo que provoca que la tasa de reconocimiento del sistema se reduzca dramáticamente cuando éste abandona las condiciones de laboratorio y pasa a ser utilizado en condiciones reales.

En una escala más pequeña, pero muy interesante de cara a aplicaciones reales, las técnicas de localización de palabras (*Word Spotting*) intentan detectar la presencia de un conjunto relativa-

**El objetivo del
reconocimiento
de voz es establecer
un interfaz
hombre-máquina
por medio
de la voz.**

mente reducido de palabras claves en un contexto de habla conversacional o espontánea.

En muchas ocasiones, en la comunicación oral entre dos personas, no es posible captar perfectamente todas las palabras que pronuncia el interlocutor, pero el mensaje se comprende porque se entienden aquellas que tienen mayor significado al igual que ocurre cuando se escucha una conversación en un idioma que no se domina a la perfección. Con esta idea, mediante una adecuada selección del conjunto de palabras claves (aquellas con mayor contenido semántico), los sistemas de reconocimiento de voz basados en las técnicas de localización de palabras son los candidatos idóneos para trabajar en aplicaciones reales donde el vocabulario es relativamente reducido y controlable como en servicios de telecomunicaciones, en los que se incluyen los sistemas de audiotexto, telefonía móvil para manos libres o automatización de servicios de operadora.

El habla

El habla es uno de los medios de comunicación más útil y complejo. Éste se produce cuando las resonancias originadas en el conducto vocal generan señales acústicas en las que la energía está concentrada en mayor o menor grado alrededor de las frecuencias de resonancia correspondientes; a estas concentraciones se las conoce como "formantes", que además contienen la mayor parte de la información psico-acústica. Tanto las amplitudes como los amortiguantes contribuyen a la comprensión de los sonidos correspondientes.

Las frecuencias de los tres primeros formantes (frecuencias de resonancia más bajas) pueden constituir un sistema de referencia absoluto para los sonidos vocálicos, en el que las distintas vocales (en castellano) quedan representadas de forma relativamente independiente del locutor. En los sonidos consonánticos, las frecuencias de resonancia de los tres primeros formantes sufren rápidas variaciones que enlazan las configuraciones de formantes de las vocales anterior y posterior a la consonante correspondiente, por lo que en este caso, la forma de variación es la que identifica los sonidos. Sin embargo, la relación entre estas variaciones y las consonantes correspondientes dista de ser tan clara como el caso de las vocales, lo que constituye todavía un problema abierto.

Características del habla

Ésta se caracteriza por ser:

- **Incompleta:** la información intercambiada es siempre mayor que la estrictamente contenida en el mensaje oral por los gestos y el énfasis del que expresa el mensaje o el contexto que lo rodea, entre otros aspectos.
- **Interactiva:** se refiere a que existen varios niveles de percepción y comprensión en el habla que interactúan con otros sistemas perceptivos (como el visual) y motores (como el aparato fonador). Los niveles básicos de comprensión son los siguientes:
 - **Nivel Acústico:** donde se analizan las características de la señal.
 - **Nivel Fonético:** donde se determinan los objetos sonoros elementales (fonemas, silabas, ruidos simples).
 - **Nivel Léxico-Sintáctico:** es el nivel donde empieza la abstracción y en el cual se aplican las reglas gramaticales, se extraen los símbolos elementales (morfemas) y se analiza su sucesión.
 - **Nivel Semántico-Pragmático:** donde se llega a la comprensión del significado del mensaje.
- **Continua:** la voz tiene una naturaleza de continuidad, pues, aunque se tenga la impresión contraria, los fonemas, las silabas y las palabras no se pueden separar fácilmente de forma automática. No existen pausas entre estos elementos y además, se influyen unos con otros debido a lo progresivo de los movimientos articulatorios del aparato fonador, lo que se conoce como "co-articulación".
- **Variable:** es imposible que un locutor (y con más razón varios) pronuncie exactamente igual una misma silaba, palabra o frase dos veces, pues aparte de las variaciones circunstanciales de amplitud y entonación, entre otras, se encuentran variaciones temporales no-lineales. En el caso de las vocales, éstas por lo general se alargan o contraen más que las consonantes, eso sin contar las condiciones físicas del locutor (estado de ánimo, catarro, cansancio, etc.) ni lo que ocurre cuando se habla de manera distinta a la habitual (susurros, gritos, cantos, etc.) ni a las variaciones en frecuencia que dan lugar a la diferencia de sexo o edad.
- **Redundante:** se ha demostrado que con aproximadamente 50 bits por segundo es posible transmitir el mensaje básico contenido en ella, mientras que para una transmisión sonora perfecta se requieren más de 100.000 Bps. Esta información adicional proporciona datos con respecto a la entonación, timbre, etc. que hacen posible la comprensión a pesar de la variabilidad mencionada y de los altos niveles de ruido en determinados ambientes.

- **Transitoria:** sólo las variaciones de la señal permiten transmitir información; en consecuencia, toda la información de la señal vocal está contenida en las transiciones. Un análisis cuasi-estacionario (se supone que la señal no cambia a intervalos cortos de tiempo, unos 20 ms) permite usualmente determinar el tipo de transición (por ejemplo de /o/ a /a/), pero es mucho más difícil averiguar cómo se hace esa transición para distinguir combinaciones como /ola/, /olla/, /oda/, /oca/. Por esta razón, los sistemas actuales que se ciñen a este tipo de análisis tienen serias dificultades para discriminar gran parte de las consonantes, por lo tanto, éste se realiza por motivos técnicos, ya que el tipo de parámetros que diferencian las transiciones no es suficientemente conocido.
- **Incierta e inexacta:** tanto la señal como las fuentes de conocimiento asociadas a los niveles de percepción constituyen información ruidosa e incompleta (parte de la información está ausente) y las informaciones irrelevantes para la comprensión del mensaje pueden enmascararlo.

Sin embargo, aparte de las características propias del habla que intervienen en el éxito o fracaso en los sistemas de reconocimiento de voz, están la complejidad de la señal misma, las dificultades a nivel del vocabulario, los distintos acentos, formas de hablar, reglas gramaticales y tendencias. Algunos de los sistemas desarrollados hasta ahora aceptan voz continua, pero para tareas limitadas y reducidas, pues sólo identifican entre 1000 a 5000 palabras.

A pesar de la gran complejidad del proceso que se acaba de describir el ser humano utiliza rutinariamente el habla sin "esfuerzo aparente" (aunque hay que tener en cuenta que para alcanzar esta habilidad se requieren más de veinte años por individuo), en realidad el habla es una de las principales manifestaciones de inteligencia humana y en la actualidad hay conciencia de la enorme dificultad que presenta la concepción de sistemas que intentan aproximarse a sus prestaciones.

Se puede afirmar que el reconocimiento automático del habla es, con toda propiedad, un problema de inteligencia artificial cuyos distintos subproblemas se enmarcan bajo metodologías de reconocimiento de formas.

Fonemas del idioma español

La mínima unidad acústica del lenguaje hablado es el fonema. Lo ideal es que cada fonema

pronunciado corresponda a una letra, pero en la realidad esto no sucede. En algunos idiomas más que en otros se presentan correspondencias de fonemas con letras, por ejemplo en inglés muchos de los fonemas son designados con símbolos que no corresponden al alfabeto inglés, en este tipo de idiomas el reconocimiento es más complicado ya que un mismo fonema puede implicar palabras y significados diferentes (/no/ y /know/, por ejemplo). En francés, una misma palabra puede pronunciarse de manera diferente dependiendo de la palabra siguiente, además un solo fonema corresponde a varias combinaciones de letras (/o/ y /aux/) y hay letras finales que se pronuncian o se omiten según el contexto. Ni hablar de los idiomas tonales como el japonés y el chino donde la entonación y el énfasis de una misma palabra cambia el significado.

En español hay un alto grado de correspondencia entre fonemas y letras, hay 24 fonemas y 29 letras (tabla).

Esta correspondencia entre fonemas y letras facilita las tareas de interpretación y reconocimiento en etapas posteriores, pero, básicamente el problema de reconocimiento de unidades mínimas como microfonemas y fonemas es muy parecido e incluso las características de los fonemas: vocálicos, africados, fricativos y explosivos (oclusivos). En español tenemos menos problemas con los fonemas que equivalen a dos letras o a una combinación de ellas: el fonema /s/ representa tanto la letra s como la z y la c en los casos, ci, ce;

el fonema /K/ representa la letra k, la q, y la c en los casos: ca, co, cu.

Según los estudios, el caso más difícil es el de los fonemas explosivos, /p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/, porque para reconocerlos es necesaria una red neural, o red neuronal, auto organizativa de capa de salida de dimensión 3x3. Los demás fonemas se incluyen en una sola clase: fonemas vocálicos y de espectro estacionario.

En las últimas dos décadas, los esfuerzos dedicados a la investigación en tecnologías que modelan la operación de procesamiento del cerebro o imitan los mecanismos de inferencia que los seres humanos llevamos a cabo para tomar una decisión, tales como las redes neuronales artificiales y lógica difusa, respectivamente, han permitido el desarrollo de aplicaciones en sistemas que poseen cierta "inteligencia", que mediante otros métodos puede conllevar una excesiva complejidad.

Dichas tecnologías han sido exploradas en distintos campos de la ciencia que no sólo han

CLASE	FONEMA
Oclusivos	[p] [t] [k] [b] [d] [g]
Nasales	[m] [n] [ɲ]
Fricativos	[f] [q] [s] [ʃ] [j] [x]
Africados	[tʃ]
Líquidos	[l] [r] [rr]
Vocales	[i] [e] [a] [o] [u]

■ Tabla.

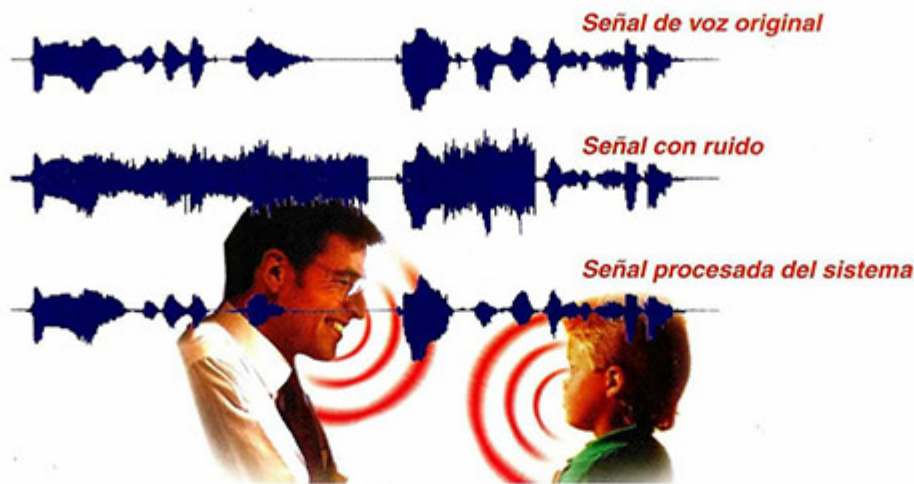


Figura 1. A partir de la señal obtenida por un transductor (micrófono) y mediante las técnicas de preprocesamiento de la señal acústica, se establece una representación independiente de distorsión.

alcanzado resultados excepcionales a nivel industrial sino en productos de consumo masivo, lo cual ha ratificado su importancia en el mundo actual.

Uno de los campos de acción de las redes neuronales ha sido en el de reconocimiento de voz, de sumo interés en aplicaciones de sistemas de seguridad, entretenimiento, domótica (casas "inteligentes"), ayuda a discapacitados, servicios de información automática y programación oral, entre otros.

Un sistema de reconocimiento de voz normalmente está conformado por un sensor o transductor. Los llamados "transductores electroacústicos" son los dispositivos capaces de convertir una señal eléctrica en un sonido. Así, el micrófono es un transductor que convierte la energía sonora en corriente eléctrica. Para que el transductor cumpla con su función debe proporcionar una salida que represente una réplica exacta de la onda que lo está excitando. La altura o amplitud de la señal eléctrica representa la

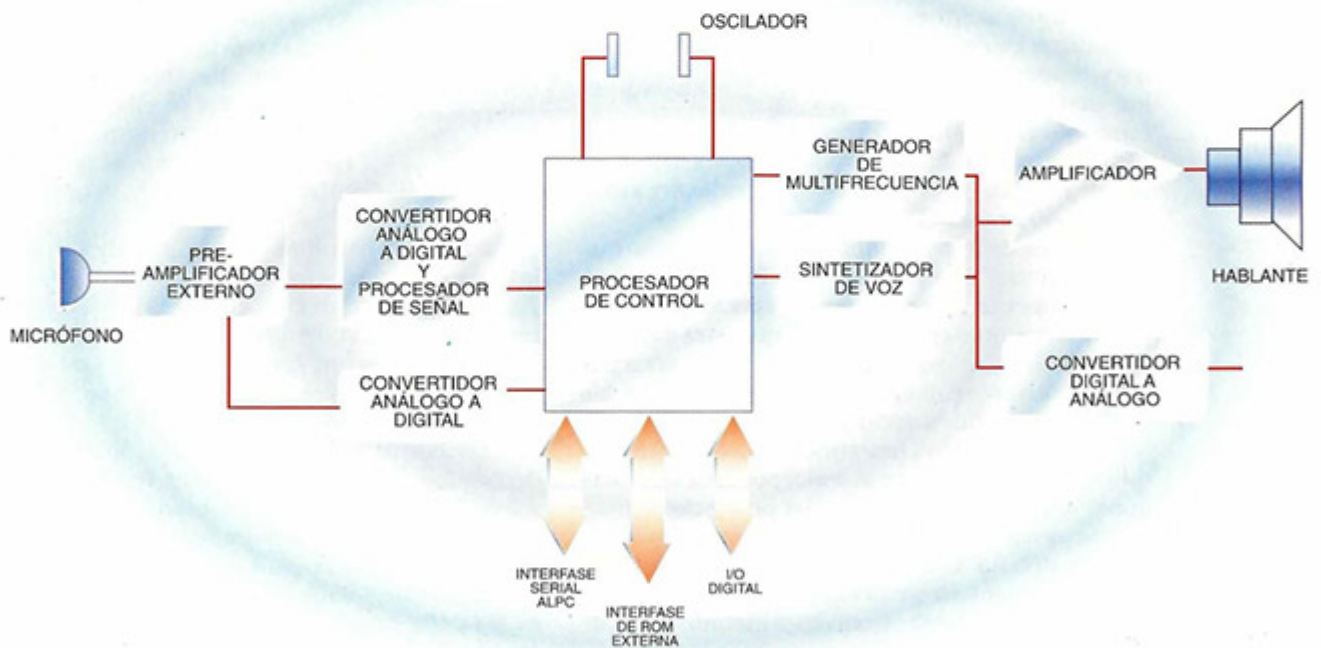


Figura 2. Los últimos avances en tecnologías de integración de muy baja escala (VLSI) han permitido desarrollar chips y neurochips con arquitecturas optimizadas, de tal forma que el procesamiento neuronal puede ser realizado por el procesador de control, que requiere poca memoria RAM y ROM. Como se observa, los dispositivos externos adicionales al chip son mínimos.

intensidad del sonido; la frecuencia representa al tono y la forma de onda al timbre. Estos tres elementos deben corresponderse entre sí (para la mayoría de aplicaciones es suficiente con un micrófono económico con capacidad omnidireccional). En este proceso las técnicas de preprocesamiento de la señal acústica trabajan con la información obtenida por el transductor para establecer una representación independiente de distorsión, que es lo que se presenta ante la red neuronal (figura 1). La primera etapa es de amplificación y filtrado en la que se eliminan las frecuencias altas de la señal (dado que los seres humanos no escuchan frecuencias más altas de 20 kHz), la segunda es una etapa de digitalización que toma muestras de la señal en intervalos fijos, de acuerdo al teorema de Nyquist (si una señal se capta en una frecuencia de muestreo por lo menos dos veces más alta que la frecuencia más alta de la señal, la información no se pierde y se reconstruye precisamente la señal original de las muestras).

En la actualidad existen fabricantes especializados en software y hardware que mediante procedimientos aplicados de inteligencia artificial, han logrado óptimos resultados en procura de mejorar la confiabilidad del sistema.

Los últimos avances en tecnologías de integración de muy baja escala (VLSI) han permitido desarrollar chips y neurochips con arquitecturas optimizadas, de tal forma que el procesamiento neuronal puede ser realizado por el procesador de control que requiere de poca memoria RAM y ROM. La figura 2 ilustra un diagrama de bloques para un chip de este tipo.

Como se puede observar, los dispositivos adicionales al chip son mínimos (batería, parlante, memoria externa, micrófono, cristal y circuitos de entrada de audio). Toda la parte de digitalización de la señal se encuentra en el chip, así como la etapa de procesamiento neuronal, que se encarga de llevar a cabo las etapas de entrenamiento y operación. Finalmente, el mismo chip entrega nuevamente una señal de audio análoga. Este sistema ofrece una capacidad de reconocimiento de frases o palabras entrenadas con una precisión mayor al 99 por ciento.

Uno de los problemas más comunes en los dispositivos de reconocimiento de voz disponibles en el mercado basados en algoritmos complejos, es la dificultad en el muestreo para identificar fonemas de diversos hablantes para un mismo sistema, así como la exigencia de

entrenamiento y adaptaciones de inflexiones y nuevos vocablos con el correspondiente gasto en tiempo y dinero.

Muchos equipos en la actualidad ofrecen la posibilidad de establecer una comunicación interactiva (con servicios de audiorrespuesta) entre las empresas y sus clientes, liberando a los usuarios de tediosos términos como "presione uno para..., presione dos para..." de los menús telefónicos. Los nuevos dispositivos dotados con algoritmos complejos y sistemas óptimos de reconocimiento le responden al usuario con expresiones como "¿En qué le puedo ayudar?", es decir, de una forma más "amigable". A su vez están en capacidad de procesar la señal e información proveniente del usuario para dar luego una respuesta coherente al hablante, previa consulta de sus bancos de datos y evaluación de posibles respuestas.

Los estudios predicen que en un corto plazo será considerable la cantidad de productos que emplearán sistemas de reconocimiento de voz, pues su aplicación se extiende desde computadores hasta vehículos, adicionalmente su uso en Internet permitirá una comunicación directa entre el hablante y la Red.

El habla es una de las principales manifestaciones de inteligencia humana.



Lecturas recomendadas

Francisco Casacuberta y Enrique Vidal:
Interpretation of Fuzzy Data by Means of Fuzzy Rules with Applications to Speech Recognition, "Fuzzy Sets and Systems, Vol 23, pp 137-389, 1987.

<http://ece.ogi.edu/CIT/>

http://www.pue.udlap.mx/~sistemas/tlatool/index_sp.html

<http://lorien.die.upm.es/research/recognition/recognition-e.html>

La muerte

Andrés Posada
Investigador,
Centro Internacional de Física,
Edificio Manuel Ancizar,
Universidad Nacional de Colombia.
Santa Fe de Bogotá, Colombia.
e-mail: andpo@hotmail.com.

En los vertebrados, durante el desarrollo del sistema nervioso, ocurre una muerte masiva de las neuronas poco después de que éstas realizan sus primeras conexiones.

Tal evento está modulado, en una neurona, por señales químicas y eléctricas generadas por las neuronas vecinas. Se cree que este fenómeno es necesario para la elaboración correcta de las redes de neuronas que conforman el sistema nervioso.

El sistema nervioso

El sistema nervioso de los vertebrados contiene miles de millones de neuronas. Estas células tienen la característica de estar conectadas unas a otras por medio de axones (que son prolongaciones de la membrana plasmática) para formar complejas redes. La membrana de las neuronas posee la peculiaridad de cambiar rápidamente su potencial eléctrico en respuesta a un estímulo eléctrico, mecánico, lumínico o químico. Cuando el cambio es significativo se genera un potencial de acción (PA: breve





neuronal

*Un evento
fundamental
para el
desarrollo
del sistema
nervioso*

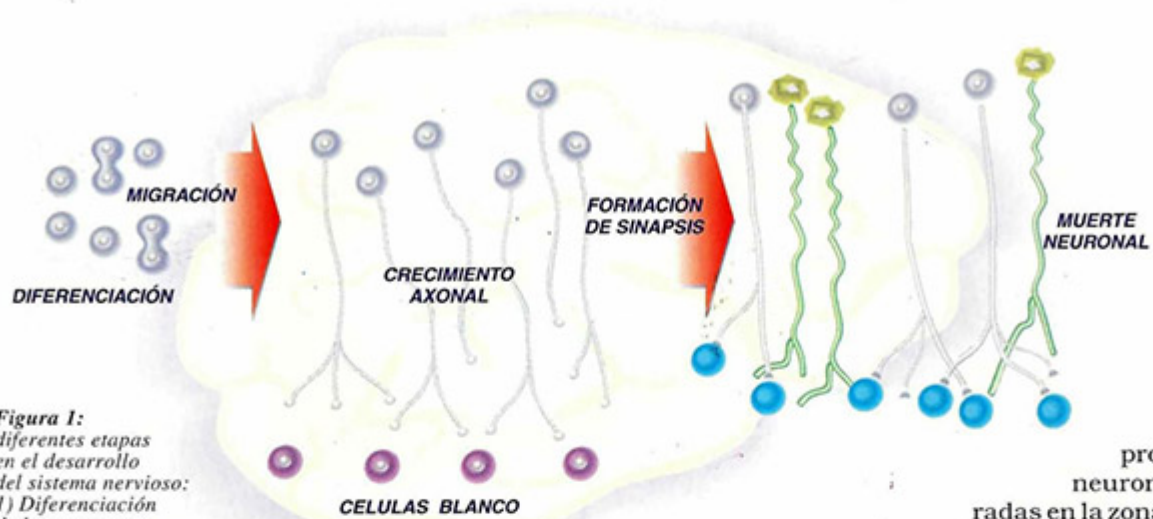


Figura 1: diferentes etapas en el desarrollo del sistema nervioso: 1) Diferenciación de las neuronas. 2) Migración de las neuronas hasta su posición final. 3) Crecimiento de los axones. 4) Formación de contactos sinápticos. 5) Muerte neuronal.

depolarización de la membrana) a nivel del axón. Esta actividad eléctrica se desplaza unidireccionalmente a lo largo del axón y es transmitida de una neurona a otra por medio de estructuras especializadas llamadas "sinapsis". La actividad eléctrica que se desplaza a través de las complejas redes neuronales es la base del funcionamiento del sistema nervioso.

El estudio del desarrollo de las redes de neuronas no sólo permite determinar la forma del sustrato por el cual se desplaza la actividad eléctrica sino comprender mejor el funcionamiento de este sistema. Al comienzo de su

proceso vital las neuronas son generadas en la zona ventricular, luego, éstas migran hasta una determinada zona del sistema nervioso donde empieza el crecimiento de los axones. Cuando estos últimos realizan contactos con sus células blanco viene una fase de muerte neuronal masiva y en promedio un cincuenta por ciento de las neuronas muere (**figura 1**). En la última parte del desarrollo, que realmente nunca termina en la vida de un organismo, hay modificaciones a nivel de las sinapsis que sirven de unión entre dos neuronas; estas modificaciones son responsables de la capacidad de adaptación y de aprendizaje de los animales, incluyendo, claro está, al hombre. Éstas dependen de la actividad eléctrica, la cual a su vez depende de la percepción por los diferentes sentidos.

Volviendo al fenómeno de la muerte neuronal. Hay preguntas que surgen como ¿por qué ocurre tal fenómeno? ¿por qué generar una sobrepoblación de neuronas para luego reducirla a la mitad? ¿es necesaria la muerte neuronal para el desarrollo del sistema nervioso? ¿cómo contribuye a la formación de las redes de neuronas? Estas dudas

Tabla 1.

Grupo de células	Especie	% de muerte neuronal	Período de muerte neuronal *
Ganglio cervical superior	Rata	30%	P6-P28
Ganglio ciliar	Pollo	50%	E9-E13
Núcleo oculomotor	Pato	43%	E11-E15
Columna lombar motris lateral	Ratón	27%	P0-P20
	Xenopus	70%	Estadios 53-56
	Pollo	40%	E6-E12
Núcleo isthmo-óptico	Ratón	67%	E13-E18
	Pollo	60%	E12-E17
Células ganglionarias de la retina	Rata	45%	P0-P10
Corteza estriada	Macaco	16%	P0-adulto
Corteza cerebral	Ratón	30%	P5-P30
Núcleo pontico medial y lateral	Pollo	0%	-
Células bordantes, médula espinal	Macaco	100%	E50

* E: Día embrionario
P: Día posnatal

CUERPO CELULAR

se despejan al analizar las circunstancias que rodean la muerte neuronal.

Algunas características de la muerte neuronal

La muerte neuronal durante el desarrollo del sistema nervioso es de tipo apoptótico, es decir, está programada genéticamente y es necesaria para el buen desarrollo de un organismo. El caso más conocido de muerte apoptótica es el que ocurre a nivel de todas las células (excepto las neuronas) de un organismo adulto; constantemente las células crecen y se dividen, pero para un control adecuado del organismo, una de ellas muere. Este fenómeno no ocurre en enfermedades como el cáncer donde justamente ninguna de las células muere y esto causa un crecimiento incontrolado. Por el contrario, el otro tipo de muerte celular es el de tipo necrótico causado por agresiones químicas o físicas. En este último caso, las células que mueren no deberían hacerlo y esto provoca daño en el organismo.

La muerte neuronal varía en función de la región del sistema nervioso y de la especie del organismo. También hay una gran variación en el momento del desarrollo en que ocurre; generalmente es un proceso que se extiende durante varios días. La tabla 1 presenta diferentes ejemplos de muerte neuronal en función del núcleo y de la especie. Se indica además el periodo durante el cual ocurre ese fenómeno.

Se piensa que la muerte neuronal durante el desarrollo está regulada por elementos externos a la neurona

(extracelulares); éstos influyen sobre el delicado equilibrio molecular dentro de la neurona que determina si ésta sobrevive o muere.

¿De qué depende la muerte neuronal?

¿Qué hace que una neurona muera y otra no? Para poder responder a esta pregunta, tenemos que enumerar qué elementos aumentan o disminuyen la muerte neuronal durante el desarrollo.

En primer lugar están los factores tróficos. Estos son moléculas secretadas por las células blanco, es decir las células a donde llegan los axones de una determinada neurona. Estas moléculas difunden hasta la sinapsis y ahí se ligan a receptores específicos. Luego viajan en forma retrógrada dentro del axón y al llegar al cuerpo celular disminuyen la muerte neuronal. De esas moléculas las más conocidas son: el NGF (*Nerve Growth Factor*), el BDNF (*Brain Derived Neurotrophic Factor*) y los NT-3/4 (*Neurotrophic Factor 3 and 4*). Los factores tróficos son indispensables para la supervivencia de

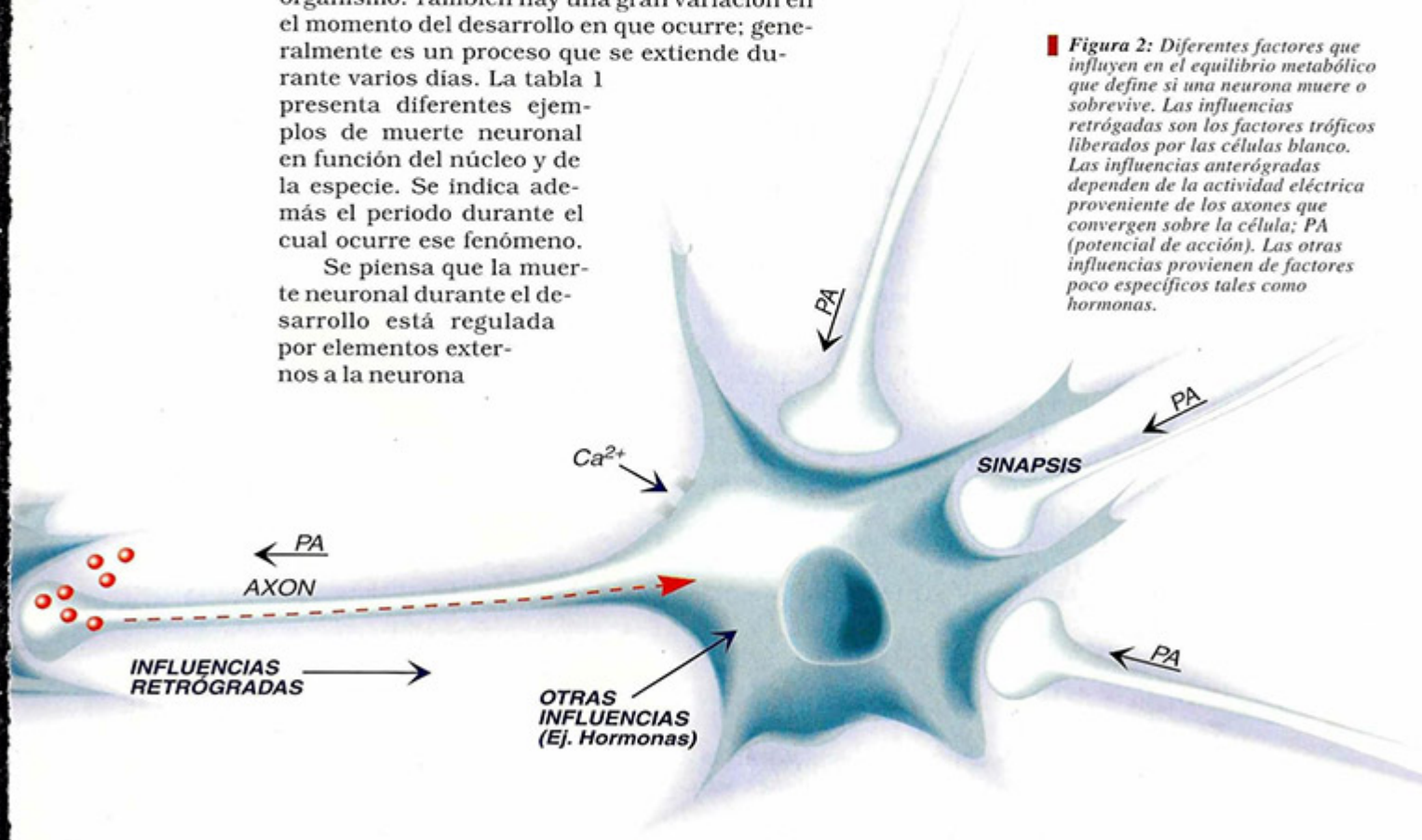


Figura 2: Diferentes factores que influyen en el equilibrio metabólico que define si una neurona muere o sobrevive. Las influencias retrógradas son los factores tróficos liberados por las células blanco. Las influencias anterógradas dependen de la actividad eléctrica proveniente de los axones que convergen sobre la célula; PA (potencial de acción). Las otras influencias provienen de factores poco específicos tales como hormonas.

Tienen que
existir mecanismos
de corrección
y la muerte
neuronal es uno
de ellos.

las neuronas durante el desarrollo y su ausencia causa una muerte masiva. Debido a la capacidad de los factores tróficos de disminuir la muerte neuronal, se ha pensado usarlos en tratamientos para prevenir la muerte de neuronas causadas por diferentes enfermedades neurodegenerativas.

Otro elemento que influye en la muerte neuronal proviene del "otro lado", es decir, de los axones que recibe una neurona. Esta influencia es producida por la actividad eléctrica transmitida por las neuronas que proyectan sobre la neurona. La actividad eléctrica a nivel del cuerpo de la neurona abre canales de calcio, lo que provoca una entrada de éste dentro de la célula que modifica el equilibrio molecular responsable de la muerte neuronal.

En este caso, la entrada de calcio disminuye la muerte neuronal, al igual que la presencia de factores tróficos.

Aparte de estas influencias, existen algunas menos importantes, entre otras, es interesante mencionar la influencia de las hormonas sexuales sobre ciertos núcleos a nivel del hipotálamo; éstas producen una reducción de la muerte neuronal o un aumento en función del sexo. Por ejemplo, en los pájaros machos existen núcleos en el sistema nervioso central que generan el canto, que no se encuentran en las hembras.

Como fue mencionado anteriormente, los factores tróficos y la actividad eléctrica disminuyen la muerte neuronal, pero hay que preguntarse entonces cuáles son las causas de la muerte neuronal. Al parecer, las neuronas son durante el periodo de muerte neuronal, dependientes de los factores tróficos y de la actividad eléctrica, como un "alimento" indispensable para la supervivencia. Recientemente se han encontrado también mensajeros producidos por las células blanco, que viajan retrogradamente a lo largo del axón al igual que los factores tróficos, pero que aumentarían la muerte neuronal.

¿Cómo puede contribuir este fenómeno al desarrollo de las redes de neuronas?

Conociendo los elementos que moldean la muerte neuronal, vemos que éstos dependen de ciertas moléculas (los factores tróficos) que a su vez son producidos en función de la

actividad eléctrica y de la misma actividad eléctrica. La hipótesis más aceptada es que existe una competencia entre las diferentes neuronas por los factores tróficos, las ventajas que puedan tener ciertas neuronas sobre otras dependen de su actividad eléctrica. De este modo, las que "comen" sobreviven y las que no, mueren. Es una selección de ciertas células y la eliminación de las otras. Pero ¿cuál es el criterio de selección? Al parecer las neuronas que realizaron proyecciones de sus axones a zonas no debidas mueren. En este caso, la muerte neuronal no sólo es una forma de corrección de errores en las redes neuronales sino de afinar este complejo tejido. Esto es comprensible porque el desarrollo de las redes neuronales no se hace en forma precisa. En los genes no es posible contener la información para definir la posición de 1000 billones de sinapsis que contiene el cerebro del hombre. La estrategia usada es entonces la de definir reglas de crecimiento, tendencias, que se aplican a muchas neuronas al mismo tiempo, pero como consecuencia aparecen errores; por lo tanto, tienen que existir mecanismos de corrección y la muerte neuronal es uno de ellos.



Lecturas recomendadas

Burek, M.J.; Oppenheim R.W. Programmed cell death in the developing nervous system. Brain Pathology 6: 427-446; 1996.

Catsicas, S.; Thanos, S.; Clarke, P.G.H. Major role of neuronal death during brain development: refinement of topographical connections. P.N.A.S. 84: 8165-8168; 1987.

Clarke, P.G.H. Neuronal death in the development of vertebrate nervous system. Trends in Neuroscience 8: 345-349; 1985.

Oppenheim, R.W. Cell death during development of the nervous system. Annual Review of Neuroscience 14: 243-501; 1991.

William, R.W.; Herrup, K. The control of neuron number. Annual Review of Neuroscience 11: 423-453; 1988.

REVISTA Innovación y Ciencia

Publicación de la Asociación
Colombiana para el Avance de la Ciencia.
Suscripción por 1 año (5 ejemplares),
a partir del Vol. ____ N°. ____

SUSCRIBASE ¡YA!

Suscripción anual \$19.000 Precio ejemplar \$ 4.200 Socio ACAC: Gratuita
Ejemplar atrasado Vol. I - VI \$ 2.000 Ejemplar atrasado Vol. VII \$ 3.900
Fecha de suscripción
D | M | A

SUSCRIPCIÓN PERSONA NATURAL

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

SUSCRIPCIÓN INSTITUCIONAL

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

Forma de pago:

Efectivo Cheque Crédito
Consignación: Asociación Colombiana
para el Avance de la Ciencia
Colmena 010-4500246931
Bco. Popular 160-203196
Credencial Credibanco Diners
Tarjeta N° _____
Vence ____ / ____ / ____ N° cuotas ____
N° Seguridad ____ / ____ / ____
Tres últimos dígitos al respaldo de su tarjeta
de crédito
Acepto Renovación Automática: Sí No

FIRMA
C.C. _____

Envíe su comprobante de pago junto con este cupón al fax 221 6950, 221 9281 o por correo a la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia. Carrera 50 # 27 - 70 Bloque C, Módulo 3 A.A. 92581 Santa Fe de Bogotá Tels. 315 0734 - 222 6253.

LLÁMENOS AL 315 0734 Y
ADQUIERA LA COLECCIÓN DE
INNOVACIÓN Y CIENCIA.

REVISTA Innovación y Ciencia

Publicación de la Asociación
Colombiana para el Avance de la Ciencia.
Suscripción por 1 año (5 ejemplares),
a partir del Vol. ____ N°. ____

CUPÓN REGALO

Suscripción anual \$19.000 Precio ejemplar \$ 4.200 Socio ACAC: Gratuita
Ejemplar atrasado Vol. I - VI \$ 2.000 Ejemplar atrasado Vol. VII \$ 3.900
Fecha de suscripción
D | M | A

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

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

De:

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

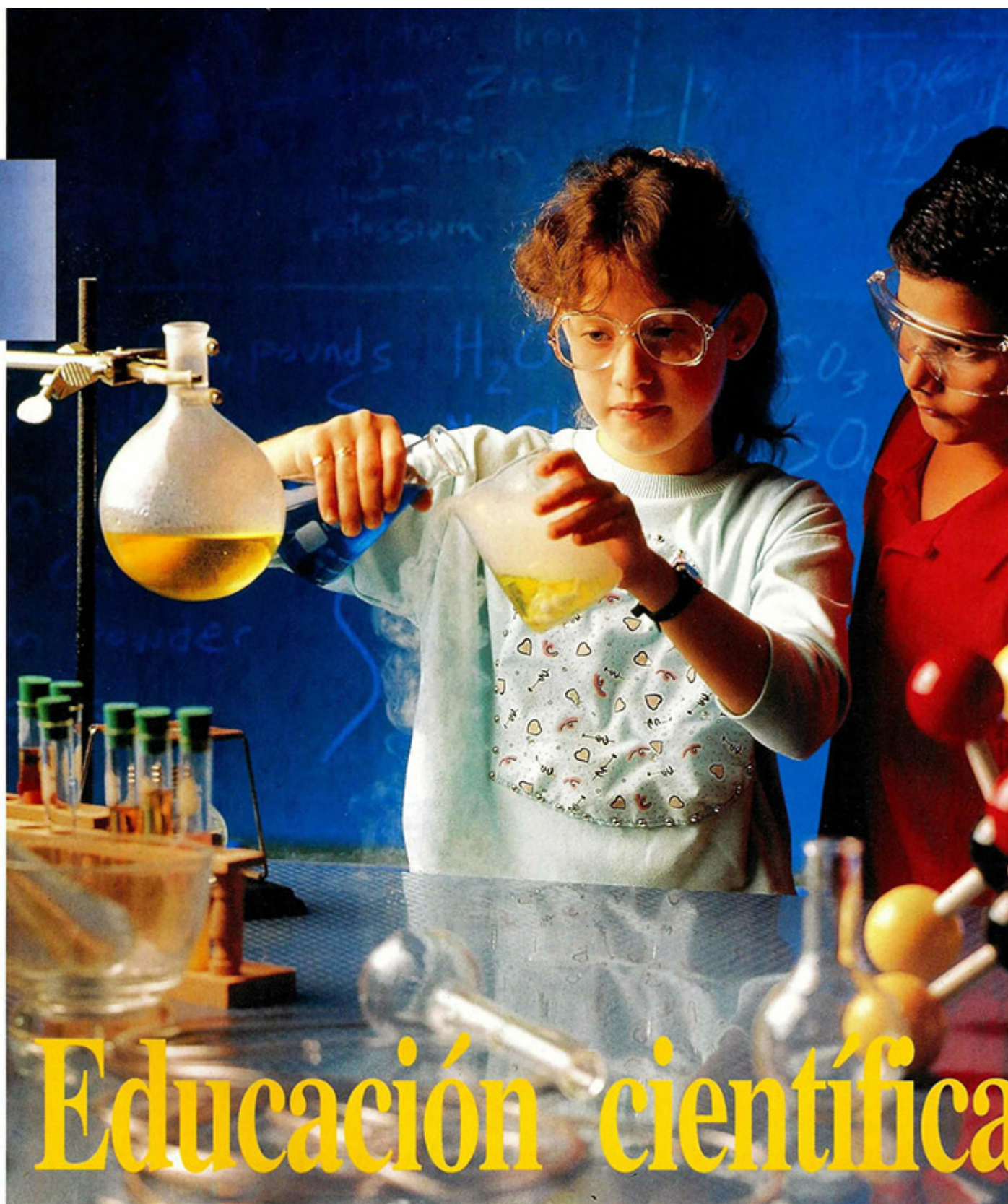
Forma de pago:

Efectivo Cheque Crédito
Consignación: Asociación Colombiana
para el Avance de la Ciencia
Colmena 010-4500246931
Bco. Popular 160-203196
Credencial Credibanco Diners
Tarjeta N° _____
Vence ____ / ____ / ____ N° cuotas ____
N° Seguridad ____ / ____ / ____
Tres últimos dígitos al respaldo de su tarjeta
de crédito
Acepto Renovación Automática: Sí No

FIRMA
C.C. _____


Envíe su comprobante de pago junto con este cupón al fax 221 6950, 221 9281 o por correo a la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia. Carrera 50 # 27 - 70 Bloque C, Módulo 3 A.A. 92581 Santa Fe de Bogotá Tels. 315 0734 - 222 6253.

LLÁMENOS AL 315 0734 Y
ADQUIERA LA COLECCIÓN DE
INNOVACIÓN Y CIENCIA.



Educación científica

y responsabilidad social



Leon M. Lederman
Premio Nobel de Física,
Director Emérito, FERMILAB.
Illinois, Estados Unidos.
e-mail: lederman@fnal.gov

Después de la Segunda Guerra mundial los científicos de la época en 1946, principalmente físicos, pensaron en retomar las investigaciones que habían suspendido por esta causa. Sin embargo, esta experiencia cambió de una manera significativa su forma de ver el mundo, pues ellos la consideraron una "buena" guerra a la que se lanzaron con entusiasmo. El resultado, la derrota de la peor maldad que el mundo haya visto, fue producto de una nueva e íntima relación de la ciencia con el gobierno. El conocimiento científico sumado a enormes sumas de dinero hizo fácil, demasiado fácil, acabar con la vida de muchos seres humanos. La participación en la planeación y facilitación de bombardeos masivos en Alemania, el regocijo de la construcción de la bomba atómica pero la desgarradora angustia de su uso, le aclaró a la comunidad científica que la ciencia no puede escapar a la responsabilidad social de sus acciones.

Estas anotaciones son una especie de *leit motif*, música de fondo para un examen subjetivo de los años noventa acerca de dónde estamos en cuanto a la sociedad, la ciencia y la tecnología. Por la perspectiva de un físico que bien podría no coincidir exactamente con aquella de los químicos y los biólogos; culpen a mi mentor y colega por treinta años en la Universidad de Columbia, I. I. Rabi, quien comentó que la física es la única ocupación de un caballero.

Durante los últimos cuatro siglos y a un ritmo siempre creciente, la ciencia no sólo ha cambiado la vida y el comportamiento humano sino las oportunidades de vivir una vida plena. No hace mucho tiempo el valor del alfabetismo científico, la comprensión de la ciencia por no científicos era impulsado ampliamente por la apreciación estética de la belleza, el orden y la siempre creciente maravilla que los procesos del mundo natural revelaban a través de la ciencia. Hoy, ésta es todavía la motivación para muchos de los científicos que tratan de alcanzar la población no científica a través de libros populares, artículos y cursos sobre ciencia para los estudiantes de artes liberales. Sin embargo, un impulso más elemental para incrementar el alfabetismo científico invade ahora a la comunidad científica. Esta nueva urgencia está basada en tres factores que podrían ser catalogados

como: 1) la necesidad de comprensión y apreciación pública y por lo tanto, el respaldo público a la investigación científica, 2) el reconocimiento de que los ciudadanos que no comprenden los temas científicos no pueden participar de una forma desinteresada e informada en decisiones de políticas públicas y, 3) un crecimiento alarmante de las pseudociencias o anti-ciencias.

La pseudociencia quizá siempre ha estado ahí, pero es innegable que el crecimiento explosivo en las comunicaciones le ha dado un fuerte impulso. Muy probablemente la pseudociencia crece y decrece a lo largo de las décadas y estamos en una fase de crecimiento. A la pseudociencia corresponde la "para-ciencia" o "ciencia-chatarra" desarrollada por astrólogos, místicos, psíquicos, clarividentes, adivinos de fortunas, consoladores, espiritistas, magos, sanadores, testigos de ovnis, que en su mayoría simplemente quieren ganar dinero de una forma deshonesta. Sin embargo, cuando los presidentes consultan astrólogos y los programas de televisión los presentan, es tiempo de preocuparse. Pero, ¿cuáles son las ventajas de la pseudociencia? La pseudociencia es positiva, autoritaria, un edén para las personas que necesitan seguridad y protección; mientras que la ciencia es dubitativa y escéptica incluso de su propia herencia. Mientras la ciencia demanda algún esfuerzo, un proceso de pensamiento. La pseudociencia dice ¡no lo pienses! ¡créelo! ¡confía en nosotros! ¡nosotros sabemos! La ciencia clama: esto es lo mejor que podemos hacer aquí, lo máximo que podemos decir. Note las advertencias de error en las sentencias de la ciencia... no es una pelea justa.

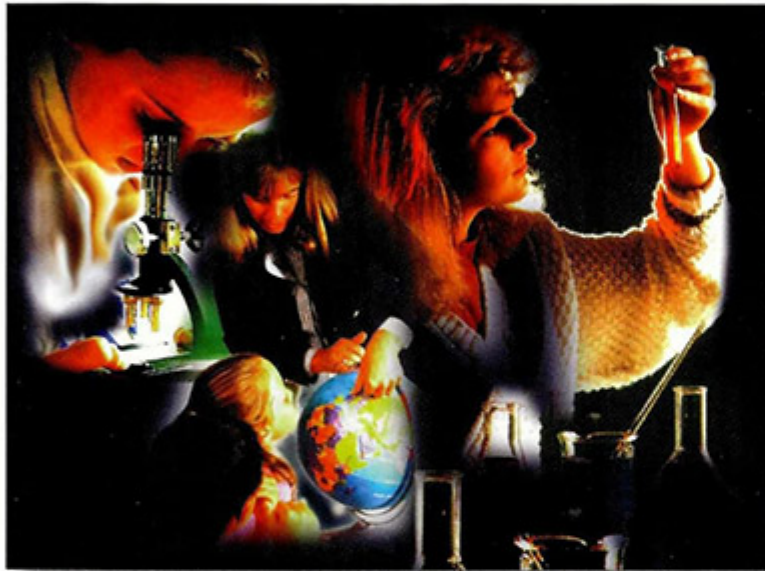
Los tres aspectos del problema de la alfabetización científica mencionados tienen una fuerte relación. No es irracional reconocer que muchos científicos y un número mucho mayor de entusiastas de la ciencia y la tecnología creen que lo que es bueno para la ciencia y la tecnología, es bueno para la nación. Así, un público alfabetizado en materia científica, interesado e informado ofrece el soporte necesario para el progreso de la ciencia.

Se observa entonces que la "responsabilidad social" no es sólo un deber de los científicos sino que ella obliga a los ciudadanos a volverse alfabetas científicos.

Una persona que comprende la ciencia no se dejará intimidar por las afirmaciones de los expertos, demandará que se aclaren las dudas, no aceptará la jerga o declaraciones de verdades absolutas, sabrá que las cosas importantes que reflejan políticas públicas serán explicadas con todas las incertidumbres y preguntará los detalles de la información que llevaron a los resultados planteados.

Con estos antecedentes, ¿qué están logrando los científicos? El alfabetismo científico o mejor la comprensión pública de la ciencia es un desastre en todo el mundo. En un país como Estados Unidos, los expertos clasifican al 93.2 por ciento de su población como analfabeta en materia científica. Entonces no sorprende que los demás países también sean impotentes ante la embestida de la pseudociencia.

Los críticos de la ciencia señalan que al igual que las organizaciones religiosas, la ciencia tiene sus altos dignatarios que hablan entre ellos en una jerga esotérica e incomprensible y cuando son forzados, frecuentemente invocan a sus dioses con nombres exóticos como Heisenberg,



Schrödinger, Pasteur y Einstein. Sin embargo, la verdad es que la autoridad científica existe para ser subvertida, usualmente, por jóvenes revolucionarios que al debatir con razonamientos lógicos dejan una base de conocimiento mejorada, una síntesis más comprensiva de lo que el laboratorio ha revelado.

Sin demeritar el incremento de nuestro conocimiento de la historia, del conocimiento en todos los campos, desde la antropología hasta la zoología, es la ciencia la que ha logrado convertir la noche en día, extender la longevidad humana, curar muchas enfermedades graves, viajar a través de los continentes o navegar por los océanos. La ciencia pone a disposición, entre otras cosas, lo mejor de las manifestaciones humanas como el jazz, el rock y los cuartetos antiguos, las obras de Shakespeare, Da Vinci o las jugadas de Michael Jordan. Sin embargo, el argumento final para no abandonar la ciencia a las fuerzas oscu-

ras de la superstición, la ignorancia y los rígidos sistemas de creencias, es que el planeta no sobrevivirá a una población cercana a los 10 mil millones de personas sin un significativo incremento de nuestra base de conocimiento, sin nuevas formas de energía, producción de comida y mecanismos para elevar el nivel de vida de las personas con menos recursos. Esta crisis de desarrollo coloca los sofismas de los antimodernistas sobre la búsqueda sin esperanza de la satisfacción humana a través de la ciencia en un contexto diferente, nada menos que la supervivencia de la especie humana.

Los científicos deben enfrentar también los graves problemas de nuestra época como la pobreza, la decadencia urbana en las grandes ciudades, el crimen, las drogas, las guerras, los odios étnicos y raciales... sin embargo, estos aspectos parecen indiferentes al conocimiento, cada vez mayor, del mundo físico y biológico. Éste es ciertamente un serio conflicto que genera algunas de las tensiones entre la ciencia y la sociedad y la tecnología asociadas a ella. La distribución del conocimiento científico y sus beneficios es desigual y poco equitativa.

Como el arte, la música y la literatura, la ciencia crea (o revela) belleza y maravillas, pero la ciencia y la tecnología también generan riqueza y poder. El gobierno toma el control, lo pasa al comercio y, en últimas, a los ciudadanos de la sociedad democrática. El reto consiste en cómo preparar estos elementos para manejar mejor este poder realmente inimaginable.

En este aspecto llama la atención que a pesar de los cambios surgidos por el desarrollo de la tecnología, persisten aspectos como:

1. Un crecimiento del inmediatezismo con su consecuente abandono de la inversión en investigación y educación.
2. Una mayor ignorancia acerca del trabajo científico.
3. Un crecimiento exponencial de la población mundial producto de la difusión de la comprensión de la sanidad y el cuidado de la salud.
4. Un sistema de educación que ha fallado, que ha establecido por mucho tiempo bajos estándares y falta de prioridad.
5. Un abandono de la ciencia por parte de los estudiantes en las naciones industrializadas y en los países en vías de desarrollo.
6. Una común, casi universal, falla de las escuelas primarias para enseñar ciencia y matemáticas a los niños.
7. Una televisión comercial que incita a la irracionalidad, la violencia, el entretenimiento pueril y el consumismo rampante.

En este momento es posible contemplar la ola de pseudociencia que empuja nuestro com-

**La ciencia
no puede
escapar a la
responsabilidad
social de sus
acciones.**

promiso de varios siglos para con la ciencia y la racionalidad.

El problema consiste en diseñar una estrategia que maximice la posibilidad de usar la ciencia y la tecnología para el avance de la humanidad.

Así lo han entendido los científicos que se aferran a la educación como a una solución a largo plazo del problema. La fe en la educación puede ser rastreada en el pasado desde Tales de Mileto hasta Richard Feynman de Brighton Beach, desde los antiguos poetas de los tiempos bíblicos hasta los actuales editores de libros de texto, desde el rey Salomón, quien fue el rey de la educación, hasta George Bush, el presidente de la educación. Esta creencia, casi sin razón, en la educación, la convierte en un objeto de fe. Por supuesto, hay un deprimente número de ejemplos que recuerdan que la educación no produce inevitablemente ética, virtud o inclusive seres humanos sabios.

La lucha por la alfabetización científica no debe ignorar el analfabetismo moral detectado hasta ahora porque mientras algunos discuten el problema de cómo enseñar ética y moral otros no saben qué hacer en la práctica. La educación debe ser el antídoto para la superstición, la victimización, el totalitarismo y el fanatismo. Por lo tanto, es necesario que científicos, educadores, psicólogos, neurocientíficos, lingüistas, antropólogos y filósofos trabajen juntos para superar este flagelo.

A pesar de que la educación en Estados Unidos cubre un dominio desde el preescolar hasta el nivel posuniversitario. Existen interrogantes como ¿por qué ésta ha fallado? ¿por qué se está enfrentando este enorme descontento entre una siempre creciente base de conocimiento científico, un ciudadano adicto cada vez más a la tecnología y una crítica continua proveniente de ciudadanos serios y pensantes acerca del lado oscuro de la tecnología basada en la ciencia? Y a esto se agrega la fase actual de lo que se ha recogido en el colectivo de la pseudociencia. Un ensayo del físico I.I. Rabi señala el camino: "Cada generación de la humanidad tiene que rehacer su cultura, sus valores y sus metas. Las circunstancias cambiantes hacen a los viejos hábitos y costumbres obsoletos y sin valor. El nuevo conocimiento expone las limitaciones de los viejos filósofos y de los antiguos patrones de acción. Cuando el cambio es lento, lo nuevo es asimilado en forma gradual y sólo después de cierto número de generaciones se observa que el mundo es diferente. Pero no así el presente período de la historia. En este siglo, la fase de cambio se ha ampliado. Ocurren a diario

nuevos descubrimientos, cada década trae más que la anterior. Entonces no sorprende que esto cause confusión y esas fallas se reflejen de manera crucial en el sistema educativo.

Estos comentarios específicos están orientados hacia la ciencia, pero no cabe duda de que si las ciencias incluyendo las ciencias sociales y las humanidades no se conectan entre sí estamos fatalmente destinados a continuar la debacle. Es necesaria una nueva determinación para reparar el sistema educativo en la línea que los educadores, filósofos y pensadores han expuesto por varios milenios. Una unión de los ingredientes científicos, sociales y humanísticos no como pócimas separadas vertidas sobre los estudiantes sino sabiamente mezclados para abordar los hechos del mundo real en el que los estudiantes vivirán... un mundo de cambio, un mundo de oportunidades increíbles para el avance del ser humano, pero un mundo también lleno de peligros, un mundo en el que un sistema de educación sensible daría a los estudiantes las herramientas para enfrentarlo".

La educación tal como está organizada en las escuelas de Estados Unidos, debe tener, como una de sus características clave, un currículo de ciencia (matemática y tecnología) continuo desde preescolar hasta nivel universitario. Si es de alguna manera exitoso, el graduado continuará aprendiendo muy posiblemente por el resto de su vida. Un currículo central, como el de lenguaje o el de historia de la nación: es el pasaporte para vivir en el próximo siglo. Este tipo de ciencia tendría un gran componente de ciencia para la sociedad, de la historia y la economía de los descubrimientos. Alfabetismo moral. Aquí es donde la ética y la responsabilidad social están entrelazadas con las historias pasadas y futuras de la intervención científica. La ciencia florece en las sociedades democráticas. La enorme necesidad de socialización de la investigación moderna, la búsqueda de la verdad, el estilo de la investigación cooperativa, la estética de la revelación científica son todas las virtudes que en nuestra nueva secuencia de la ciencia serían generalizadas para ser aplicadas a la vida del futuro abogado, periodista, maquinista o policía.

Hay en nuestras actividades la creencia, quizá nacida de la desesperación, de que la absorción universal de la tradición científica compenetrada con las artes liberales, por la sabiduría de las humanidades, producirá un nuevo ciudadano que insistirá en la aplicación de la ciencia para satisfacer las promesas de progreso.

Pero en la medida en que se analiza el tema, la educación está dominada por un objetivo muy claro: los estudiantes deben ser educados para enfrentar el mundo del siglo XXI. Lo que se



Lo que se pretende es que las nuevas generaciones incorporen en su propia naturaleza el pensamiento científico.

pretende es que las nuevas generaciones incorporen en su propia naturaleza el pensamiento científico, la combinación de curiosidad y escepticismo y el hábito del cuestionamiento crítico para reducir la vulnerabilidad de los ciudadanos a la charlatanería y a la desorientación y, así mismo, elevar el nivel del debate acerca de la ciencia y la tecnología donde el escepticismo juega un papel importante. Los estudiantes al terminar la secundaria deben tener un dominio básico del contenido científico planteado en una experiencia coherente para que ellos retomen permanentemente un dominio de principios generales de la ciencia y un sentido de por qué principios como la conservación de la energía son tan importantes en la ciencia.

Obviamente, las ciencias y las matemáticas no se enseñan muy bien a los niños en todo el mundo. El problema es fácilmente atribuible al entrenamiento deficiente de los profesores de escuela primaria, pero también a la pobreza, limitación en los recursos, falta de tiempo para la preparación de clases y sobre todo, al desarrollo profesional. Las razones por las cuales somos tan pobremente catalogados parecen ser una constante internacional. Los profesores han perdido estatus social en la era de la segunda posguerra. Las instituciones de formación de profesores han fallado y continúan fallando enormemente en la tarea de producir profesores de escuela elemental que sean capaces de enseñar matemáticas y ciencias.

La enseñanza de las matemáticas basada en investigación con un enfoque constructivista, cooperativo e interactivo se está aplicando lentamente. El problema es que el desarrollo profesional de los profesores ha sido ignorado por los sistemas de educación. Las universidades que

capacitan profesores deben transformarse porque la nueva pedagogía es nada menos que un cambio cultural y esto requiere paciencia y persistencia. Alcanzar el alfabetismo científico debería ser la meta central de la educación para encajar con el creciente papel que la ciencia y la tecnología juegan en nuestra sociedad.

Otro aspecto son los colegios de educación básica y media. El currículo de ciencia en el 99 por ciento de las escuelas medias de Estados Unidos comienza con biología, continúa con química y para aproximadamente el 20 por ciento de los estudiantes norteamericanos, termina con física. Esto ha sido así durante cien años y obviamente cada día la calidad empeora. Se ha demostrado que para comprender la química, el alumno tiene que comprender la construcción y el funcionamiento de los átomos y las moléculas. Eso incluye una gran cantidad de física. Así mismo se ha establecido que el ADN es el puente entre la física, la química y la biología. Este sería el momento para repensar el currículo de la educación media así: Ciencias I, II y III, una coherente e integrada secuencia que, en cada nivel, haga uso continuo de las conclusiones a las que se ha llegado para ampliar la visión del estudiante. En este sentido, se podría empezar con física conceptual (muy ligera en matemáticas, pero fuerte en conceptos) que a la larga desarrollaría un modelo de la estructura de los átomos, y luego, principalmente, química le daría al estudiante un manejo de las reacciones químicas y de las formas moleculares.

En los colegios de secundaria (en edades entre los 14 y 18 años) debe ser diseñado el programa de alfabetización científica con sus nuevos requisitos. Es necesario analizar cómo impacta la tecnología a la sociedad, por lo tanto conviene pensar en introducir la noción de predicción y previsión en el aula. Plantear inquietudes a los estudiantes como la siguiente: si construímos reactores nucleares: ¿cuáles serán las consecuencias? ¿cuál será el impacto económico? ¿qué tan seguros serán? ¿existirá un programa de neutralización de desperdicios? ¿habrá proliferación de materiales que puedan ser desviados para armamento?.

Los futuros ciudadanos deben, como estudiantes, ponderar los problemas al proyectar los costos y beneficios de las nuevas tecnologías y políticas sugeridas científicamente. La previsión basada en el conocimiento científico es un ingrediente crucial en la participación de los ciudadanos para determinar qué clase de mundo quieren para ellos y sus hijos. Aquí la educación puede por lo menos preparar a los estudiantes para evaluar los méritos y las probabilidades de tales previsiones. Un buen ejemplo es el del cambio global del clima y las posibles políticas que se

**La educación
honestamente generará
o podría generar
tantos o más
críticos como
admiradores de la
ciencia.**

deben establecer para minimizar la influencia de los seres humanos en el clima mundial.

Con respecto a los niveles universitarios, un requisito de dos años de ciencia para estudiantes no científicos e ingenieros es realmente mínimo. Durante estos años los estudiantes deben analizar críticamente la pseudociencia y deben discutir a un nivel más profundo las obligaciones éticas y morales de la ciencia y la tecnología.

Finalmente, el 93.5 por ciento del público con estudios de nivel posuniversitario es analfabeta científico, son adictos a los computadores, a los discos compactos y a los cepillos de dientes digitales. Sin embargo, estos individuos juegan un papel muy importante porque

son los votantes, los padres y los miembros de los consejos directivos de los colegios, porque ellos producen documentales de televisión, porque las decisiones nacionales, locales y personales envuelven cada vez más aspectos relacionados con ciencia y tecnología.

Tal vez es muy idealista esperar que un público científicamente alfabetado sea capaz de seguir los debates científicos y sopesar razonablemente los pros y los contras de las decisiones de políticas públicas. Cualquier programa que busque elevar el nivel de comprensión de la ciencia por parte del público debe ser realista. Las preguntas son ¿dónde comenzar? ¿cómo hacerlo interesante? La ciencia necesita toda la ayuda que pueda recibir de los profesionales de los medios por esta razón conviene pensar en el poder de una exitosa serie dramática de televisión en horario especial que le enseñe algo de ciencia a los televidentes. Tal programa, con episodios en torno a la variedad de disciplinas de investigación, podría mostrar a los científicos como seres humanos (sé que es difícil de creer), en el que tengan participación frecuentemente jóvenes, ocasionalmente mujeres, expandiendo el ámbito de las cualidades humanas pero tratando problemas científicos y tecnológicos, para demostrar las cualidades esenciales del escepticismo, la curiosidad, la imaginación y la intuición.

Pero los caminos a la comprensión pública tiene otras posibilidades como la radio y la televisión por cable por lo que conviene prestar atención a los profesionales que han estudiado la historia y las complejidades de la "comprensión pública".

Elevar el nivel de la comprensión pública tiene objetivos claros. El futuro es como navegar

un mar con islas de rocas de un desastre, islas de prodigiosas realizaciones humanas e islas todavía inexploradas. La conducción del barco no puede quedar en manos de capitanes que no puedan leer los mapas, tampoco debería dejarse a los científicos o algún sacerdocio especial. La historia y nuestro amor y respeto por la democracia favorece la selección de representantes capaces entre todos los pasajeros ilustrados y alfabetados, sensibilizados al espíritu de la ciencia. Este capitán debe ser también sabio, compasivo, visionario y ejecutivo (pero por supuesto ¡no debe ser perfecto!).

Finalmente, conviene aclarar la diferencia entre educación y mercadeo. Un público científicamente ilustrado no necesariamente favorecería el incremento de fondos para la ciencia. La educación honestamente generará o podría generar tantos o más críticos como admiradores de la ciencia. Pero ésta es la clase de crítica que la ciencia necesita para mantenerse en forma. La responsabilidad ética y social al más alto nivel es esencial para nuestro futuro. El escepticismo que tan desesperadamente queremos infundir en los ciudadanos podría tornarse en un escepticismo total hacia la utilidad o el valor de la ciencia. Podemos y debemos invitar a las ciencias de la conducta a colaborar en esta tarea, pero si falla esta clase de cambio masivo de la educación, no será culpa de la ciencia sino la falla básica de la humanidad para entender el mundo del siglo XXI.



Ponencia presentada en el Seminario Educación y Responsabilidad Social, el día primero de julio de 1996, en Jerusalem, Israel.

Traducido por William Duica.

Lecturas recomendadas:

AAAS, *Project 2061, Benchmarks for Science Literacy*. Oxford Univ. Press. New York, 1993.


E.O. Wilson, *Consilience: The Unity of Knowledge* Knopf, New York, 1998.

M. Fullan, *Change Forces: Probing the Depths of Educational Reform*. Falmer Press. London, p. 1x., 1993.


National Research Council, *National Science Education Standards*. National Academy Press Washington, DC. 1996.

National Commission on Excellence in Education (NCEE). *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform*. NCEE, Washington, DC. 1983.

W. H. Leonard and J.E. Penick, Eds. *Biology: A Community Context*. South-Western Educational Publishing, Cincinnati, OH. P.207, 1998.



De los antiguos a los modernos mitos de la electricidad



Horacio Torres Sánchez
Profesor Asociado,
Facultad de Ingeniería,
Universidad Nacional de Colombia.
Director, Programa de investigación PAAS.
Santa Fe de Bogotá, Colombia.
e-mail: htorres@bacata.usc.unal.edu.co

El hombre a través de los tiempos ha buscado transformar la energía disponible en la naturaleza. Desde la fricción para obtener fuego hasta la utilización intrínseca de la materia para obtener energía nuclear.

Para Aristóteles la energía no era algo tangible sino parte del estado de la materia. Las manifestaciones de la energía podían ser interpretadas, entonces, mediante cuatro elementos: agua - aire - fuego y tierra. Sólo hasta el siglo XVIII, mediante los trabajos experimentales de los "electricistas", cuyo miembro más notable fue el estadista y científico bostoniano Benjamin Franklin, se avanza en la visión aristotélica del



mundo a través de los cuatro elementos. Ellos proporcionan un paradigma común para sus investigaciones cuando afirman sobre los choques recibidos por el "jarrón de Leyden": "...todas las fuerzas de la botella y la potencia que da el choque, están en la botella misma..."

Las manifestaciones del fenómeno eléctrico son conocidas desde la cultura acadia y griega con la interpretación del fenómeno del rayo y los escritos de Tales de Mileto sobre la piedra imán, respectivamente. Sin embargo, fueron los trabajos sistemáticos realizados por los electricistas del siglo XVIII los que dieron las bases para el nacimiento del moderno mito de la electricidad y los usos que hoy conocemos, disfrutamos y odiamos.

Dos lenguajes y una verdad

Si bien la ciencia moderna ofrece hoy en día la posibilidad de conocer y entender un fenómeno natural, no podemos con arrogancia creer que ello es propio de nuestra era y desconocer interpretaciones similares en otro lenguaje: el mítico. Un ejemplo de ello es la creencia de la ancestral y milenaria cultura maya acerca de la creación de la vida en el universo comparada con el resultado científico llevado a cabo en nuestro tiempo en la Universidad de Cornell en Estados Unidos, según las cuales el rayo es el detonante de la vida en el universo:

"... El Rey, la Serpiente y el Corazón del cielo, a quien también se dice Juracán, dispusieron en las tinieblas la creación de la vida.

Caculjá Juracán que quiere decir 'Relámpago', Chipi Caculjá, cuyo significado es 'Rayo pequeño' y Raza Caculjá, sinónimo de 'Trueno', constituyen la trinidad del Corazón del Cielo o Juracán...

...Se hicieron los valles. Y al instante brotaron los cipresales y pinares, para la alegría y beneplácito de Gucumatz, quien dijo:

- ¡Que buena ha sido la presencia del Relámpago, el Rayo pequeño y el Trueno!

Ellos respondieron:

- ¡Nuestra creación, nuestra obra será terminada!

En efecto, se dividieron las corrientes de agua, los arroyos fluyeron alegremente entre los cerros. Y las aguas quedaron separadas ante la presencia de las montañas y las cumbres.

De esta manera se perfeccionó la Obra".¹

Los resultados científicos se relatan así en el lenguaje científico moderno:

"... En mi laboratorio de la Universidad de Cornell mezclamos y sometimos a chispas los gases de la Tierra primitiva: hidrógeno, agua, amoníaco, metano, sulfuro de

hidrógeno. Las chispas correspondían a los rayos, presentes también en la Tierra antigua y en el actual Júpiter. Al cabo de diez minutos de chispas aparece una colección muy rica de moléculas orgánicas complejas, incluyendo a las partes constitutivas de proteínas y ácidos nucleicos..."²

Mitos antiguos de la electricidad: el rayo

La interpretación del fenómeno eléctrico natural del rayo se remonta a la antigua cultura acadia (2000 a. de C.), que representaba el fenómeno con una diosa parada sobre los hombros de un guardián alado y tras ella sobre un carro de cuatro ruedas el dios del tiempo lanzando rayos con su fusta.

En la mitología griega, el rayo fue considerado uno de los atributos propios de Zeus, quien era el dios de los fenómenos de la atmósfera. Sus funciones primarias estaban relacionadas con la lluvia y con el retorno del buen tiempo, pero muy particularmente con el rayo y el trueno. Se le representó como un hombre vigoroso y maduro, de pie o sentado, en actitud digna y generalmente vestido de la cintura hacia abajo llevando en su mano el cetro o el rayo o ambas cosas a la vez y asistido por su siervo, el águila.

Dos atributos importantes de Zeus fueron el rayo y la égida. El rayo era representado generalmente como un objeto biconico, a menudo con rayos convencionales unidos a él y a veces incluso con alas. La égida fue descrita a partir de Homero como una armadura o escudo. En las manos de un dios, la égida no era solamente una poderosa defensa sino una arma mágica que al ser agitada llenaba de terror al enemigo. Como ésta era portada por el dios del trueno, era interpretada como una nube cargada de rayos.

La égida era un manto hecho con una piel de cabra con el pelo formando un fleco. Esta prenda aún es usada actualmente por los campesinos griegos. Como es una piel dura sirve no sólo para defenderse del mal tiempo sino contra los golpes de un enemigo. En la mitología se dice que la égida de Zeus estaba hecha con la piel de la cabra Amaltea, que lo amamantó.

Thor, hijo de Odin y Yord, fue uno de los principales y más famosos dioses nórdicos. Su castillo era llamado "Bilskirnir" (relampagueante) y poseía dos cabras: *Diente Crujidor* y *Diente Pulverizador* que tiraban de su carroza mientras él la conducía. Thor, el dios del trueno caracterizado por su barba roja, producía rayos a medida que su martillo "Myolnir", de mango corto golpeaba un yunque o lo lanzaba y volvía a su mano como un bumerán, mientras cabalgaba en su carroza "Tronadora" alrededor de las nubes. *Thursday*, el quinto día de la semana en inglés es dedicado al dios Thor. En danés moderno el

quinto día de la semana es *Torsday*, en alemán *Donnerstag* (día de truenos), en italiano *Giovedì* (día de Jové) y en español *Jueves*, derivado de Jové o Júpiter, dios de dioses romano que usaba rayos no sólo para castigar sino como una advertencia contra la conducta indeseable.

El mito del rayo en las culturas indígenas americanas

Para los aztecas el rayo era un fenómeno que dependía del dios de la lluvia Tlaloc, él era quien daba las lluvias, regaba la tierra y hacía que crecieran todas las yerbas, árboles y frutas. También era él quien enviaba el granizo, los relámpagos, los rayos, las tempestades y gobernaba los ríos y mareas. El nombre completo era *Tlalocantecuhli* que significa "Señor del lugar donde brota el vino (lluvia) de la tierra". En ocasiones Tlaloc era representado con el rayo en una mano y dos mazorcas de maíz en la otra, precipitándose hacia la tierra o en actitud de despeñarse desde lo alto de un templo que simboliza los cerros.

Los dioses de la lluvia para los mayas eran los Chacs y se conocían con el nombre de "los regadores". Eran ellos quienes producían los relámpagos, los rayos, las tempestades, las tormentas y la lluvia. Cuando iban a llevar las



Figura. Tlaloc, dios azteca de la lluvia.

lluvias, los Chacs se reunían en su morada que se llamaba "al pie del cielo", desde donde salían por una puerta llamada "trueno" que empezaba en la capa de las nubes. Con su jefe al frente atravesaban los cielos, cada uno con una calabaza de agua en una mano y en la otra algo parecido a una hacha de piedra bien pulida, la cual una vez lanzada sobre la Tierra producía los rayos y los truenos; estos últimos originados por los gritos o

los diálogos entre ellos. Los Chacs iban en las cuatro direcciones.

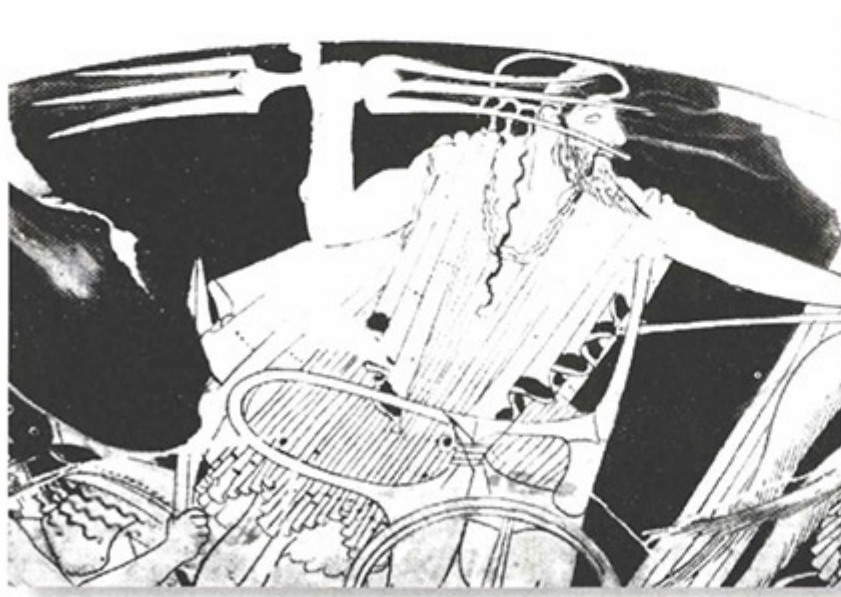
Un análisis del significado de las invocaciones mayas para la lluvia muestra el conocimiento que, al parecer tenían sobre la diferencia entre rayos de nube a tierra y entre nubes que se conoce hoy, así como las relaciones no directas entre número de días con rayos y número de días con lluvia. Había meses y días especiales en que invocaban a los Chacs para la lluvia y en estas invocaciones utilizaban ciertos términos cuyo significado estaba relacionado con las lluvias. Por ejemplo: *Lelemcaanchaac*, "el dios de la lluvia látigo relampagueante...", *Mizencaanchaac*, "rayo que barre el cielo..." y *Lelencaanil*, "tormenta de muchas nubes y poca agua".

En los códices mayas se puede apreciar a un perro relámpago que lleva dos antorchas encendidas cuya representación es la tempestad. Se presume que estas dos antorchas significan los dos tipos de rayos que ellos alcanzaban a apreciar.

Para los incas el dios del rayo era Illapa. En Cuzco, capital del Imperio, existía el Coricancha, el templo del oro, que albergaba los templos de las principales deidades: El Sol, "Inti"; la Luna, "Quilia" y el rayo, "Illapa", cada uno de ellos tenía su propio sacerdote. Sus interpretaciones míticas indican el conocimiento que tenían sobre la diferencia entre la energía lumínica (relámpago) y la energía audible (trueno) producida por el rayo. Illapa era un hombre ataviado con reluciente vestido que llevaba en una mano una porra y en la otra una honda. El relámpago era el fulgor que despedía su vestido al moverse, el trueno la descarga de su honda y el rayo el proyectil de piedra.

Para los incas los dioses habían vivido en la Tierra en otros tiempos y luego habían subido al cielo para confundirse

Figura. Zeus, Dios de los fenómenos de la atmósfera en la mitología griega.



con las estrellas. Entre ellos estaban las Pleyadas que representaban una divinidad suprema que se manifestaba mediante el rayo y era capaz de devorar el Sol o la Luna. Durante la conquista española de América hubo ciertos relatos que hicieron que al rayo se le llamara "Santiago". He aquí uno de estos:

"Dicen que lo vieron a vista de ojos, avajo el señor Sanctiago, con un trueno muy grande, como rrayo cayo del cielo a la fortaleza de ynga y como cayo en tierra se espantaron los yndios y digeron que abia caydo yllapa, trueno y rayo del cielo y anci bajo el señor Sanctiago a defender a los cristianos. Desto echo a uir los yndios entonses los yndios al rrayo les llama y le dize Sanctiago porque el sancto cayo en tierra como rayo yllapa".³

Después de la conquista española algunos indios continuaron haciendo culto a Illapa, pero éste fue prohibido y castigado por los españoles con cárcel o trabajos forzados.

El fenómeno magnético y los cuatro elementos

Hacia el año 600 a.C., ya era conocida la piedra imán (del árabe *imam*: jefe, "el que guía"; piedra que guía). Esta es una variedad de magnetita (Fe_3O_4) que tiene propiedades magnéticas en su estado natural y debe su nombre original *magnes*, a Magnesia, comarca de la antigua Tesalia. Tales de Mileto conoció sus propiedades y varios de los filósofos griegos, entre los años 400 y 200 a. C., mencionaron su facultad de atracción. Lucrecio, en el año 1042 escribe en su obra *De natura rerum*: "Ocurre a veces que la materia del hierro es repelida por la piedra, unas veces apartándose súbitamente y siguiéndolo otras".



Figura. El estadista y científico bostoniano Benjamin Franklin.

El primer trabajo sistemático escrito sobre los imanes lo hizo William Gilbert en su obra *De Magnete Magneticisque Corporibus et de Magno Magnete Tellure Physiologia Nova*, publicado en el año 1600 y del cual Galileo escribió⁴: "Sobremano alabo, admiro y envidio a ese autor por el concepto tan maravilloso que le ha venido a la mente, penetrando una cuestión tratada por numerosos talentos distinguidos sin que ninguno acertara". Para aquella época lo que se escribía sobre imanes era tradición inútil y superstición absurda, aunque divertida. Un ejemplo de las creencias tradicionales que refutó Gilbert, fue que la piedra imán perdía su fuerza de atracción en presencia de diamantes, entre otras cosas (como los ajos y la sangre de cabra) demostró que no tenía efecto rodear un imán con 75 diamantes.

El trabajo sistemático de Gilbert dio no solamente bases sólidas a las futuras investigaciones sobre magnetismo sino que a partir de sus experimentos se desarrollaron técnicas de fabricación de imanes permanentes o "artificiales", con el objeto de utilizarlos en brújulas.

Hacia el año 1675 Boyle observó la anulación del magnetismo por el calor, sin un cambio aparente del metal, que lo llevó a plantear una nueva visión de la naturaleza. Para él, el magnetismo era cuestión del "orden o constitución interna" del hierro, con lo cual aportó una nueva perspectiva para las posteriores investigaciones de esta propiedad.

A pesar de las nuevas visiones propuestas sobre el magnetismo como la de su constitución interna, se insistía en la visión aristotélica de los cuatro elementos. Es así como el diplomático alemán Von Guericke planteó y experimentó su controversial hipótesis magnética, frotando esferas que contenían materiales que simulaban la composición de la Tierra. Para este fin Guericke utilizó una esfera compuesta de una variedad de minerales con una gran proporción de sulfuro y demostró que éste poseía las *virtutes mundanae*, es decir, la potencia de atracción y la capacidad para mover otros cuerpos. Al frotar la esfera de sulfuro, Guericke había realmente producido electricidad estática, pero debido a que él no reconoció estos efectos eléctricos como fenómenos especiales sino como demostración de las *virtutes* de un cuerpo celestial, no fue considerado como el inventor de la primera máquina eléctrica.

Los fluidos sutiles

A principios de 1700 se publicó en Inglaterra la primera especulación sobre los rayos, en la que se planteaba que los relámpagos y los truenos podían estar relacionados con la luz y el sonido, por las características de la chispa o arco eléctrico. Especulación esta que siglos antes ya había

sido interpretada por los incas, mediante el dios Illapa.

Hacia finales del siglo XVIII, las mediciones precisas llegaron a ser un objetivo importante en los experimentos físicos, entonces el término "fluidos sutiles" (*subtle fluids*) fue usado para fenómenos que comenzaban a ser reemplazados por leyes cuantitativas, las cuales hacían a los fenómenos físicos más predecibles o más entendibles.

El concepto de fluido sutil fue un paso necesario en el proceso de cuantificación. El denominado fluido "sutil" o "imponderable" era una sustancia que poseía propiedades físicas pero no era como una materia ordinaria. Los mejores ejemplos de fluidos sutiles fueron el calor y el fuego eléctrico o la electricidad.

El paradigma de la electricidad

La investigación acerca de la electricidad se debatió a mediados del siglo XVIII entre innumerables teorías, antes de obtener el primer paradigma universalmente aceptado.

Algunas teorías consideraban la atracción y la generación por fricción como el fenómeno eléctrico fundamental y la repulsión como un efecto secundario de naturaleza mecánica. Otras consideraban la atracción y la repulsión como manifestaciones igualmente elementales de la electricidad, pero no explicaban efectos simples como el de la conducción.

Estos efectos proporcionaron el punto de partida para un tercer grupo que consideraba a la electricidad como un "fluido sutil", es decir,

que podía circular a través de los conductores, en lugar de un "efluvio" que emanaba de los no conductores. Sin embargo este grupo tenía dificultades para reconciliar su teoría con numerosos efectos de atracción y repulsión.

Solamente con los trabajos de Franklin y de sus seguidores inmediatos surgió una teoría que podía explicar casi todos esos efectos, proporcionando así un paradigma para las subsiguientes investigaciones. La teoría de Franklin suponía que cierta cantidad de un único fluido determinaría el estado neutro; un exceso o defecto daría electricidad



Figura. El físico sueco W. Richman murió en 1753 cuando realizaba el experimento de la caja centinela.

de distinta clase y conforme a esta suposición, sugirió llamar a la electricidad vitrea "positiva" y a la resinosa "negativa".

El frotamiento de vidrio con seda o ámbar con piel, afirmó Franklin, modificaría la distribución del fluido en el cuerpo frotado y en el frotador; uno pierde electricidad y el otro la gana. La teoría de Franklin fue una primera aproximación a la realidad. Si un cuerpo está electrizado, su equilibrio electrónico se encuentra perturbado; esta idea es común a la tesis de Franklin y a la teoría actual.

Franklin propuso en 1749 su experimento de la "caja centinela", éste consiste en que se ubica a una persona en un banquillo aislado, sosteniendo una varilla de acero terminada en punta y extendida verticalmente varios metros, para atraer un arco de una nube de tormenta.

En mayo de 1752, el francés Francois D'Alibard realizó el experimento con éxito. Mientras tanto Franklin, un mes más tarde en Filadelfia, Estados Unidos, usó una cometa como conductor para atraer la electricidad con un cordel húmedo, al colocarla dentro de una nube tormentosa.

El cordel tenía colgada una llave metálica en la parte baja para atraer corriente a tierra. El salto de un arco de la llave a tierra o el cargar un condensador como el "jarrón de Leyden" sería la demostración de su teoría.

Franklin realizó este experimento bajo una nube de tormenta en junio de 1752. Lo más probable es que no hubiese habido una descarga eléctrica atmosférica durante el experimento sino que el campo eléctrico presente entre nube y tierra indujo electricidad en la llave. De la llave metálica colgada al final del cordel de la cometa saltaron chispas a los nudillos de su mano. Así había verificado su teoría, sin saber que D'Alibard había obtenido resultados similares un mes antes.

Tanto Franklin como D'Alibard además de juiciosos investigadores contaron con una gran suerte, pues en sus experimentos, probablemente sin saberlo, sus vidas corrieron grave peligro. El físico sueco W. Richman no corrió con la misma suerte de sus colegas y murió en 1753, en San Petersburgo (Rusia), cuando llevaba a cabo su versión del experimento de la "caja centinela".

Una consecuencia del experimento de Franklin y la primera aplicación práctica del estudio de la electricidad fue el pararrayos. En 1752 se utilizaron los primeros instrumentos para propósitos de protección en Francia y en ese mismo año en Estados Unidos.

El invento de Franklin recibió amplia aplicación a escala mundial, hasta el extremo de convertirse en el siglo XVIII en mito de la moda francesa con los "*Chapeau-paratonnerre des dames por défendre du feu du ciel les précieuses têtes des*

jolies femmes" (Sombreros pararrayos para defender del fuego del cielo las preciosas cabezas de las lindas damas) y *Le parapluie-paratonnerre* (el paraguas pararrayos) de Barbeu-Dubourg a finales del siglo XVIII.

Un hecho anecdótico de la época es que Franklin razonaba que el pararrayos funcionaría mejor con un extremo en punta. Esto fue rebatido por algunos científicos que eran partidarios de un extremo redondeado. La disputa se resolvió a un nivel primitivo y elevado: El Rey Jorge III,

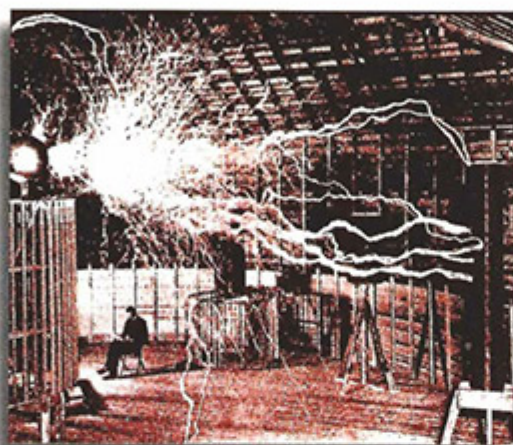


Figura. Experimentos de Tesla con alta tensión.

encolerizado por la revolución norteamericana ordenó instalar extremos redondeados en los pararrayos de los edificios reales de Inglaterra.

El 29 de agosto de 1831, usando su "anillo de inducción", el físico y químico inglés Michael Faraday hizo uno de sus grandes descubrimientos: la inducción electromagnética, que consiste en la "inducción" o generación de electricidad en un alambre por medio del efecto electromagnético de una corriente en otro alambre. El anillo de inducción fue el primer transformador eléctrico. En una segunda serie de experimentos, en septiembre de ese mismo año, descubrió la inducción magneto-eléctrica: la producción de una corriente eléctrica. Para hacer esto, Faraday unió dos alambres a través de un contacto deslizante a un disco de cobre. Por rotación del disco entre los polos de un magneto en forma de herradura él obtuvo una corriente directa continua. Este fue el primer generador.

Aunque ninguno de estos aparatos son de uso práctico hoy en día, ellos facilitaron la comprensión teórica de la electricidad y el magnetismo. Faraday describió estos experimentos en dos artículos presentados a la *Royal Society* de Inglaterra el 24 de noviembre de 1831 y el 12 de enero de 1832. Estos fueron la primera y segunda parte

de *Investigaciones experimentales sobre electricidad* en las que él presentó la ley que gobierna la evolución de la electricidad por inducción magneto-eléctrica.

En 1873, el científico inglés James Clerk Maxwell presentó en forma matemática, ante la comunidad científica mundial las cuatro ecuaciones diferenciales parciales, las cuales conforman el paradigma de la actual teoría electromagnética.

De esta manera el hombre comienza a pasar de una visión del mundo en la que la transformación de la energía estaba concentrada en cuatro elementos: agua - aire - fuego - tierra, a una visión intrínseca de estos elementos. Este paso se concreta hacia finales del siglo XIX con el descubrimiento del electrón y el inicio de la investigación sobre las partículas fundamentales. Así, la ciencia moderna proporciona paradigmas para el entendimiento de la composición de la materia, por lo que hoy en día es posible comprender lo que hace cientos de años se explicaba en el lenguaje del mito.

El mito moderno de la electricidad

En 1882 el mundo conoce la primera planta de generación eléctrica de corriente continua para servicio de alumbrado público, ubicada en la ciudad de Nueva York y desarrollada por el estadounidense Thomas Alva Edison. A partir de allí nace la tecnología eléctrica y el primer enfrentamiento técnico-económico entre Edison, por un lado, partidario de la corriente continua y el industrial norteamericano George Westinghouse y el ingeniero croata Nikola Tesla, por el otro, partidarios de la corriente alterna.

En aquella época, entre 1885 y 1895, se conoció este enfrentamiento como la "batalla de las corrientes". Tesla había inventado el motor de corriente alterna, mientras Edison perfeccionaba la lámpara eléctrica. Westinghouse, con base en los inventos de Tesla, se propuso desarrollar la corriente alterna para instalaciones comerciales. Edison atacó el empleo de la corriente alterna en febrero de 1888 cuando publicó *A Warning*, un panfleto de 83 páginas que incluía una revisión de los peligros de las altas tensiones y una lista de supuestas muertes por corriente alterna. El sistema de corriente alterna podía utilizar altas tensiones (inicialmente 1000 voltios) con corrientes muy pequeñas, gracias al transformador que sólo puede ser utilizado con corriente alterna, mientras que la corriente continua utilizaba más corriente (con 240 voltios) para la misma potencia eléctrica, por ejemplo una lámpara de 100 vatios.

Tesla publica en la revista *AIEE* (hoy la *IEEE*), en 1888, su artículo: "A new system of alternate current motors and transformers", en el que

presenta el motor de corriente alterna y escoge la frecuencia de 60 Hz como una frecuencia estándar del sistema de corriente alterna. Westinghouse capta inmediatamente las ventajas de la teoría y los inventos de Tesla y le ofrece un millón de dólares por la patente del motor. Tesla acepta con la condición de que se le pague un dólar por cada caballo de potencia de los motores fabricados. Westinghouse acepta y firman el contrato.

La batalla entre Edison y Westinghouse se tornó más dura cuando Westinghouse inventa un medidor de energía para corriente alterna que genera de 40 a 80 por ciento más potencia para el mismo número de lámparas (con medidores) que la compañía de Edison.

Edison enfrentado a una fuerte competencia por el mercado de la energía eléctrica, le asignó con gran ingenio y astucia el término "corriente de la muerte" a la corriente alterna y le propuso al Estado de Nueva York la idea de ejecutar la pena de muerte por electrocución con corriente alterna, como una forma más humana de llevar a cabo la pena capital. Edison entonces conectó un generador de corriente alterna para elevar la tensión a 1200 voltios para la electrocución en su laboratorio y realizó los experimentos con animales. Westinghouse se opuso a los experimentos por el resultado de una publicidad en contra

de la corriente alterna. Sin embargo, los experimentos se realizaron a satisfacción de los involucrados.

La sociedad norteamericana reaccionó ante esta situación con argumentos en pro y en contra y en no pocos casos exagerados. El Estado de Nueva York continuó con su plan y la primera víctima por electrocución con corriente alterna fue William Kemmler el 6 de agosto de 1890 en la prisión de Auburn.

Edison, en una lucha feroz por dominar el mercado de la energía eléctrica con corriente continua, llevó la batalla hasta los estrados judiciales en el Estado de Albany para limitar la tensión de la corriente alterna hasta 800 voltios, pero la propuesta no fue aceptada por los legisladores. Westinghouse se dedicó entonces a publicar y dar conferencias acerca de la seguridad de la corriente alterna. Por suerte, él siempre tuvo la asesoría del profesor Anthony de la Universidad de Cornell y por supuesto de Nikola Tesla, quien había trabajado en la idea desde el comienzo.

Westinghouse, en compañía de los hermanos Nunn, construyó la primera hidroeléctrica del mundo en Ames, Colorado en 1891, con un generador de corriente alterna de 3000 voltios, 133 Hz y 100 hp, diseñado por él y fabricado en su empresa. En la Feria exposición de Chicago en

El mito moderno en Colombia

En Colombia las primeras manifestaciones de la energía eléctrica llegaron con el tren para alumbrado de las lámparas de arco y el telégrafo en 1865. Los primeros generadores eléctricos de corriente continua para iluminación de minas y plantas eléctricas Diesel llegaron a las ciudades de Cartagena y Barranquilla, entre 1888 y 1892 y para la Casa de la Moneda en Bogotá en 1879, casi a la par que Edison pusiera en operación la iluminación pública con electricidad en la ciudad de Londres en 1880.

Sin embargo, antes de la independencia del país ya se habían tomado las primeras políticas estatales y desarrollos sobre alumbrado público. En 1807 el virrey Amar y Borbón ordenó colocar iluminación de faroles con velas en las puertas de las tiendas de la ciudad de Santa Fe de Bogotá. Para 1865 fueron cambiadas las velas por

mechas de Kerosene. En 1876 ya existía la compañía de alumbrado de gas, a partir de carbón, en la bucólica y pequeña ciudad de Bogotá, que contaba para aquella época con 23 cuerdas de tuberías metálicas y de madera, importadas de Suecia, para alumbrado público y domiciliario. A pesar de que en 1896 toda la ciudad contaba con tubería subterránea de gas público y domiciliario, la compañía se liquidó en 1902 para dar paso a una "nueva tecnología": la iluminación eléctrica.

En 1890 se inauguró en Bogotá el alumbrado público de corriente continua con 100 lámparas de arco traídas de Florencia, Italia, por la empresa privada Bogotá Electric Light Company (creada en 1886 por Ospina & Carrizosa) y diariamente se cambiaban sus electrodos de carbón. Para 200 lámparas era necesario una potencia de 500 kw, es decir, 2500 vatios por

lámpara que iluminaban el equivalente a una lámpara de 100 vatios de hoy con corriente alterna.

En 1896, luego de la "batalla de las corrientes" en Estados Unidos, se creó en Colombia la compañía Samper Brush, que generó electricidad con agua del río Bogotá y utilizó bombillas incandescentes (inventadas por Edison) pero con alimentación de corriente alterna. Debido a la guerra de los Mil Días, sólo hasta el año 1900 se inauguró la primera línea de transmisión de alta tensión en el país a 22000 voltios, con una longitud de 26 Km, desde el Charquito hasta la ciudad de Bogotá y se definió la tensión al usuario en 150 voltios, mal copiada de la tensión que había en la ciudad de Milán, Italia, cuando en el resto del mundo se utilizaba la tensión de 120 voltios. Un error de 30 voltios, cuyo cambio le costó a la Empresa de Energía de Bogotá millones de

dólares en la década del setenta.

Es paradójico y triste observar cómo a finales del siglo XX las calles de nuestras grandes ciudades se abren para instalar tuberías para transporte de gas, que hace un siglo ya existían, pero que fueron abandonadas y destruidas por cuenta del mito de la "nueva tecnología" o lo que hoy llamamos "tecnologías de punta".

Si aquellas tuberías no sólo se hubieran mantenido sino que se hubieran adaptado a las nuevas tecnologías progresivamente, con seguridad una ciudad como Bogotá tendría hoy en día un servicio de energía para uso doméstico e industrial más económico, racional y de mejor calidad.

Sin embargo, así fue como nació para Colombia y para el mundo una nueva era: la de la electricidad y sus inventos, un mito moderno y una forma moderna de esclavismo: el tecnológico.

1893 la compañía Westinghouse promocionó la venta de energía de corriente alterna a 4.32 dólares por lámpara contra 18.50 dólares de energía de corriente continua por lámpara, de la compañía de Edison.

Después del éxito de la planta hidroeléctrica de Ames, Colorado, los bajos costos de la corriente alterna comparativamente con los de la corriente continua y el sistema polifásico instalado en Alemania por Westinghouse, éste se declaró victorioso en la "batalla de las corrientes".

Paradojas

El hombre a lo largo de las diferentes culturas ha pretendido y continúa pretendiendo dominar, manipular, transformar y almacenar la energía existente en los cuatro elementos: agua - aire - fuego - tierra. Pero aún no lo ha logrado.

Las manifestaciones de la relación energía-sociedad habían sido hasta hace poco de vida o de poder. Sin embargo, en la sociedad actual esta relación es de consumo o conservación. Y en el caso particular de la sociedad colombiana con un 47 por ciento de utilización de energía eléctrica para uso residencial nos lleva a pensar si su uso está relacionado, por una parte, con un alto nivel de vida o, por otro, si se aproxima más a una sociedad de consumo que generadora de desarrollo.

Si bien a las puertas del siglo XXI, la ciencia y la tecnología, en las áreas hermanas de eléctrica, electrónica y comunicaciones, han hecho importantes avances respecto a épocas anteriores, estos avances principalmente son de tipo tecnológico basados en los paradigmas científicos del siglo pasado: el transformador, el generador eléctrico, el motor eléctrico y la comunicación sin hilos con aplicaciones al diario vivir de la vida moderna como el teléfono, la aspiradora, la licuadora, la televisión, las computadoras y las comunicaciones satelitales.

Adicionalmente, la sociedad actual ha creado mitos de modernidad alrededor de la electricidad, la electrónica y las comunicaciones y, por esta razón, nos encontramos ante un mundo aparentemente desarrollado tecnológicamente pero sorprendentemente paradójico: Se investiga y desarrollan naves espaciales para la conquista de nuevos mundos sin haber logrado dominar el propio.

Nos sorprende la posibilidad de encontrar vida en otros planetas, pero somos indiferentes ante la mortalidad infantil o las muertes violentas que ocurren a diario. Son noticias de primera página a escala mundial el descubrimiento de agua en el planeta Marte, pero la contaminación del río Bogotá o el que el 80 por ciento de la población colombiana no disponga de agua potable merece solamente artículos de prensa sobre calamidades domésticas.

Diariamente recibimos y transmitimos grandes niveles de información vía telefónica, satelital o internet, mientras alrededor del 15 por ciento de la población colombiana no sabe leer ni escribir.

La ciencia y la tecnología se han convertido en mitos del progreso, mitos de la modernidad, que generan nuevos ritos en una sociedad con sorprendentes paradojas, con la esperanza de lograr un desarrollo humano sostenible.



1. Popol Vuh, Ed. Ariel, pp. 12-14, 1975.
2. Sagan, C. Cosmos, Ed. Planeta, p. 38, 1985.
3. Guaman, F. Nueva Crónica y buen gobierno, Madrid, 1987
4. Galileo Dialogo sopra i due Massimi Sistemi del Mondo. Tercer diálogo.

Lecturas recomendadas

- Arévalo, Alberto: *Poesía indígena de América*. Ed. Bogotá. 1988.
- Branston, Brian: *Mitología Germánica ilustrada*. Ed. Vergara S.A. Barcelona, 1960.
- Bronowski, J.: *El ascenso del hombre*. Fondo Educativo Interamericano S.A., 1983.
- Canejo, Silvia: *El universo mítico de los Mayas en encuentro de dos mundos*. Ed. Oclae. Panamá, 1989.
- E.N. da Andrade: "Los primeros Imanes", *Endeavour*, Enero, pp. 22-30, 1958.
- Fernández, A.: *Dioses prehispánicos de México*. Ed. Panorama, México, 1992.
- Gerhard-Multhaupt: "Biographies of Contributors to the Early Investigation of Electrical Phenomena", *IEEE Transactions on Electrical Insulation*, Vol. 26 No.1, Feb. 1991.
- Golde, R.H.: *Lightning*. Academic Press, New York, 1977.
- Krickeberg, Walter: *Mitos y leyendas de los Aztecas, Mayas y Muiscas*. Ed. Fondo de cultura económica. México, 1985.
- Kuhn, T.S.: *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de cultura económica. México, 1986.
- Poveda, G.: *Ingeniería e Historia de las Técnicas. Colciencias*, Ed. Tercer Mundo Editores. Bogotá, 1993.
- Prinz, Hans: "Gewitterblitze in Mythologie und Wissenschaft", F. Bruckmann KG, Muenchen, 1965.
- Rose, H.J.: *Mitología Griega*. Ed. Labor S.A. Barcelona, 1970.
- Sodi, Demetrio: *La literatura de los Mayas*. Ed. Joaquín Martí. México, 1983.
- Torres, H., Castaño, O.: "El Rayo". Ed. Icontec. Santa Fe de Bogotá, 1994.
- Wright, Ch.: "The great AC/DC war". *IEEE Potentials*, pp. 31 - 33. 1988.

Novedades editoriales

CIENCIAS RECREATIVAS



Bill Nye
Ediciones Martínez Roca,
Barcelona (España), 1995

Los experimentos más entretenidos, que pueden realizarse con sencillos elementos en el hogar o el aula, nos introducen en el fascinante mundo de la ciencia. En esta obra muy bien ilustrada, se muestran "juegos de inteligencia" caseros que ayudan a entender en pocos minutos lo que la humanidad ha tardado siglos en descubrir. Entre los ejemplos comprendidos en el libro están: los átomos, las leyes de la termodinámica, la velocidad de la luz, el láser, la fluorescencia, la radio, la meteorología y el espacio exterior. Su autor es el presentador del programa más popular de divulgación científica de la televisión estadounidense, patrocinado por Disney, quien ha sido galardonado con once premios Emmy.

TROCHA NACIONAL CIUDADANA. LA SOCIEDAD CIVIL CONSTRUYE NACIÓN



Consejo Nacional de Planeación
Santa Fe de Bogotá, 1998

El futuro de Colombia está en manos de sus ciudadanas y ciudadanos; los consejos de planeación, las universidades, los sindicatos, las organizaciones sociales, las ONGs y los gremios prepararon la obra *Trocha Nacional Ciudadana*, como una propuesta concreta del futuro para que el próximo gobierno la incorpore a su Plan Nacional de Desarrollo. El Consejo Nacional de Planeación Participativa organizó la elaboración de un documento para el desarrollo del país, construido con planeación al derecho, es decir desde las regiones hacia el centro y desde los ciudadanos hacia el futuro de Colombia. Las *Trochas Ciudadanas* fueron escritos y preparados por la sociedad civil y en ellos se recogen las visiones, aspiraciones y propuestas estratégicas de las ciudadanas y los ciudadanos.

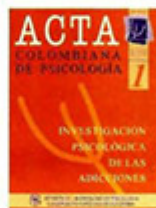
EZEQUIEL URICOECHEA, EL NIÑO QUE QUERÍA SABERLO TODO



Celso Román
(Ilustraciones de Claudia García)
Colciencias, Santa Fe de Bogotá, 1998

Ezequiel Uricoechea (1834-1880), soñador permanente y genio polifacético, bogotano descendiente de vizcaínos, niño genio que aprendió a leer a los cuatro años de edad, bachiller del Instituto Fwshing, médico de la universidad de Yale, y químico de la Universidad de Gotinga, abrió caminos como ningún otro para la ciencia en Colombia. Su obra abarca desde los estudios de la quina, la mineralogía, la cartografía, la numismática, la lingüística, el arte colonial y los vestigios precolombinos hasta el conocimiento de la lengua árabe. El autor de este libro es conocido por sus obras de literatura infantil y juvenil premiadas en Colombia y México.

ACTA COLOMBIANA DE PSICOLOGÍA, No.1



Facultad de Psicología,
Universidad Católica de Colombia
Santa Fe de Bogotá, octubre de 1998

Con un número monográfico sobre la investigación psicológica de las adicciones nace la revista de la Facultad de Psicología de la Universidad Católica de Colombia. Además de la presentación y la información institucional, incluye seis artículos que reportan investigaciones efectuadas por docentes de las Universidades Católica, Nacional de Colombia y Federico Villareal (Lima, Perú). Entre las temáticas abordadas aparecen: prevención de la farmacodependencia en niños; esquema cognoscitivo en consumidores de sustancias psicoactivas; efectos de la inhalación de basuco sobre las pautas sexuales de la rata macho; intervención para abusadores de narcóticos en Delhi, India; psicofarmacología de la cocaína y el alcohol en ratas y ratones; y metas educacionales y problemas psicosociales críticos en el Perú: drogas y violencia.

REVISTA LATINOAMERICANA DE PSICOLOGÍA, Vol. 30 No. 3



Fundación para el Avance de la Psicología
Santa Fe de Bogotá, 1998

La Revista Latinoamericana de Psicología, la principal revista especializada en el área publicada en lengua española, cumple treinta años de publicación ininterrumpida. Esos treinta años se celebran en este número que incluye un artículo introductorio sobre el aniversario, escrito por su director y fundador, Rubén Ardila. A continuación Wilson López López y Omar Calvache presentan un completo estudio bibliométrico de la publicación, que muestra su impacto en la psicología hispanoparlante. John J. Sanabria reseña los números monográficos publicados a lo largo de tres décadas, las biografías publicadas, la sección de libros y el índice temático, herramienta útil para quien desee apreciar la evolución contemporánea de la psicología no sólo en América Latina sino también en España, Portugal, Estados Unidos y Canadá.

SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN: NUEVO ESCENARIO DE LA COMPETITIVIDAD



Colciencias
Santa Fe de Bogotá, septiembre de 1998

En el marco de los treinta años de la creación del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas, Colciencias, aparece esta obra que ilustra los desarrollos que Colombia ha tenido en innovación, como respuesta ante el reto del tercer milenio. La innovación y el desarrollo tecnológico son el fundamento de la productividad y la competitividad, requisitos para que las empresas colombianas garanticen su inserción exitosa en el mercado mundial. La innovación, además de modernizar las tecnologías de los procesos productivos, es una nueva actitud mental derivada de los valores organizacionales de las empresas y de la cultura imperante en la sociedad del conocimiento del siglo XXI.

'EN ALGÚN LUGAR PARCHAREMOS'. NORMAS DE INTERACCIÓN Y VALORES DE LOS PARCHES DE LA LOCALIDAD 11 DE SANTA FE DE BOGOTÁ



Carlos Iván García Suárez
Tercer Mundo Editores,
Santa Fe de Bogotá, 1998

Los dolores aquí descritos son similares a los que se pueden encontrar a lo largo y ancho de la geografía colombiana: hombres y mujeres jóvenes marginados y arrojados al abismo de incertidumbres en lo emocional y en las cosas materiales. Carlos Iván García y su equipo han hecho el retrato de una sociedad que ha enrarecido todas sus formas de relación y que, incapaz de entender su propia incoherencia, señala a los jóvenes, en especial a los de origen popular, para marcarlos con el estigma. Pero este texto renueva la convicción de que muchos hombres que caminan en el filo del abismo, cuando tienen opción de ser creativos y constructores, lo son como ningún otro.

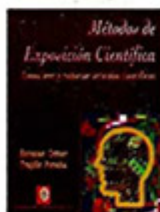
JEAN BAPTISTE BOUSSINGAULT. EL PADRE DE LA AGRICULTURA MODERNA



Gonzalo España
(ilustraciones de Liliana Ramos)
Colciencias, Santa Fe de Bogotá, 1998

Por encargo de Simón Bolívar, un grupo de científicos viene a Colombia a fundar una escuela de minas en medio de los fragores de la guerra de Independencia. Uno de ellos, el minero Jean Baptiste Boussingault, aplica sus conocimientos en una plantación a orillas del río Cauca, y descubre maravillas que habrían de revolucionar la agricultura y la agronomía del mundo. Pero su misión esencial en este libro cautivante, radica en salvar la vida del Libertador. El autor nació en Bucaramanga en 1945. Fue incluido en la lista de honor IBBY por su libro *Galería de Piratas y Bandidos de América* y es Miembro de la Academia de Historia de Santander.

MÉTODOS DE EXPOSICIÓN CIENTÍFICA. CÓMO LEER Y REDACTAR ARTÍCULOS CIENTÍFICOS



Enrique Omar Trujillo Peralta
Universidad de San Buenaventura,
Cali, 1997

De las partes que en términos generales contiene un libro o incluso un artículo científico, la referida a los métodos de exposición es quizá de las que menos se han ocupado los especialistas que han pretendido hacer de la lectoescritura un campo del saber. Esta obra, sobre la lógica de los métodos de exposición científicos, explora con una metodología particular la comprensión del texto científico, abordando elementos de su composición desde las micro hasta las macroestructuras del discurso científico, brindándole al lector una herramienta eficaz, no sólo para desentrañar el que en ocasiones puede ser considerado un lenguaje metafórico sino también para orientarlo en la redacción de sus propios informes y artículos especializados.

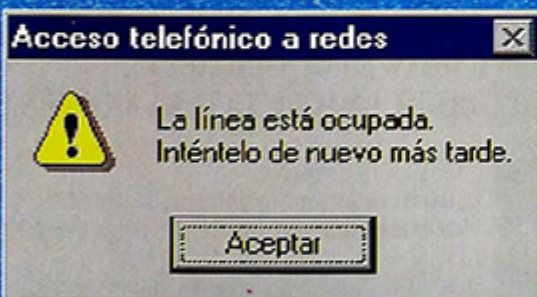
UNIVERSIDAD Y ACREDITACIÓN. RETOS PARA EL TERCER MILENIO



Pedro Pablo Peña Motta
Editorial Kimpres, Santa Fe de Bogotá,
1997

Como radiante luminaria surgió la Universidad en el lejano horizonte de la Alta Edad Media. Su presencia estuvo precedida por una milenaria gestación y muchas culturas y escuelas prepararon su llegada. En su existencia casi milenaria, la Universidad ha tenido que afrontar incontables crisis de las cuales, como ave fénix, ha surgido cada vez más airosa. El ocaso del siglo XX está dejando una serie de cambios abruptos de incalculables proporciones, y está proyectando al género humano no sólo nuevos horizontes sino el ingreso a una nueva era de su historia. A la Universidad, inmersa en este mundo de transformaciones, le corresponde caminar hacia el tercer milenio trazando el camino de su propio futuro para ser fuerza impulsora de progreso, fuente por excelencia de conocimiento y prestadora del servicio de la más alta calidad, sobre las bases de un sólido humanismo.

Nota: Las obras aquí reseñadas pueden ser consultadas en el centro de documentación de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia.



- Asistencia personalizada 24 horas al día, todos los días.
- Las tarifas más económicas del mercado.
- Su conexión a Internet desde 35 ciudades del país
- Acceso sin demora a la red, con veloz salida internacional por fibra óptica.
- Un completo portafolio de servicios complementarios para usted y su empresa (Telecom Mail, Banca en Casa, EDINET, Teleciudad...)

¿Más tarde?

ENTRE de una POR
INTERNET-TELECOM

DESDE
\$30.000 mensuales
más IVA

Gratis llame ahora y entre ya!

9800 19011

internet.telecom.com.co

QUÍMICA

INTERNET TELECOM

Vicepresidencia de Servicios Telemáticos

¡En larga distancia, el que Sabe... Sabe!

MARQUE ASI: NACIONAL 0 + indicativo de siempre
INTERNACIONAL 009 + indicativo del país + código de área



PROGRAMACIÓN ACADÉMICA A.C.A.C. 1999

Tertulia: EL FUTURO DE LA PSICOLOGÍA.
Fecha: Mayo 13

Seminario - Taller: RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIO AMBIENTE.
Fecha: Mayo 26 a 28

Curso: GESTIÓN Y NEGOCIACIÓN TECNOLÓGICA EMPRESARIAL.
Fecha: junio 23, 24 y 25.

Foro de discusión: PERSPECTIVAS POLÍTICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.
Fecha: Julio 15

Seminario: NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA CONSTRUCCIÓN.
Fecha: Julio 28 y 29.

Panel: INVESTIGACIÓN EN FARMACOLOGÍA.
Fecha: Agosto 11 y 12

Curso - Taller: PROPIEDAD INTELECTUAL.
Fecha: Agosto 25 y 26

Feria: EXPOCIENCIA - EXPOTECNOLOGÍA. CONOCIMIENTO PARA EL PRÓXIMO MILENIO.
Lugar: Corferias
Fecha: Septiembre 24 a Octubre 3

Eventos Especiales
Premio Nacional al Mérito Científico.
Premio a la Innovación Tecnológica Empresarial
Programación Académica
I Encuentro Nacional de Docentes Universitarios de Facultades de Ciencia y Tecnología.
Foro de Discusión Sobre Política Científica
Seminario - Taller Aprehensión Social al Servicio del Conocimiento.
Encuentro Empresarial en Ciencia, Tecnología y Educación. Curso de oportunidades de financiamiento para Organizaciones no Gubernamentales.

INFORMES: Departamento de Eventos Telefax: (091) 221 9281
e-mail: eventos1@colomsat.net.co

ACTIVIDADES CIENTÍFICAS JUVENILES

EVENTO: SEMINARIO-TALLER CREATIVIDAD Y CIENCIA
FECHA: Abril 15 y 16.

EVENTO: TALLER PEU DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA.
FECHA: Mayo 12 y 13.

SALIDA DE OBSERVACIÓN (Astronomía).
FECHA: Mayo 29 y 30.

EVENTO: EXPOCIENCIA JUVENIL 99.
FECHA: Septiembre 24 al 3 de Octubre.

INFORMES: Actividades Científicas Juveniles Telefax: (091) 375 0728
e-mail: acac3@col1.telecom.co



ASOCIACIÓN COLOMBIANA
PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA



FUNDACION FES
FUNDACION ANTONIO RESTREPO BARCO



Explorando el conocimiento y la formación social para el progreso

Libros y revistas con contenidos de alto nivel profesional en las áreas de:

- Educación
- Desarrollo social
- Medio ambiente
- Cultura
- Salud

REVISTA ALEGRIA DE ENSEÑAR

El material de consulta preferido por maestros e investigadores colombianos



El Largo y Sorprendente Viaje de las Pleiades



Manuales de Autoevaluación y Fortalecimiento de Instituciones de Protección



Evaluación de Proyectos Sociales



La Reforma Ambiental en Colombia

Solicite hoy mismo nuestro Catálogo de Publicaciones en las oficinas de FES en todo el país

Informes y ventas: CENTRO DE PUBLICACIONES
Calle 64 Nte. #5B-146, Telefax (92) 6652167, PBX. 6661700, FAX 6654300