



# Innovación y Ciencia

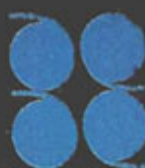
VOLUMEN II, Nº 4, Octubre-Diciembre de 1993

**CUSIANA:  
una gran  
alternativa**

**El viento,  
fuente  
insospechada  
de energía**

**Redes neuronales  
artificiales**

# ASOCIACIÓN COLOMBIANA PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA



## CONTRIBUCIÓN AL ESTABLECIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Programa Nacional de Estímulos a los investigadores

## ESTÍMULOS A LOS AVANCES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Premio Nacional al Mérito Científico

Premio Nacional a la Innovación Tecnológica Empresarial

## SERVICIOS A LA COMUNIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Divulgación e información

· Boletín Informativo

· Revista Innovación y Ciencia

· Administración de proyectos de investigación

## ACTIVIDADES CIENTÍFICAS JUVENILES

Expociencia Juvenil: Feria de la Creatividad

Encuentro con el Futuro

Estímulos a la creación de clubes de ciencia y creatividad

## FOMENTO DE PROGRAMAS Y PROYECTOS CIENTÍFICOS

Programa Interciencia de Recursos Biológicos Nuevos o  
Subutilizados, PIRB

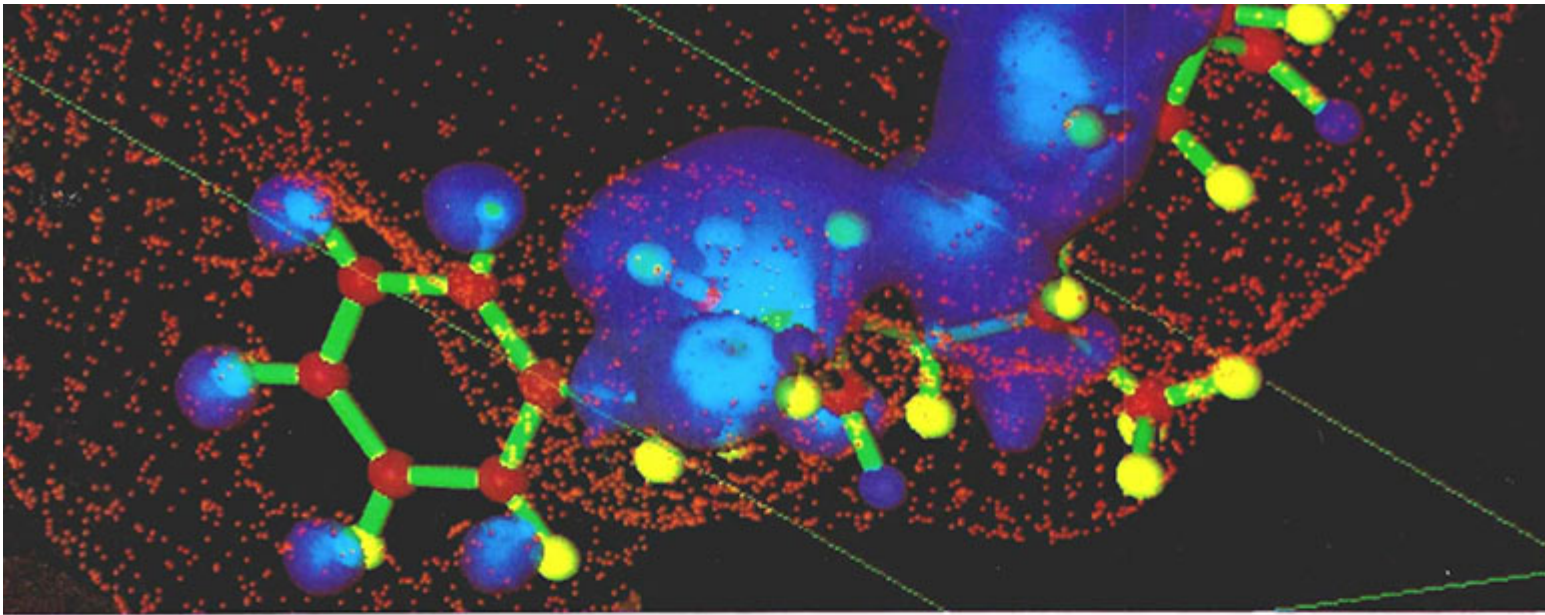
Centro Nacional de Ciencia y Tecnología

## CONVENCIÓN CIENTÍFICA NACIONAL

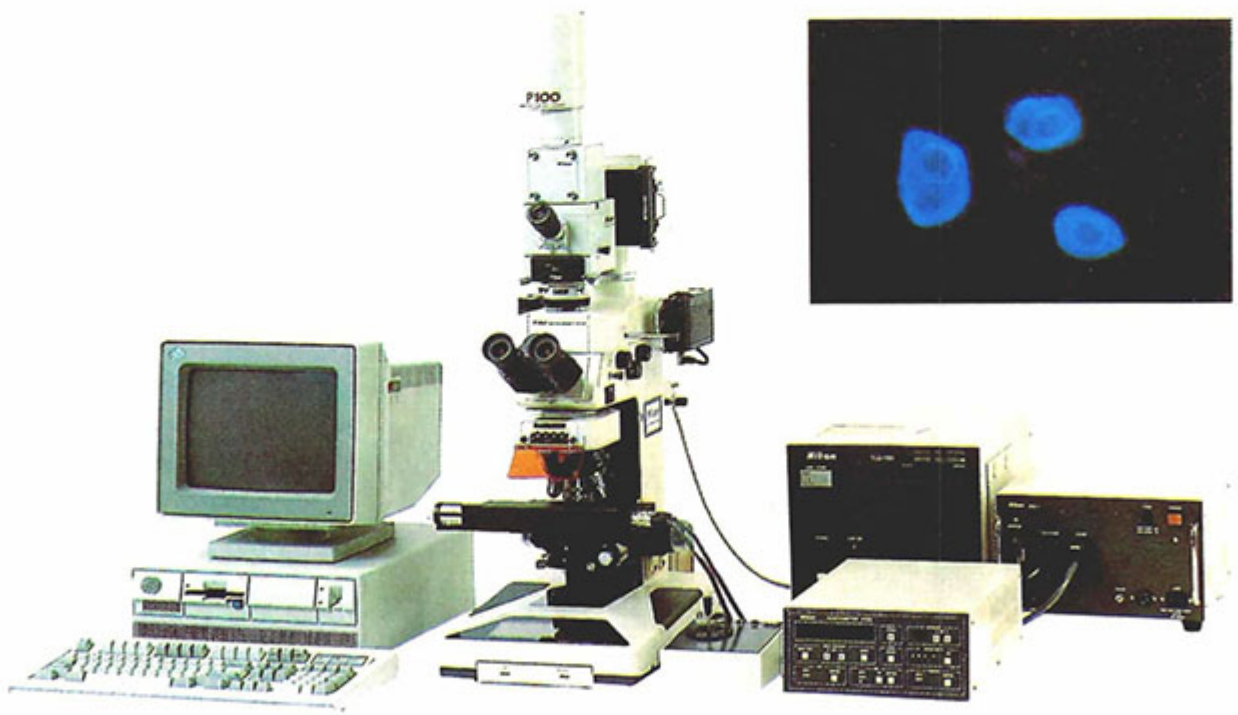
## EXPOCIENCIA:

Feria internacional de la ciencia y  
las innovaciones tecnológicas





## Instrumentos ópticos y científicos con la más avanzada tecnología.



**Sanitas** <sup>IDS</sup> Ltda.

CARRERA 13 No. 55 - 28 Interior 2 Tels: 248 88 75 - 235 74 21 - 249 35 90 A.A. 53068 Cables: ALMASANITAS  
Fax: (57-1) 235 93 54 Bogotá - 2 Colombia



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

**JUNTA DIRECTIVA NACIONAL 1993**

PRINCIPALES	
Eduardo Posada	Presidente
Fabio Chaparro	1 <sup>er</sup> Vicepresidente
Margarita Botero	2 <sup>da</sup> Vicepresidente
Jaime Ahumada	Secretario
Marcelo Riveros	Fiscal General
Alberto Ospina	Vocal
Carlos Corredor	Vocal
Paulo Orozco	Vocal
Guillermo Hoyos	Vocal
Raquel Frías	Vocal

Asociación de Entidades del Sector Electrónico,

ASESEL

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas,

CIOH

**Directora Ejecutiva**

Nohora Elizabeth Hoyos T.

**Asesoría Editorial**

Mauricio Pérez Gil

**Jefe División de Publicaciones**

Raquel Rodríguez G.

**Comité Editorial**

Nohora Elizabeth Hoyos T., Alberto Ospina T.,  
Eduardo Posada F., Raquel Rodríguez G.

**Consejo Editorial Internacional**

Isabel Llano, Abdus Salam  
José Fernando Escobar, Leon Lederman

**Consejo Editorial Nacional**

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

**Asesor en Mercadeo**

Mauricio Torres

**Diseño Gráfico e Ilustraciones**

Olga Lucía Daza

**Publicidad**

Clara López, Gloria Mora

**Fotografía**

Gamma Sur, The Image Bank, Super Stock

**Corrector de Estilo**

Jorge Iván Cadavid

**Pre-prensa Electrónica**

Zetta Comunicadores

**Impreso por Lerner Ltda.**

Innovación y Ciencia es editada y publicada por A.C.A.C. Esta publicación ha sido realizada con la colaboración financiera de **COLCIENCIAS**, entidad cuyo objetivo es impulsar el desarrollo científico y tecnológico de Colombia.

**DERECHOS RESERVADOS.** Prohibida su

reproducción parcial o total sin

autorización expresa del Consejo Editorial.

Innovación y Ciencia no es responsable legal del

contenido de la publicidad de la revista.

Resolución Ministerio de Gobierno N° 5447 del 9 de

Octubre de 1992. ISSN 0121-5140. Tarifa Postal

Reducida. A.C.A.C. Cra.50 N° 27-70. Edificio

Camilo Torres. A.A. 92581. Fax. 2216950. Tels:

2213313 - 2217348 - 2216769. Santafé de Bogotá -

Colombia. BITNET: ACAC @ ANDESCOL.

Precio de venta al público \$ 2.500.



Cusiana representa una gran alternativa que el país debe aprovechar de la mejor manera posible, con el fin de garantizar el desarrollo social, económico y científico en beneficio de la inmensa mayoría del pueblo colombiano.

**NOTA DEL EDITOR**

**Cusiana: ¿una gran alternativa?**

**7**

**CORRESPONDENCIA**

• Mensajes para INNOVACION Y CIENCIA

**10**

**NOTICIAS & COMENTARIOS**

**MEDICINA**

**12** El desafío del sida

**ANTROPOLOGIA**

**14** Hallazgos prehistóricos en bosque húmedo tropical

**ASTRONOMIA**

**16** Colisiones en el espacio

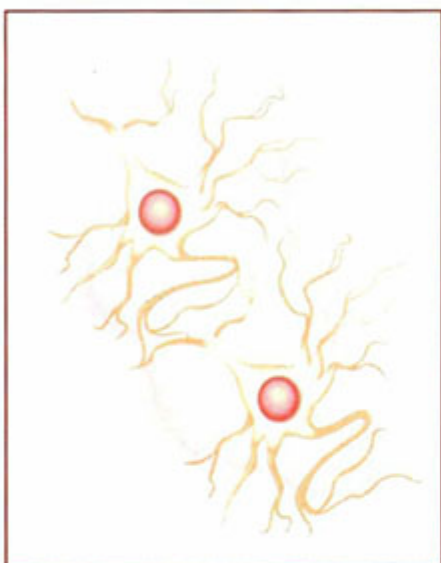
**INDUSTRIA**

**18** Material extraordinario

# CONTENIDO

# Innovación y Ciencia

Volumen II, Nº 4 - Octubre-Diciembre de 1993



## ARTICULOS

### 20 ECONOMIA

Cusiana, ¿una maldición?

### 26 INFORMÁTICA

Redes neuronales artificiales

### 34 INGENIERIA

El viento, una alternativa energética real

### 44 BIOLOGIA CELULAR

Mensajes transmembrana, un novedoso y complejo sistema

### PERSPECTIVAS DE DESARROLLO

54 Ciencia y tecnología. La inversión con mayor rentabilidad social y económica

## NOTICIAS A.C.A.C.

EXPOCIENCIA 93

62

NOVEDADES EDITORIALES

64

NOVEDADES EN TECNOLOGIA

70

**DURANTE 40 AÑOS HEMOS SIDO  
EL HOTEL DE GRAN CLASE EN BOGOTA.**



**Y LO SEGUIMOS SIENDO, MEJOR QUE NUNCA.**

**HOTEL TEQUENDAMA INTER • CONTINENTAL**  
**40 AÑOS DE TRADICION Y EXCELENCIA.**

En los que hemos brindado la mejor atención y los mejores servicios.  
40 Años ofreciendo las más cómodas y confortables habitaciones,  
variados restaurantes, amplios salones y las facilidades y atenciones  
para cualquier evento.

**HOTEL TEQUENDAMA INTER • CONTINENTAL**  
**EL HOTEL DE 5 ESTRELLAS DESDE SUS CIMIENTOS, CON**  
**CLASE Y TRADICION EN PERMANENTE RENOVACION.**



# NOTA

# DEL EDITOR

## Cusiana: ¿Una gran alternativa?

**P**ara un mortal ordinario, ignorante de los arcanos de la economía, el debate que en las semanas pasadas llenó las páginas de los periódicos respecto a la manera como se deben utilizar los recursos que generará el petróleo de Cusiana, puede parecer, más que extraño, rayano en lo absurdo. La impresión que la lectura de tan doctos documentos deja en el lector es la de que el descubrimiento de los riquísimos pozos es más bien una maldición del cielo, que no producirá sino un levisimo incremento adicional de la tasa de crecimiento económico en los primeros años y que conducirá inexorablemente a una disminución de ésta en el mediano plazo. Increíble pero cierto, en el país del Sagrado Corazón, ¡descubrir un tesoro es la mejor manera de empobrecerse! En resumidas cuentas, si no estuvieran de por medio los compromisos adquiridos con las multinacionales, sería mejor cerrar los dichos yacimientos, pidiendo humildemente disculpas por haberlos descubierto.

¿Cómo habrán hecho los países árabes en los cuales los ciudadanos gozan -ingenuamente pensamos que gracias al petróleo (¿o será más bien vendiendo dátiles?)- de educación, salud y a veces de vivienda, totalmente gratuitas? ¿O, sin ir tan lejos, México y Venezuela que, a pesar de una situación económica a veces inestable, poseen una infraestructura vial, portuaria y de servicios infinitamente superior a la nuestra y un ingreso per cápita casi el doble del de los colombianos? Vale la pena que nuestros sabios economistas se formulen esas preguntas y que den prueba de imaginación buscando soluciones -un poco más originales que la de pagar la

deuda externa o abrir una cuenta de ahorros en un banco suizo- a la difícil tarea de manejar la bonanza, sin dejarla caer en las manos ávidas de la corrupción, que siempre sabrá que hacer con ella.

En lo que sigue, queremos aportar un modesto grano de arena para aliviar los insomnios de los candidatos a la sucesión del doctor Hommes, para quienes Cusiana constituye el más molesto de los temas.

¿Por qué no transformar a Cusiana en nuestra gran alternativa? Los colombianos precisamos herramientas urgentes para el mejoramiento de la calidad de vida. Para ello, la ciencia y la tecnología, factores fundamentales de progreso, deben constituirse en prioridad nacional, y para el logro de esta meta es indispensable, antes que todo, hacer el máximo esfuerzo para brindar la mejor educación a nuestra juventud desde sus primeros años.

Sobra repetir que, dentro de un proceso de apertura económica como el que está viviendo nuestro país en este momento, la única manera de alcanzar un buen nivel de competitividad es modernizar el sector productivo, importando primero, y desarrollando luego, una tecnología adecuada a sus necesidades. Para alcanzar ese resultado, es indispensable consolidar de manera acelerada la base científica y tecnológica del país. Sin querer negar los esfuerzos adelantados por los últimos gobiernos para tal fin, podemos afirmar que nunca ha existido una auténtica voluntad política en esa dirección, que parta de la convicción de que la ciencia y la tecnología deben constituirse en una prioridad para el futuro nacional. Si bien la inversión anual en

ciencia y tecnología ha pasado últimamente del vergonzoso 0,1% del PIB que nos atribuían las estadísticas oficiales en 1982, a algo más de 0,5% según los datos publicados recientemente respecto del presupuesto nacional, estamos aún muy lejos del 3% que invierten los países industrializados y del 5% a que aspiran llegar Corea y los otros "tigres" del sudeste asiático. ¿Por qué no, aprovechando la famosa bonanza, proponernos para Colombia alcanzar el 1% en 1995 y el 2% al finalizar la década? Y no es que estemos hablando de sumas astronómicas, sobre todo si pensamos que se trata de una auténtica inversión para el mañana. Basándonos en las cifras actuales, el primero de los valores propuestos equivale a menos de 450 millones de dólares y el segundo a unos 1200, suponiendo un crecimiento sostenido del PIB en los próximos años. Esas cifras, muy inferiores a lo que cuesta, por ejemplo, una represa, no pueden conducir a una catástrofe inflacionaria, dado que en su gran mayoría serían invertidas en el exterior.

Entre las muchas sugerencias que cabe formular a ese respecto, una de las más importantes es, sin duda, la de financiar la formación de investigadores al más alto nivel. Por qué no concebir un programa de becas para postgrado, similar al plan Gran Mariscal de Ayacucho que hace algunos años puso en marcha Venezuela, que tenga el objetivo de capacitar en el exterior a miles de investigadores y no a algunos cientos como lo están haciendo hoy con gran esfuerzo Colciencias y Colfuturo. Cuán ridículas resultan desde ese enfoque las críticas que a esta última entidad han hecho nuestros Savonarolas criollos, indignados porque se otorgan becas para hacer doctorados en musicología o en arqueología, olvidando que el cultivo de esas ciencias hace parte de la cultura de un país y que el desarrollo se debe concebir como un conjunto. Por tratarse en su mayoría de becas para el exterior, es evidente que los dineros invertidos de esta forma no ingresarían al país y no tendrían por ello ningún efecto inflacionario.

**La ciencia y la tecnología  
deben constituirse en  
prioridad nacional, y  
para ello es indispensable,  
ante todo, brindar la  
mejor educación  
a nuestra juventud.**

---

La otra acción urgente que se debe emprender es la de la consolidación de la infraestructura científica y tecnológica del país. Es vital, en efecto, crear centros sectoriales de investigación y desarrollo, que brinden a la industria y al sector productivo en general el apoyo tecnológico que requieren. Para que esas entidades puedan desempeñar exitosamente su labor, es indispensable realizar una gran inversión en equipo científico que en su gran mayoría deberá ser importado. A la par con ello, se deberá reforzar la infraestructura universitaria, dotando a nuestros centros de educación superior de verdaderos laboratorios de docencia y apoyando intensamente la investigación básica y aplicada que en ellos se lleva a cabo. Una vez más, gran parte de la inversión se deberá hacer en el extranjero, sin ningún efecto inflacionario.

Es posible, por último, plantear un apoyo directo al sector productivo, tanto para la compra de tecnología como para la modernización de sus equipos y sistemas y el desarrollo de sus programas de investigación.

Las propuestas aquí formuladas no son sino algunas entre muchas que se pueden hacer y que deben plantearse de manera sistemática y completa. Ojalá que los candidatos presidenciales constituyan equipos de trabajo para la formulación de planes serios de desarrollo científico y tecnológico, que incluyan evidentemente el tema fi-

nanciero que hoy hemos apenas esbozado.

Parece que se nos presenta al fin una oportunidad de quitarnos de encima el complejo de país pobre que tan frecuentemente muestran nuestros dirigentes, cada vez que alguien trata de hacer algo en grande, y que no es sino el resultado de su incapacidad para administrar adecuadamente una nación de una riqueza tan fabulosa como la de Colombia.

A ello esperamos contribuir con la serie de artículos que iniciamos en este número.

EDUARDO POSADA F.  
NOHORA ELIZABETH HOYOS T.

## ENFRIADORES POR CIRCULACION NESLAB

**S**i usted requiere enfriamiento para sus instrumentos analíticos y de proceso, ya no necesita utilizar agua de la llave. La nueva línea de NESLAB serie CFT, de enfriadores por recirculación, reemplazán métodos obsoletos de enfriamiento, en forma confiable y económica.

### Características sobresalientes:

- ▶ Refrigerante R-134A no daña la capa protectora de ozono.
- ▶ Especificaciones de seguridad IEC - TUV.
- ▶ Para trabajo continuo, una derivación del gas caliente, evita el ciclo de arranque y parada del compresor.
- ▶ Bombas de calidad industrial para recirculación continua.
- ▶ Compresores herméticos de larga vida, sin problemas de mantenimiento.
- ▶ Control de temperatura análogo o digital.



Diseño compacto, utiliza mínima parte del espacio.



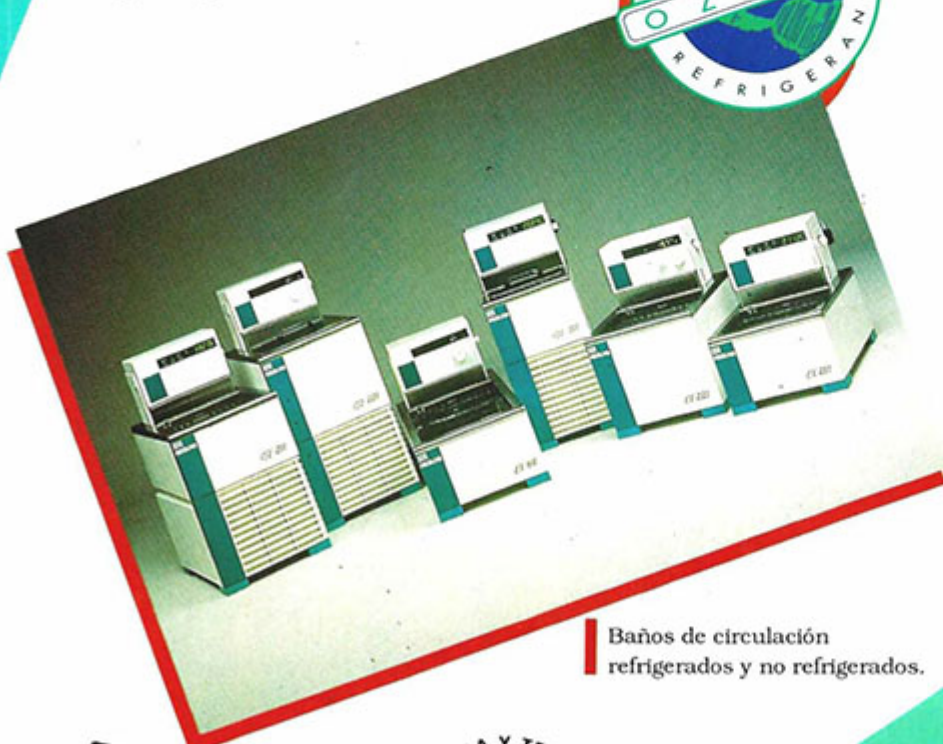
## NUESTROS BAÑOS REFRIGERADOS NO UTILIZAN CFC

**O**frecesmos el mejor sistema, con refrigerantes que no dañan la capa de ozono.

Surtido completo de baños de circulación de temperatura constante:

- ▶ Refrigerados
- ▶ De Alta Temperatura

Diseñados para aplicaciones clínicas y analíticas.



Baños de circulación refrigerados y no refrigerados.

**Cienytec**

Ltda.



# MENSAJES

Para Innovación y Ciencia

Por medio de la presente deseo hacerle llegar a Ud. y al Comité Editorial sinceras felicitaciones por el acierto y la calidad que han logrado en la revista INNOVACION Y CIENCIA.

Reciba mis sentimientos de gratitud y aprecio.

**ANGELA CHAPARRO DE BARRERA**  
Dpto. de Biología - Universidad Nacional

La A.C.A.C. ha acertado con la publicación de INNOVACION Y CIENCIA, cuyo contenido y la seriedad de sus artículos están a un nivel excelente frente a publicaciones similares de carácter internacional.

La comunidad académica de la Corporación Universitaria de Manizales quiere expresar su complacencia al saber que está llenando un vacío nacional que requiere de apoyo para su permanencia; por eso, desde acá deseamos los mejores éxitos y reiteramos nuestro anhelo de participar con ustedes en tan loable labor.

Cordialmente,

**LUIS FERNANDO RODRIGUEZ LOPEZ**  
Director Unidad de Información  
Corporación Autónoma de Manizales

Muy agradecida acuso recibo de su valiosa revista INNOVACION Y CIENCIA, la cual se constituye en una herramienta de trabajo para nuestro colegio.

Atentamente,

**MARTHA LUCIA ARISTIZABAL DE ORDOÑEZ**  
Rectora Colegio Departamental Jiménez de Quesada  
Armero-Guayabal

Deseo agradecer el recibo del tercer número de su revista INNOVACION Y CIENCIA, a la vez que felicitarlos por la excelente calidad gráfica de la publicación así como su valioso contenido.

Considero un orgullo para Colombia contar con una publicación de esta clase para dar a conocer los trabajos de científicos nacionales y extranjeros, lo que garantiza una buena interacción con el medio externo.

**JAIME PINZON LOPEZ**  
Embajador de Colombia en Perú

Me permito felicitarles por el esfuerzo que realizan para ofrecer a los investigadores colombianos la oportunidad de hacer conocer sus trabajos, no solamente en el país sino también en el extranjero.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarles con la más distinguida consideración.

**SERGIO MEJIA DUQUE**  
Embajador de Colombia en Paraguay

Esta importante publicación, muy bien editada a todo color, indudablemente estimulará la investigación y el conocimiento científico y deberá favorecer el avance tecnológico de Colombia para el siglo XXI.

Hago llegar felicitaciones a ustedes por este logro y auguro para la Revista muchos números de edición y para sus lectores un interesante conocimiento, presentado en términos accesibles en general, sin menoscabar el rigor científico.

Muy cordialmente,

**LUIS PRIETO OCAMPO**  
Embajador de Colombia en Gran Bretaña

Con especial complacencia he leído la última revista de la Asociación Científica bajo su digno cargo, ejemplar de cortesía No. 2, Vol. II, que deja grata impresión al lector, no sólo por el contenido sino también por su calidad editorial.

Hago eco de los votos formulados por el señor presidente César Gaviria Trujillo por el buen éxito en esta patriótica labor que merece el apoyo de la intelectualidad colombiana.

Cordialmente,

**CESAR PARDO VILLALBA**  
Embajador de Colombia en Rumania

# CAMBIE SU PUNTO DE VISTA Y PAGUELO EN CINCO AÑOS



¿Y usted hacia donde ve?  
Hacia un tumulto de gente.  
Hacia una calle inundada.  
Hacia una humareda de contaminación.  
Hacia un carro viejo que todos los días tiene que empujar.  
Hacia un garaje desocupado porque su esposa o sus hijos se han llevado el carro.

Qué mal está viendo, y esto no lo cura un oftalmólogo. Esto lo soluciona el Banco Popular con Credivehículo. Un nuevo servicio que le presta para carro particular nuevo o usado hasta por 5 años. ¿Ahora ya lo ve mejor? CREDIVEHICULO del Banco Popular. Cambia su punto de vista.



**PREGUNTE POR CREDIVEHICULO**

# El desafío del sida

**E**n 1980 el profesor Luc Montagnier, actual director del Departamento de Investigación del Sida en el Instituto Louis Pasteur, aisló y caracterizó el virus de la inmunodeficiencia humana, VIH. Trece años después, la enfermedad es noticia permanente y tema obligado de los medios de comunicación masiva, sin que por ello pueda pensarse que su importancia está siendo exagerada.

En un periodo altamente contradictorio de nuestra historia, en el que se piensa en términos de gestión planetaria y se persigue abiertamente el ideal de una sociedad mundial, al tiempo que se asiste a un renacer de nacionalismos y conflictos étnicos, el sida es tal vez la única cuestión que concierne a prácticamente todos los grupos humanos, independientemente de su grado de desarrollo y del tipo de intereses políticos y económicos en juego.

Es evidente que el síndrome de inmunodeficiencia adquirida representa una amenaza de tal magnitud que sólo puede ser conjurada mediante el esfuerzo conjunto de los individuos, los profesionales de la medicina, la comunidad científica internacional, el sector educativo, la industria farmacéutica y los gobiernos del mundo. Que dicho esfuerzo ya está en marcha lo demuestra fácilmente una revisión rápida de diversas publicaciones, especializadas o no.

Tomemos por ejemplo el caso de la investigación científica. Sin mini-

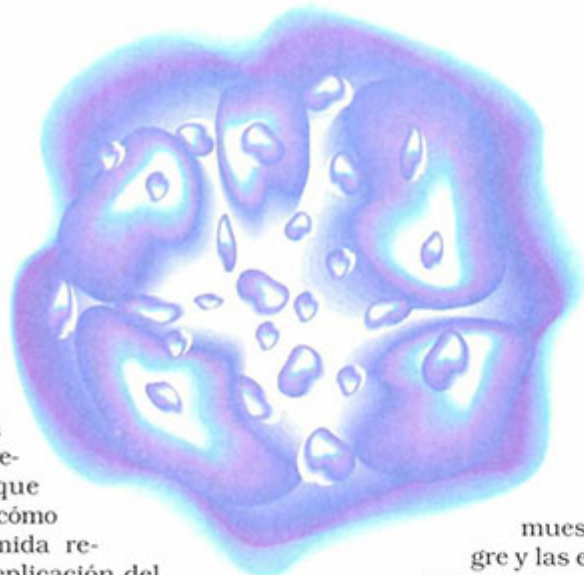
mizar el valor de la estrategia utilizada hasta la fecha, la cual permitió caracterizar el VIH, determinar la secuencia de su genoma, identificar posibles objetivos de intervención terapéutica y desarrollar terapias antivirales, numerosos investigadores han empezado a buscar nuevas aproximaciones.

El profesor Montagnier ha planteado preguntas hasta ahora no resueltas en forma satisfactoria: ¿la infección se originó, con toda certeza, en una zona de Africa, o ha existido por años en distintas regiones del mun-

do en forma no epidémica? Y, de ser correcto esto último, ¿qué ocasionó la epidemia? ¿Qué tanto se ha profundizado en la "variabilidad genética" del virus, en su capacidad de modificar los rasgos característicos de su cubierta proteinica? ¿Cómo se explica que después del contagio y de la manifestación inicial del virus en la sangre, acompañada de una reducción transitoria de la función inmunológica, éste se refugie en otras partes del cuerpo y el portador pueda parecer sano por diez o más años hasta que "súbitamente" su recuento de células CD4 desciende y surgen las infecciones oportunistas? En su búsqueda de respuestas, Montagnier ha escogido una línea de investigación que considera especialmente interesante: la posible existencia de otros agentes patógenos y de cofactores involucrados en la transformación que convierte una infección latente, con el VIH, en la enfermedad más amenazadora del siglo.

Por su parte, los laboratorios farmacéuticos no se limitan en la actualidad a realizar un intenso trabajo con posibles vacunas y sus correspondientes pruebas clínicas a gran escala, sino que además financian estudios que plantean a su vez nuevas posibilidades de investigación. En julio pasado, la compañía Celgene, en colaboración con la Universidad Rockefeller, presentó a la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos los

**Están involucrados otros agentes patógenos y cofactores en la transformación que convierte una infección latente, con el VIH, en la enfermedad más amenazadora del siglo.**



resultados de un estudio preliminar que muestra cómo la talidomida reduce la replicación del VIH-1 en células mononucleares de sangre periférica de pacientes y en líneas celulares de cultivo.

El análisis del estado de cosas en el campo de acción de los profesionales de la salud también revela aspectos novedosos y sorprendentes. De la acción terapéutica, centrada en cuestiones tales como la conveniencia de tratar pacientes asintomáticos con el antiviral zidovudina, unida a la validez del recuento de células CD4 como indicador del efecto de la administración del medicamento, se ha pasado al terreno de una reglamentación de la práctica médica más acorde con las circunstancias y una mayor protección de los profesionales en el plano laboral. El doctor Kenneth Calman, ministro de Salud del gobierno británico, presentó en abril las nuevas directrices gubernamentales. Dichas directrices establecen claramente que, si bien los trabajadores de la salud que temen haber sido contagiados deben someterse a pruebas de control, sus empleadores tienen la obligación de respetar el carácter confidencial de los resultados -incluso si el trabajador muere-, a menos que la persona consienta en que se conozca públicamente su situación. Sin embargo, si se prohíbe a los profesionales contagiados tomar parte en procedimientos invasivos tales como operaciones quirúrgicas, intervención en partos y extracción de piezas dentales; no se incluyen la toma de

muestras de sangre y las endoscopias.

Los cirujanos, comadronas y otros trabajadores que no pueden continuar su ocupación a causa de esta restricción serán reentrenados o, si su caso lo permite, pensionados.

Las medidas tomadas por el gobierno inglés constituyen un buen ejemplo del tipo de repercusiones insospechadas, no necesariamente negativas, de una movilización social como la promovida por la necesidad de encontrar soluciones para un problema que podría poner en jaque nuestra supervivencia.

Cabe preguntarse si la gran lección que debemos aprender del síndrome de inmunodeficiencia adquirida no es otra que la ya conocida realidad: las inmensas posibilidades de la tecnología no bastan por sí solas, si no van asociadas a la capacidad de respuesta y creatividad del pensamiento humano, ante los grandes retos que se le plantean a nuestra especie.

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

## El espectro del sida

De 10 a 12 millones de personas, a nivel mundial, son portadoras del VIH.

El 80% de los casos registrados corresponde a países en desarrollo; la proyección para el año 2000 prevé el 90%.

Se calcula que para el año 2000 el número de personas infectadas será de 30 a 40 millones.

El sida es en la actualidad la mayor causa de mortalidad entre individuos de 20 a 40 años en Europa, Norteamérica y Australasia.

En una zona rural de Uganda más del 50% de la mortalidad total y un 80-90% de las muertes de individuos entre 13 y 44 años se debe a la infección por VIH.

El total acumulado de casos de sida que se estima para Latinoamérica en 1995 es de 1.407.500, y el de muertes causadas por la enfermedad, 417.500.

El costo del tratamiento requerido por los pacientes enfermos de sida en los Estados Unidos en 1991 fue estimado en 5800 millones de dólares.

# Hallazgos prehistóricos en bosque húmedo tropical

Las excavaciones arqueológicas realizadas en el sitio Peña Roja, medio río Caquetá, Amazonia colombiana, han permitido localizar una ocupación fechada hace 9000 años aproximadamente. El yacimiento se ubica a 170 m.s.n.m. en una terraza baja no inundable. Análisis palinológicos que permiten determinar la flora y por ende el clima de las inmediaciones del sitio, demuestran que desde finales del pleistoceno y durante el holoceno la región permaneció cubierta de vegetación de bosque húmedo tropical, lo cual refuta las teorías sobre la imposibilidad de ocupaciones tempranas en este tipo de ecosistema.

La industria lítica de implementos en roca, de tales estratos precerámicos, se caracteriza por artefactos elaborados en pequeños cantos rodados por percusión directa y técnica bipolar, siendo usados para raspar, así como para cortar y/o perforar. Los implementos están hechos en roca chert, y en menor proporción en cuarzo. Es relevante la presencia de instrumentos de molienda: bases en forma de placas alisadas y molinos, y manos de moler. Igualmente se encontraron hachas o azadas en roca diabasa. Están ausentes los instrumentos con desbastamiento bifacial.

Los restos botánicos carbonizados se han podido identificar en un 68%, correspondientes a la familia *Palmae* (palmáceas). Se hallaron los siguientes tipos de palmas alimenticias: *Mauritia flexuosa* y *Maximiliana maripa*, así como tres especies de

*Astrocaryum*: *A. sciophilum*, *A. aculeatum* y *A. javari*. El género *Oenocarpus* está representado por las tres especies que se encuentran en la zona: *O. bataua*, *O. bacaba* y *O. mapora*.

Algunos autores han postulado que la escasez de proteínas o carbohidratos es una limitante para la ocupación humana en el bosque húmedo tropical sin un sustento derivado de la agricultura. Sin embargo, de los vestigios recuperados se infiere la existencia de una estrategia de economía mixta que les permitió aprovechar proteínas animales y vegetales, así como carbohidratos provenientes de palmas.

La perspectiva temporal que provee la identificación de una ocupación humana tan antigua en la cuenca amazónica, es un elemento importante para entender los procesos locales de desarrollo, especialmente en lo relativo al manejo de plantas. Estos procesos han llevado a una integración hombre-medio muy elaborada, que implica un amplio y profundo conocimiento de las relaciones ecológicas. Esta comprensión ha sido la forma mediante la cual el hombre ha podido modificar o aprovechar tales condiciones en su beneficio; también durante este tiempo los procesos evolutivos han actuado sobre el hombre, llegando incluso a hablarse de una coevolución entre el hombre y las plantas.

Las investigaciones básicas para llegar a estos resultados han sido adelantadas por el grupo de trabajo de la Fundación Erigale, con el apoyo financiero de la Fundación Tropenbos-Colombia, Colciencias y la Fundación Heinz.



Figura. Vista de la excavación realizada en el sitio Peña Roja, Amazonia colombiana. En el recuadro pueden observarse algunas muestras líticas encontradas.

**Camilo Rodríguez**  
**Luisa Fernanda Herrera**  
Fundación Erigale



TRAJE DE SPORT  
MAZDA ASTINA



TRAJE DE CALLE  
MAZDA ASTINA



TRAJE DE DIA  
MAZDA ASTINA



TRAJE DE NOCHE  
MAZDA ASTINA



TRAJE DE FIESTA  
MAZDA ASTINA



TRAJE DE BAÑO  
MAZDA ASTINA

# LUZCALO.

Cualquiera que sea la ocasión, luzca un Mazda Astina.  
El Automóvil que lo hace sentir bien donde usted vaya.  
Motor 1.600 c.c. 16 Válvulas. Dirección Hidráulica. Aire  
Acondicionado. Spoiler Trasero con Tercer Stop Incorporado.  
Farolas Delanteras Retráctiles. Vidrios y Espejos Eléctricos.  
Bloqueo Central y Equipo de Sonido.

MAZDA  
IMPORTADO POR  
MAZDA

**mazda**  
COMPANIA COLOMBIANA AUTOMOTRIZ S.A.

# Colisiones en el espacio

**A pesar de ser casi siempre destructivas, las colisiones constituyen un método valioso para estudiar la naturaleza**

**L**as colisiones entre objetos tienen normalmente efectos destructivos. Cuando de objetos celestes se trata, los efectos de tales choques pueden ser verdaderos cataclismos. Sabemos que muchos cráteres que observamos en planetas y satélites fueron originados por el impacto de meteoritos o de cometas. Nuestra Tierra ha recibido tales impactos y se cree que uno de ellos pudo haber producido, entre otras consecuencias, la extinción de los dinosaurios hace unos 65 millones de años.

A partir de las huellas que dejan los choques, es posible obtener información acerca de los objetos que colisionan, y esto es válido para choques de automóviles, de objetos celestes o de partículas elementales. No es raro entonces que a pesar de ser casi siempre destructivas, las colisiones constituyan un método valioso para estudiar la naturaleza.

Recientemente, el 10 de abril del presente año, un equipo de científicos japoneses decidió golpear la Luna, deliberadamente, utilizando para ello un satélite artificial que ya había cumplido su "vida útil" y que hubiera podido dejarse escapar del sistema solar; el satélite cayó sobre la Luna a una velocidad cercana a los 9000 kilómetros por hora. Aunque no se divulgó información muy precisa y anticipada sobre el experimento, se espera que del conocimiento de las condiciones previas y posteriores al impacto, podrá derivarse información útil sobre la Luna, aunque sea necesario esperar que futuras misiones observen el lugar del choque. Una ventaja notoria de este tipo de colisión es el conocimiento que se tiene sobre la velocidad, la masa y otras características del satélite artificial utilizado, justo antes del impacto. Además, la posibilidad de observar directamente,

con telescopios, un golpe de estas características, le da al experimento un carácter extraordinario.

En contraste con el caso anterior, el impacto que ocurrirá en Júpiter en julio del próximo año, tiene ya a muchos interesados haciendo preparativos para su observación y estudio. Se trata del cometa Shoemaker-Levy, así llamado en honor a sus descubridores, que pasó tan cerca del gran planeta el año anterior, que debido al tirón gravitacional ejercido sobre él, ha sido fraccionado en por lo menos veinte pedazos y su trayectoria modificada de manera que chocará con Júpiter alrededor del 21 de julio de 1994.



# cio

según indican los cálculos ya realizados.

Comparada con la colisión del satélite contra la Luna, ésta del cometa contra Júpiter será supremamente mayor y puede convertirse en un verdadero espectáculo para los observadores. No sólo la masa del cometa es muchísimo mayor que la del satélite artificial, sino también su velocidad, que se estima en 216.000 kilómetros por hora antes del impacto. Con tan altas energías involucradas, los efectos de una colisión como ésta serían comparables con los de una explosión de varios billones de toneladas de TNT. Algo dramático. Sin embargo, la

magnitud del espectáculo depende bastante del tamaño que tengan los fragmentos del cometa antes del choque. Según las observaciones realizadas, se calcula que el diámetro del fragmento mayor puede ser de unos 5 kilómetros, lo cual hace esperar efectos extraordinarios. Por ahora, parece necesario esperar observaciones más precisas del cometa, que podrían hacerse a comienzos del año próximo cuando el telescopio espacial Hubble sea reparado (**Innovación y Ciencia**, Vol.

*Figura. A partir de la información previa y posterior al choque, se espera aumentar nuestros conocimientos sobre los planetas y cometas.*

## Daños que pueden ocasionar los asteroides a la Tierra

Jack Hills, científico de Alamos National Observatory, en sus investigaciones sobre los daños que pueden causar los meteoritos o escombros de cuerpos celestes al chocar con la Tierra, ha llegado a las siguientes conclusiones: durante su paso por la atmósfera y su choque contra la superficie, los trozos de material estelar del tamaño de un campo de fútbol pueden producir incendios forestales, tsunamis si caen en el mar y ondas de aire lo suficientemente fuertes para causar grandes daños. Millones de asteroides del tamaño indicado pululan y viajan a través del sistema solar cruzando la órbita terrestre. Según Hills, cada siglo o cada dos siglos aproximadamente uno de ellos golpea la Tierra. El último lo hizo en 1908 en Tunguska (Siberia), arrasando 2500 kilómetros cuadrados de bosques (más de dos veces el área de la Sabana de Bogotá); carbonizó árboles hasta 90 km del punto de impacto. La enorme energía desprendida por el choque y fragmentación de esos cuerpos causa destrucción, lo mismo que las ondas generadas en su descenso a través de la atmósfera. Los incendios forestales son causados por la intensa estampida de luz semejante a la de los cometas. Después del contacto con la atmósfera, una ráfaga de radiación se manifiesta como un muro de aire que se mueve rápidamente como una onda explosiva y puede destruir edificios hasta varios kilómetros alrededor del punto de impacto.

Un meteorito del tamaño indicado, puede abrir un cráter de tres kilómetros de diámetro y producir un terremoto de magnitud 7.5, según el doctor Hills. Si cae en el océano, puede crear un cráter en el fondo y producir olas de 8 metros de altura, generando un tsunami que se desplazaría a la velocidad de un avión jet.

**Alberto Villegas Betancourt**

Instituto de Investigaciones en Geociencias,  
Minería y Química  
Geólogo Editor

II, No. 3, 42-48, 1993), y entonces sabríamos para qué clase de evento prepararnos.

Entre los instrumentos que se orientarán hacia Júpiter, con el fin de observar el impacto y sus efectos, están los telescopios de los aficionados, algunos grandes telescopios terrestres y orbitales, y las cámaras de por lo menos tres naves interplanetarias que viajan ya por el sistema solar, con diferentes destinos, pero que nos permitirán aprovechar su posición e instrumentos para tener

una visión complementaria del suceso. Aquí, nuevamente, a partir de la información previa y posterior al choque, se espera aumentar nuestros conocimientos sobre los planetas, incluida nuestra Tierra, y sobre los cometas. Estemos atentos.

**Dario Rodríguez**

Depto. de Física,  
Universidad Nacional  
Santafé de Bogotá, D.C.

# Un material extraordinario



**M**aurice Ward, un peluquero inglés retirado y dedicado a reciclar plásticos, puede haber realizado el descubrimiento más importante en ciencia de materiales desde la invención del plástico por John Hyatt en 1869.

Ese material, que Ward denomina Starlite, posee en efecto propiedades asombrosas que hasta ahora no ha sido posible explicar. La más notable es sin duda su increíble resistencia a las altas temperaturas: sometido en un laboratorio militar inglés al bombardeo de láseres de potencia capaces de producir temperaturas locales de más de 10.000°C, el Starlite no sufrió ningún daño detectable.

Este resultado no hizo sino confirmar el anuncio hecho por Ward en 1989 de que había desarrollado un material plástico resistente a la llama de un soplete de acetileno. Para apreciar mejor el alcance de este descubrimiento, baste recordar que los metales más resistentes, como el tungsteno, se evaporan a un poco más de 3000°C y el carbono a 3500°C.

Las pruebas a que ha sido sometido el material en diversos laboratorios ingleses y norteamericanos, muestran claramente que se trata de una innovación real, con un enorme potencial de aplicación, por ejemplo en revestimientos para cohetes militares o naves espaciales, en aislamientos térmi-

cos o en protecciones contra el fuego.

Tanto la investigación sobre el Starlite para tratar de comprender sus propiedades, como el comienzo de su producción comercial, se han visto restringidos por el temor manifestado por Ward de que alguien pueda robar su invento. Es por ello que ninguna de las numerosas compañías interesadas ha logrado ofrecer a Ward condiciones que le satisfagan plenamente, privando así a la industria de uno de los materiales más revolucionarios que se conozcan.

**Eduardo Posada F.**  
Director Centro Internacional de Física

# SCHOTT COLOMBIANA S. A.



## *30 años de presencia en Colombia*

### VIDRIOS ESPECIALES PARA:

- Laboratorios de Control de Calidad en Industria Alimentaria, Farmacéutica, Química, etc.
- Balones reactores para procesos.
- Recipientes de gran volumen para proceso y depósito.
- Laboratorio clínico.

### EQUIPOS PARA ELECTROANALITICA

- PH-metros, O<sub>2</sub>-metros, Conductómetros.
- Tituladores Automáticos.
- Viscosímetros automáticos.
- Buretas electrónicas.
- Electrodo.

### AYUDAS PARA LABORATORIO

- Dispensadores, Pipeteadores, Transferpipetas.

### FILTRACION POR MEMBRANA PAPELES DE FILTRO

### APARATOS PARA LABORATORIO

- Bombas de vacío.
- Destiladores.
- Centrifugas.
- Incubadoras.
- Hornos.
- Agitadores Magnéticos.
- Baños de Ultrasonido.



**SCHOTT  
COLOMBIANA**

SCHOTT COLOMBIANA S.A.  
Avenida 22 No 39-71  
A.A. 13252  
conmutador 3350100  
fax 2690928  
Santafé de Bogotá, D.C.

# CUSIAN

A low-angle photograph of an oil rig against a blue sky with white clouds. In the foreground, several large, dark, cylindrical pipes are stacked, their circular openings facing the viewer. The rig's complex metal structure, including a yellow crane hook, extends vertically on the right side of the frame.

**¿Una maldición?**



# A

Eduardo Chávez López  
Senador de la República

## Introducción

La discusión sobre la propiedad de Cusiana, el yacimiento petrolero más grande en la historia del país, nos ha involucrado en otra reflexión de carácter económico, que tiene que ver con el futuro de nuestra nación.

Afortunadamente estamos a punto de lograr que se defina de una vez por todas que el petróleo y el subsuelo pertenecen a la nación colombiana.

Pues bien, la declaratoria de comercialidad del contrato de asociación de Santiago de las Atalayas (Cusiana), volvió a centrar la atención sobre la política petrolera. Hace pocas semanas el Banco Mundial y Planeación Nacional promovieron un seminario sobre "Cusiana y la economía colombiana en los años noventa", con asistencia tanto del mundo académico como de los responsables de la política económica nacional.

Muchos esperábamos que hubiera una discusión global sobre la política petrolera, pero en realidad se discutieron algunos aspectos de la política macroeconómica en la perspectiva neoliberal vigente en la actualidad. "La política económica deberá ser neutra, es decir, no inducir directamente a los agentes económicos a tomar cierto tipo de decisiones sino propiciar cierto clima".

Por lo anterior, sólo las fuerzas del mercado, es decir, las expectativas que los agentes particulares tengan del máximo beneficio, podrán propiciar cierto tipo de inversiones en el sector petrolero. El Estado es más bien un gendarme, un vigilante lejano de la economía.

La discusión se ha orientado fundamentalmente al análisis de las repercusiones que para la tasa de cambio tendrá la incorporación de considerable cantidad de dólares provenientes del petróleo. Se avanzaron cifras

sobre la magnitud del fenómeno; desde un 30% en 6 años, según algunos ejercicios de Fedesarrollo, hasta cifras más pequeñas, el 6%, en otra estimación hecha por Planeación Nacional.

La revaluación rápida de la tasa de cambio, en una economía abierta en la cual sólo interviene el mercado, trae sin duda efectos de reasignación de los recursos privados de inversión hacia los sectores que no tienen mucha competencia externa, es decir hacia la especulación o hacia el exterior; lo anterior se explica en la medida en que la revaluación hace más baratos ciertos bienes importados, y más caros en el mercado internacional otros productos locales, siendo el resultado un retroceso o quiebra completa de sectores productivos de reciente reorientación o implantación. La literatura técnica habla de la "enfermedad holandesa" para referirse a tales problemás. El petróleo será entonces un "regalo envenenado" de la naturaleza, pues sus efectos serán devastadores para la sociedad colombiana.

En una economía donde el consumo de bienes manufacturados por habitante se mantiene virtualmente estancado desde hace más de una década debido a la inequitativa distribución del ingreso, la desaparición del mercado exterior sería fatal. El punto con que concluye tal diagnóstico sólo puede ser uno: hay que "esterilizar" el dinero en cuentas externas, para que la sociedad se gaste la renta petrolera sólo hasta el siglo entrante. Todo parece indicar, según esto, que estamos más bien ante la propuesta de un avaro premoderno que de los responsables de la política económica para liderar la modernización del Estado y de la sociedad colombiana.

Una tesis del mismo estilo es la política de "inversión extranjera" en el desarrollo de parte del proyecto, para no monetizar las divisas y de hecho remitirlas al exterior, como aconseja la macroeconomía, y no revaluar la tasa de cambio. Es decir, no invirtamos para no llenarnos de plata; y que sean otros los que inviertan. La propuesta no es menos absurda y raya en la estupidez (¡me niego a pensar que exista una intención dolosa!).

En efecto, en documento que hizo circular Planeación Nacional sobre la "Balanza de pagos de Cusiana", en el rubro "egresos", "renta de capital" para el periodo 1993-2005, la suma de tales egresos sube a más de US\$ 12.431 MM. Este concepto "incluye las cuotas de leasing para financiar la inversión en



transporte", según reza la nota 3 del mencionado documento. Ahora bien, como el endeudamiento neto del sector oficial en el rubro "capital de largo plazo" apenas sube a US\$ 165.8 MM, quiere ello decir que no habrá inversión por préstamos de Ecopetrol. La parte de "importaciones, transporte" llega a los US\$ 1173 MM, es decir, a la mitad de lo que se había indicado que costaba el oleoducto; según esto la inversión extranjera en el transporte corresponde a las cifras iniciales. La conclusión es que Planeación Nacional estima mejor girar al exterior por arriendo financiero de activos más de US\$ 12.000 MM en el estratégico sector monopolizado del transporte. Recordemos que una tarifa monopólica puede aniquilar cualquier utilidad y otorgarle la renta del suelo al monopolista del transporte; de hecho, por una actividad de construcción que no vale más de US\$ 1200 MM para el socio extranjero y unos costos de operación que no pueden ascender a más de un dólar por barril, como es el costo actual para Caño Limón, lo que dará un total adicional de US\$ 1200 MM en inversión y costos, se estarán entregando más de US\$ 10.000 MM adicionales, que reducen la renta petrolera local, si partimos de los cálculos de algunos investigadores que hablan de unas



**Cusiana, el yacimiento petrolero más grande en la historia del país.**

utilidades totales de US\$ 16.000 MM, con lo cual estaremos reduciendo en más de un 67% la totalidad de los ingresos nacionales para dar participación al capital privado o para no revaluar la tasa de cambio, cuando el capital privado puede participar de un diseño global y existen otras formas de enfrentar la revaluación.

Una alternativa, sin duda más razonable, es invertir directamente desde Ecopetrol unos US\$ 1200 MM, aunque sea prestando en el superavitario mercado financiero internacional (la tasa de interés, para los bonos colocados por Ecopetrol hace un mes no subía al 7.5% anual), sabiendo que habrá un déficit de tesorería de unos US\$ 1200 MM entre 1994 y 1996 para luego liquidar un superávit en 1997.

### Otro enfoque: rediseñar la política petrolera y económica

El punto de partida para las propuestas mencionadas en el seminario y también en los medios de comunicación, ha sido muy precario, ya que nos encontramos ante una "bonanza", es decir, una situación completamente atípica, como las bonanzas del café por motivos coyunturales. Una propuesta alternativa parte de considerar que si bien estamos ante una economía que se abre racional-

mente, el Estado interviene activa y conscientemente y no es sólo el mercado el supremo rector de la política económica. El Estado promueve directamente la productividad con medidas definidas y concertadas ante las ventajas que tiene o puede adquirir la estructura económica local. Mediante acciones conscientes complementa y orienta la inversión y el ahorro privado que no tiene capacidad de planeación a largo plazo, dado que siempre espera obtener rendimientos inmediatos; se afirma en la creación y ampliación del mercado interior, base indiscutible de cualquier proceso de apertura "virtuosa", como se constata en los procesos asiáticos de industrialización reciente y en la mayoría de los modelos económicos que hoy se nos muestran como referencia.

La obtención de otra paridad de nuestra moneda obedece más a cambios estructurales y no a situaciones coyunturales; lo que debemos buscar es que la actividad exportadora en su conjunto se sitúe en otra dimensión donde podamos enfrentar los retos de un mundo interconectado e inmenso.

Es decir, debemos apuntar a otro horizonte y tener una mirada estratégica, de largo plazo: Colombia debe entrar en la economía petrolera mundial como un agente permanente y no como el beneficiario de una ocasional lotería. Debemos proponernos actuar para impulsar un cambio estructural en nuestra economía, pues tenemos una excelente coyuntura geológica que está repercutiendo en el medio petrolero mundial.

Estoy completamente de acuerdo con el señor presidente Gaviria cuando afirma que "Cusiana nos servirá para pensar en grande y para cambiarle positivamente la cara a Colombia y a la vida de millares de colombianos". También cuando dice que "es sano que estos temas hagan parte del debate público que Cusiana debe inspirar, y que la opinión tenga la oportunidad de informarse al respecto, de aprender y de decidir".

Pero ello implicará el diseño de una política económica y petrolera nacional, distinta a la de "vaca

**Colombia debe entrar en la economía petrolera mundial como un agente permanente y no como el beneficiario de una ocasional lotería.**



de leche", para los gobiernos que tuvieron la suerte de encontrarse la gallina de los huevos de oro como sucede actualmente.

Tal política deberá diseñarse en un gran consejo petrolero nacional, con participación de los gremios, los sindicatos, la academia, la tecnocracia, el estamento político, las entidades territoriales, el Gobierno, en fin, el país entero.

Cualquier decisión que se tome en materia petrolera afectará el desarrollo del país en todos sus aspectos. El esquema que traíamos no nos sirve para el inmediato futuro -que ya es presente-; son decisiones nacionales las que van a tomarse y ellas no pueden depender sólo del resorte del presidente.

Queda por sentado, como lo indicamos antes, que el tipo de acciones globales que se emprendan deberá orientarse de manera coordinada a incrementar la productividad de la economía nacional para reforzar la competitividad de conjunto y mantener estable el poder de compra de nuestra moneda. Tienen que realizarse inversiones en in-

vestigación y desarrollo científico y técnico para prolongar en el tiempo los incrementos en la productividad; tales inversiones tienen

que ser diferentes a los mezquinos y restringidos apoyos que hoy se brindan a la comunidad científica y académica nacional.

Se debe diseñar un plan de desarrollo sectorial industrial y petrolero (cuyo eje debe ser Ecopetrol), con políticas de inversión en explotación, refinación (segmento del mercado que apenas se abastece, con una capacidad ociosa del 0.4% de la demanda mundial, cuando llegó a tener el 15.1% en 1981), petroquímica (sector de gran desarrollo internacional) y contratación, acorde con la realidad mundial.

Las utilidades teóricas netas corrientes de Ecopetrol deben sobrepasar los US\$ 6400 MM en este contrato. Es decir, nuestra compañía petrolera podrá invertir en el sector al menos US\$ 278 MM anuales. Un plan de desarrollo de unos US\$ 5000 MM (del tipo descrito en la administración Chona en 1987, con inversiones totales de US\$ 4560 MM para el período 1988-1995) deberá diseñarse en el mediano plazo e incluir transporte, refinación, prospección, gas, etc. Incluso se pueden examinar nuevas actividades de asociación en refinación, petroquímica, distribución internacional, etc., con las multinacionales o compañías estatales vecinas, si se dispone de una cierta holgura financiera. Ahora bien, decíamos "utilidades teóricas", pues las estimaciones de Planeación Nacional reducen las utilidades de Ecopetrol a sólo US\$ 2282 MM, para ser consistentes con la mal llamada "política petrolera" en la que Ecopetrol es una mera fuente de fondos para el sector central y sus clientelas. Tenemos que dejar de exprimir a Ecopetrol y dejar de financiar con sus utilidades la ineficiencia y la corrupción de otros sectores estatales.

El monto de las regalías, según nuestros cálculos, será cuantioso, especialmente si se considera que de unos US\$ 2200 MM del total, unos US\$ 1300 MM quedarán en el departamento del Casanare y/o en el Corpes de la Orinoquia, la región menos poblada de la geografía nacional, aunque absolutamente olvidada.

La configuración final del proyecto de regalías determinará definitivamente las condiciones económicas de muchas regiones e incidirá de manera concluyente sobre la totalidad de la nación, siempre y cuando podamos ajustar su contenido al mandato constitucional, e incluir en él fuertes barreras ciudadanas a la voracidad clientelista. Esta es la tarea que asumimos desde el Congreso en su recta final.

**"Cusiana nos servirá  
para pensar en grande  
y para cambiarle  
positivamente la  
cara a Colombia  
y a la vida de millares  
de colombianos."**

El agua de un crudo  
se identifica así:



\* Normas ASTM D4377/D4928/E

Karl Fischer, método oficial\* para determinar  
humedad en crudos de petróleo

**Merck Colombia S.A.**  
Departamento de Reactivos

CRA. 05 No. 10-95  
TEL.: 2907855 FAX: 2628881  
SANTAFÉ DE BOGOTÁ, D.C.

CRA. 52 No. 72-159 P.2o.  
TELS.: 341186 - 350113  
BARRANQUILLA

AV. AMÉRICAS No. 21N-06 P.2o.  
TELS.: 070817 - 081250  
CALI

CRA. 80B No. 35-17  
TELS.: 2482969 - 2482949  
MEDELLÍN

# Redes neuronales

El hombre,  
inspirado  
en el cerebro,  
ha creado  
las redes  
neuronales  
artificiales



# artificiales

J. Alberto Delgado R.  
Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Universidad Nacional  
Santafé de Bogotá, D.C.

**E**l cerebro humano tiene muchas características deseables en un sistema artificial. Permite fallas: diariamente mueren neuronas sin que esto afecte su desempeño. Es flexible: se ajusta a nuevos ambientes por aprendizaje, no es necesario programarlo. Puede manejar información difusa. Es altamente paralelo, compacto y consume poca energía.

El hombre, inspirado en el cerebro (red neuronal biológica), ha creado las redes neuronales artificiales. Una red neuronal artificial es un modelo matemático altamente simplificado del cerebro. Esta red neuronal no ejecuta instrucciones como ocurre con un computador, por el contrario responde en paralelo a las entradas que recibe.

Debido al paralelismo, la red neuronal puede ponderar mucha información de manera simultánea. Su velocidad de respuesta es superior a la de un computador para ciertas tareas como el reconocimiento de imágenes.

El aspecto más importante de las redes neuronales es su capacidad de aprendizaje. **Las redes neuronales no se programan; se entrenan mediante la presentación de ejemplos**, esto permite explotar el conocimiento adquirido por experiencia.

Algunas aplicaciones de las redes neuronales son: reconocimiento de imágenes y voz, sistemas de diagnóstico, predicción de fenómenos climáticos, predicciones económicas, detección de explosivos, control de procesos industriales e identificación de objetivos militares.

Este artículo presenta los aspectos básicos de la computación neuronal (neurocómputo) con un modelo de red neuronal artificial denominado red neuronal multicapa; se ilustra el entrenamiento y la generalización con el problema de Caperucita Roja.

## Historia

En los años cincuenta la investigación en máquinas inteligentes tomó dos caminos:

- **Enfoque microscópico:** basado en modelos de los elementos encontrados en el cerebro.
- **Enfoque macroscópico:** modela la operación del cerebro desde el punto de vista entrada/salida o "caja negra".

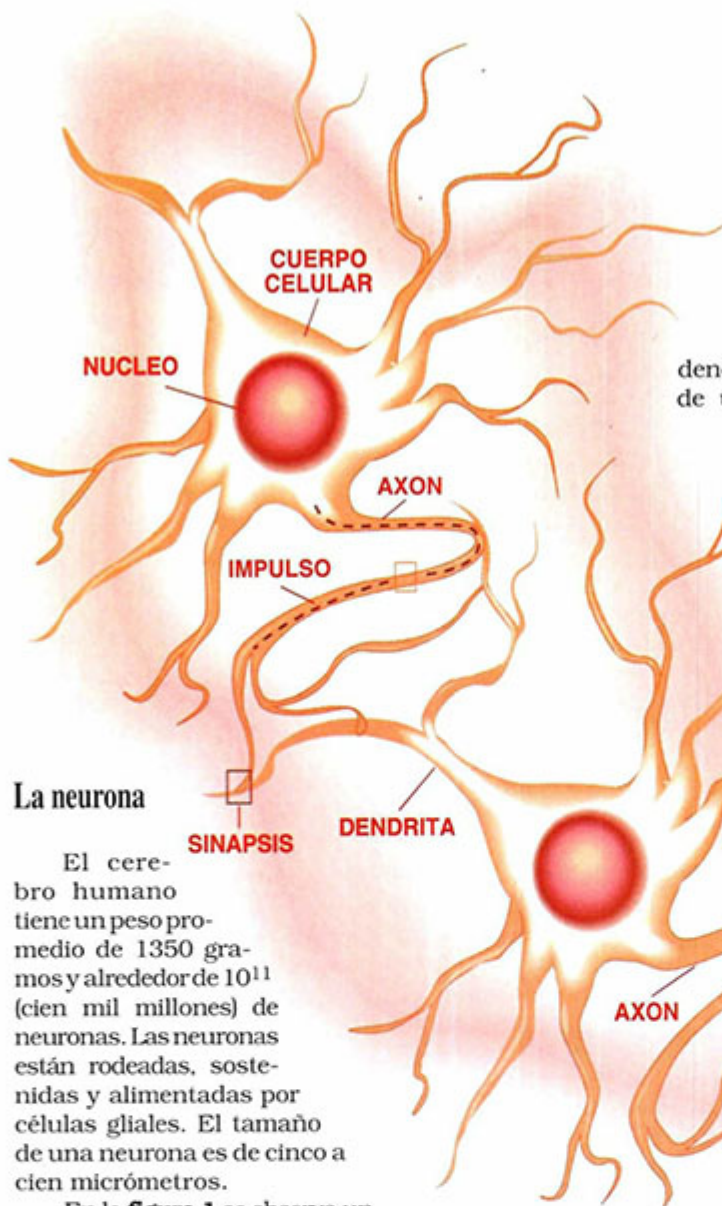
En los años sesenta las limitaciones prácticas de los modelos microscópicos, puestas en evidencia en el libro *Perceptrons* de Minsky y Papert, y la incapacidad para simular estos modelos en los computadores de la época, llevaron al retiro de la financiación por parte de las instituciones norteamericanas, y la investigación en redes neuronales entró en un periodo de hibernación científica. Los modelos macroscópicos tomaron ventaja y se desarrollaron rápidamente; los sistemas expertos son producto de este enfoque.

Alrededor de 1974, Paul J. Werbos desarrolló un procedimiento matemático (algoritmo) mientras trabajaba en su tesis de doctorado en la Universidad de Harvard. Este procedimiento se denomina hoy **algoritmo de propagación inversa** y se ha convertido en una de las herramientas más importantes para entrenar las redes neuronales multicapa.

El algoritmo de propagación inversa fue ignorado durante varios años. A comienzos de los años ochenta David E. Rumelhart de la Universidad de California en San Diego y David B. Parker de la Universidad de Stanford, descubrieron en forma independiente el algoritmo.

En 1986 David E. Rumelhart y Ronald J. Williams de la Universidad de California en San Diego, y Geoffrey E. Hinton popularizaron el algoritmo a través de la publicación de libros y artículos.

**Figura 1.** Diagrama simplificado de la neurona biológica. La sinapsis es el punto de conexión entre neuronas. La evidencia experimental indica que el aprendizaje modifica la intensidad de las sinapsis.



### La neurona

El cerebro humano tiene un peso promedio de 1350 gramos y alrededor de  $10^{11}$  (cien mil millones) de neuronas. Las neuronas están rodeadas, sostenidas y alimentadas por células gliales. El tamaño de una neurona es de cinco a cien micrómetros.

En la **figura 1** se observa un esquema de la neurona biológica. El **cuerpo celular** contiene el **núcleo** y es el encargado del metabolismo de la neurona. Las neuronas o células nerviosas se comunican entre sí por impulsos eléctricos, cuya frecuencia (número de impulsos por unidad de tiempo) está relacionada con el nivel de excitación resultante a la entrada de la neurona. Cuando la excitación es alta, la frecuencia de los impulsos tiende suavemente a un máximo; cuando es baja, la frecuencia tiende suavemente a un mínimo.

Las **dendritas** son estructuras que parten del cuerpo celular con ramificaciones, éstas reciben información en forma de impulsos eléctricos desde otras neuronas. El **axón** es una estructura del cuerpo celular para enviar impulsos eléctricos a otras células nerviosas.

La **sinapsis** es el punto de conexión entre dos neuronas; se estima que el número de

sinapsis en el cerebro humano es de  $10^{14}$  (100 billones). En la sinapsis ocurre la transferencia de impulsos eléctricos desde el axón de una neurona a la dendrita de otra, debido a la liberación de un neurotransmisor (iones). Los estudios experimentales con animales indican que **durante el proceso de aprendizaje se modifica la intensidad de las sinapsis.**

En la **figura 2** se muestra un modelo matemático simplificado de la neurona biológica denominado neurona artificial. En el modelo, el cuerpo celular realiza la suma de las entradas  $x_i$  ponderadas por la intensidad de las sinapsis  $w_i$ , y la excitación resultante  $s$  se manifiesta como un nivel de activación a la salida de la neurona  $y$ .

En la neurona biológica, al dibujar el nivel de excitación resultante  $s$  (eje horizontal) contra la frecuencia de los impulsos de salida  $y$  (eje vertical), se obtiene una curva como la mostrada en la **figura 2**; esta curva, en el modelo matemático, se denomina función de activación.

Es importante resaltar dos características de la función de activación:

- Note que los **valores extremos** de la salida son las asíntotas **uno y cero**, por tanto, la salida de la neurona artificial nunca es uno o cero exactamente.

- La entrada fija en  $+1$  con peso  $u$ , se utiliza para ajustar horizontalmente la función de activación. Si  $u$  es cero, la función de activación pasa por  $y = 0.5$  cuando  $s = 0.0$ .

### Red neuronal multicapa

Una red neuronal artificial es un sistema paralelo altamente interconectado de

neuronas artificiales utilizado para el procesamiento de información. Las redes neuronales artificiales son modelos simplificados inspirados en las redes neuronales biológicas.

Los lenguajes de programación (Basic, Fortran, Pascal, C), los sistemas expertos y los simuladores de redes neuronales se ejecutan en el mismo hardware. Cada una de estas tres tecnologías es buena para ciertos problemas.

Las redes neuronales artificiales inspiradas por estudios del cerebro y del sistema nervioso pueden hacer cosas en las cuales los sistemas biológicos son buenos, como la clasificación de objetos de acuerdo con sus características.

Dos aspectos importantes de las redes neuronales son:

- Las redes neuronales **no se programan**, se entrenan con ejemplos.
- Las redes neuronales pueden **responder a situaciones nuevas** generalizando características aprendidas.

En la teoría de redes neuronales hay un modelo en el cual las neuronas se organizan por capas, esta red se conoce como red neuronal multicapa (**figura 4**).

En la red neuronal multicapa, la capa de entrada está formada por nodos que distribuyen la información hacia la primera capa de neuronas, y desde la primera capa pasa la información a la capa de neuronas de salida. La primera capa de neuronas se denomina capa oculta porque se encuentra entre los nodos de entrada y las neuronas de salida.

El **algoritmo de propagación inversa** es un procedimiento matemático que se traduce en un programa de computador y sirve para entrenar redes neuronales multicapa. Como se mencionó anteriormente, las redes neuronales biológicas aprenden modificando la intensidad de las sinapsis. En las redes neuronales artificiales se utiliza el mismo principio; en este caso las sinapsis están representadas por pesos  $w$ , por tanto el algoritmo de entrenamiento debe modificar los pesos durante la presentación de los ejemplos.

El algoritmo de propagación inversa se resume en la ecuación:

$$W_{k+1} = W_k - \mu \nabla_K + \alpha (W_k - W_{k-1})$$

donde,

$W_k$ : vector que contiene TODOS los pesos de la red en la iteración  $k$ .

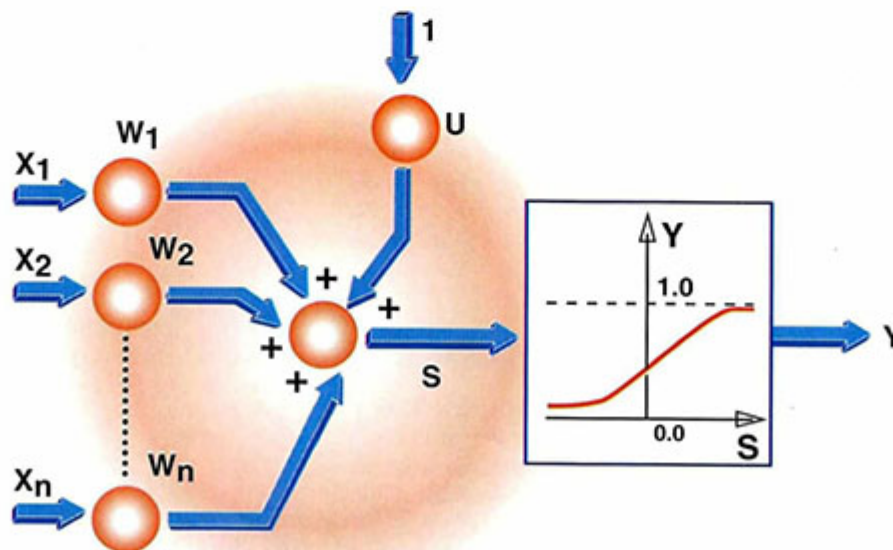
$\nabla_k$ : gradiente del error cuadrático a la salida de la red.

$\mu$ : tasa de aprendizaje.

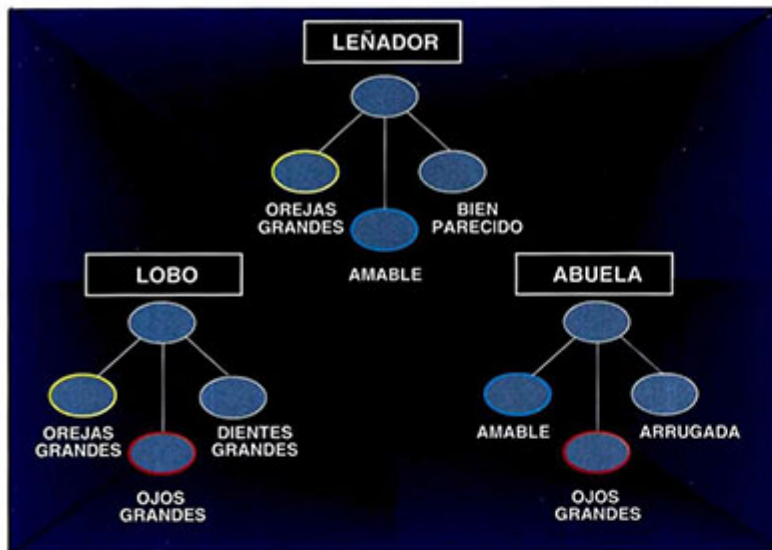
$\alpha$ : factor del *momentum*.

El programa que simula la red neuronal realiza los siguientes pasos:

- Inicializa todos los pesos aleatoriamente.
- Lee las entradas y las salidas deseadas del primer ejemplo.
- Propaga las entradas a través de la red para hallar las salidas correspondientes.
- Calcula el error cuadrático a la salida de la red neuronal entre las salidas actuales y



**Figura 2.** Modelo matemático de la neurona biológica. Las sinapsis se modelan con los pesos  $w$ . La entrada fija en +1 se utiliza para desplazar la función de activación horizontalmente.



**Figura 3.** Tres patrones que debe reconocer Caperucita Roja: lobo, abuela y leñador. Note que los patrones tienen seis características en total: orejas grandes, ojos grandes, dientes grandes, amable, arrugado y bien parecido.

las salidas deseadas. Si el error máximo sobre TODOS los ejemplos es menor al error especificado para el aprendizaje termina el proceso.

- (v) Calcula la derivada del error cuadrático a la salida de la red neuronal respecto de cada uno de los pesos de la red, esto se denomina gradiente del error cuadrático.
- (vi) Actualiza los pesos de toda la red neuronal usando la fórmula anterior. La tasa de aprendizaje es el multiplicador del gradiente, el *momentum* tiene en cuenta la dirección del último cambio del vector de pesos.
- (vii) Lee las entradas y las salidas deseadas del siguiente ejemplo. Regresa a (iii).

Una explicación matemática detallada del algoritmo de propagación inversa se encuentra fuera del alcance de este artículo.

En el mercado norteamericano hay varios programas que simulan redes neuronales, el usuario no tiene que preocuparse por la parte matemática de los algoritmos de entrenamiento, solamente necesita manejar los datos de los ejemplos. También es posible simular las redes neuronales con circuitos electrónicos integrados (chips), que se consiguen en el mercado norteamericano: el i80170NX de Intel, el NLX420 de American Neurologix y el MD-1220 de Micro Devices.

### Problema: Caperucita Roja

Para ilustrar la capacidad de aprendizaje y generalización de las redes neuronales multicapa se entrenará una red para que reaccione como Caperucita Roja frente al lobo, al leñador o a la abuelita.

Caperucita debe reconocer tres patrones (lobo, leñador, abuela) según las características

de cada uno (**figura 3**). La codificación de las características es binaria, se utiliza 0.9 para indicar que SI posee la característica y 0.1 para indicar que NO, el valor 0.5 indica un estado intermedio entre SI y NO.

Recuerde que la salida de la neurona artificial no puede ser 1 ó 0 exactamente debido a la función de activación, esta es la razón para adoptar los valores 0.9 y 0.1.

Caperucita reacciona frente a cada patrón de la siguiente manera.

Frente al lobo	Corre Grita Busca al leñador
Frente a la abuela	Besa en la mejilla Ofrece alimento
Frente al leñador	Besa en la mejilla Ofrece alimento Coquetea

Para aclarar la codificación de un patrón, veamos las entradas y salidas correspondientes al lobo:

ENTRADAS (características)	
• Orejas grandes:	0.9 (SI)
• Ojos grandes:	0.9 (SI)
• Dientes grandes:	0.9 (SI)
• Amable:	0.1 (NO)
• Arrugado:	0.1 (NO)
• Bien parecido:	0.1 (NO)
SALIDAS (reacción)	
• Correr:	0.9 (SI)
• Gritar:	0.9 (SI)
• Buscar al leñador:	0.9 (SI)
• Besar en la mejilla:	0.1 (NO)
• Ofrecer alimento:	0.1 (NO)
• Coquetear:	0.1 (NO)

La **tabla 1** contiene la codificación de los tres patrones, se recomienda al lector verificar la abuela y el leñador.

Se entrenó una red neuronal multicapa con la **tabla 1**. La red tiene 6 nodos de entrada, 3 neuronas ocultas y 6 neuronas de salida (**figura 4**), cada círculo corresponde a la neurona artificial de la figura 2.

El entrenamiento con el algoritmo de propagación inversa tarda 70.9 segundos en un computador personal (80386 a 20 MHz con coprocesador matemático). Ahora se examina la capacidad de la red neuronal para responder a patrones no vistos durante el entrenamiento.

#### Leñador poco amable

ENTRADAS	
• Orejas grandes:	0.9
• Ojos grandes:	0.1
• Dientes grandes:	0.1
• Amable:	0.6 (Esto es nuevo)
• Arrugado:	0.1
• Bien parecido:	0.9

Las respuestas de la red neuronal son,

SALIDAS	
• Correr:	0.4
• Gritar:	0.4
• Buscar al leñador:	0.4
• Besar en la mejilla:	0.6
• Ofrecer alimento:	0.6
• Coquetear:	0.6

#### Leñador medio arrugado y medio feo

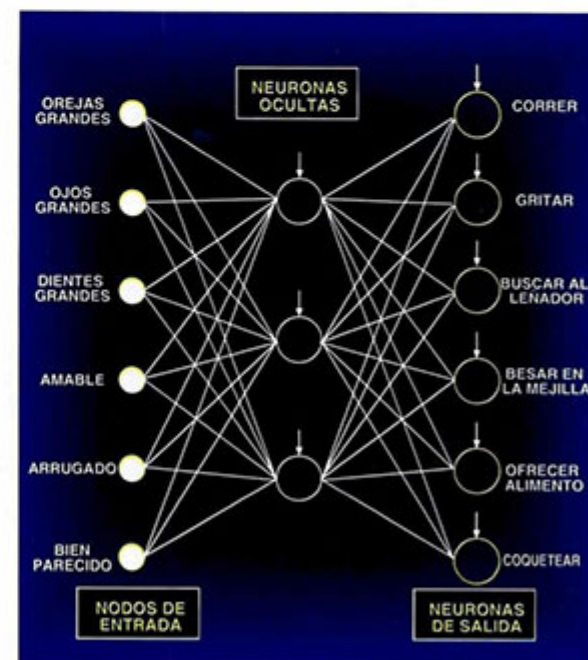
ENTRADAS	
• Orejas grandes:	0.9
• Ojos grandes:	0.1
• Dientes grandes:	0.1
• Amable:	0.9
• Arrugado:	0.5 (Esto es nuevo)
• Bien parecido:	0.5 (Esto es nuevo)

Las respuestas de la red neuronal son,

SALIDAS	
• Correr:	0.1
• Gritar:	0.1
• Buscar al leñador:	0.1
• Besar en la mejilla:	0.9
• Ofrecer alimento:	0.9
• Coquetear:	0.5

Note que las respuestas de la red a estos nuevos patrones son razonables. En este problema se han utilizado 9 neuronas para reconocer al lobo, la abuela y al leñador. Imagine la capacidad del cerebro humano con 100.000 millones de neuronas; el cerebro es un sistema maravilloso.

Un programa de computador para resolver el problema de Caperucita Roja, sin usar redes neuronales, es muy extenso y poco práctico porque debe considerar todos los posibles valores de las entradas.



**Figura 4.** Red neuronal multicapa 6-3-6. Los nodos de entrada reciben las características de los patrones y las neuronas de salida generan las reacciones de Caperucita Roja.

## Aplicaciones de las redes neuronales

**Tabla 1.** Codificación binaria de los tres patrones (lobo, abuela y leñador). Las columnas de entrada son en su orden: orejas grandes, ojos grandes, dientes grandes, amable, arrugado, bien parecido. Las columnas de salida son en su orden: correr, gritar, buscar al leñador, besar en la mejilla, ofrecer alimento y coquetear.

En la actualidad se llevan a cabo intensas investigaciones en todo el mundo sobre la teoría y aplicaciones de las redes neuronales. Los artículos especializados muestran que las redes neuronales se utilizan para: clasificar señales eléctricas musculares y mejorar el control de prótesis de extremidades, identificación de alarmas en sistemas de potencia, detección de explosivos, analizando el contenido de nitrógeno, identificación y control de procesos industriales, predicciones en el mercado bursátil, predicción de fenómenos meteorológicos (pluviosidad, brillo solar), reconocimiento de objetivos militares (tanques) que se encuentran en medio de edificaciones y vegetación.

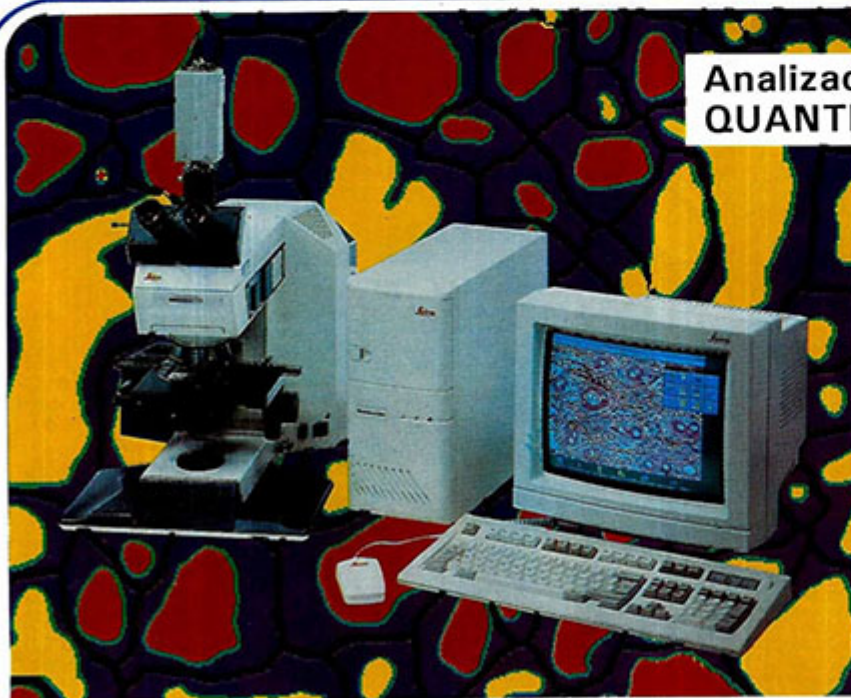
PATRON	ENTRADAS	SALIDAS
LOBO	.9 .9 .9 .1 .1 .1	.9 .9 .9 .1 .1 .1
ABUELA	.1 .9 .1 .9 .9 .1	.1 .1 .1 .9 .9 .1
LEÑADOR	.9 .1 .1 .9 .1 .9	.1 .1 .1 .9 .9 .9

En el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, se han desarrollado algunas aplicaciones como: predicción de pluviosidad en la Sabana de Bogotá, predicción de precios de acciones, clasificación de electroencefalogramas, reconocimiento de caracteres manuscritos, estudio de solicitudes de crédito, aprendizaje de tablas lógicas, selección de automoviles.

En los próximos números de **Innovación y Ciencia** se presentarán otras aplicaciones de las redes neuronales artificiales.

### Bibliografía

1. Widrow B, Lehr M. 30 Years of Adaptive Neural Networks: Perceptron, Madaline and Backpropagation. *Proc. IEEE*, Vol. 78, No. 9, pp. 1415-1441, september 1990.
2. Nielsen-Hecht R. Neurocomputing: Picking the Human Brain. *IEEE Spectrum*, pp. 36-41, march 1988.
3. Dalton J, Deshmane A. Artificial Neural Networks. *IEEE Potentials*, pp. 33-36, april 1991.
4. Delgado A. Elementos de Redes Neuronales y Algoritmos Genéticos. *Neurales LTDA.*, marzo 1992.



Analizadores de Imagen  
QUANTIMENT 500 y 500 +

La nueva forma  
de analizar  
imágenes



**AROTEC COLOMBIANA S.A.**

CRA. 15 No. 38 17 TELS: 288 77 99 288 16 05 · TELEFAX: 285 36 04 · APARTADO: 050862  
SANTAFE DE BOGOTA, D.C. COLOMBIA

AROTEC INSTRUMENTOS PARA CIENCIA Y TECNICA



FUNDACION  
ALEJANDRO  
ANGEL ESCOBAR

PREMIOS DE CIENCIAS 1992

ESTRATEGIAS ECOLOGICAS DE CUATRO  
ESPECIES DE PRIMATES  
EN LA MACARENA, COLOMBIA  
por Pablo Stevenson, Marcela Quiñones,  
Jorge A. Ahumada.

DESARROLLO DE TECNOLOGIA  
COMO FACTOR DE CAMBIO  
EN LA AGROINDUSTRIA PANELERA  
por Hugo R. García, director del proyecto,  
con la colaboración de Gonzalo A. Rodríguez,  
Germán Guarnizo, Maura E. Carrero,  
Roberto Manrique, Orlando Insuasty,  
Gilberto Sandoval, Gerardo Gordillo,  
Rocío Sierra, Néstor Durán, Nicolás Gil,  
Iván René Morales, Juan Agustín Abarca.

PREMIOS DE BENEFICENCIA 1992

CLINICA INFANTIL NOEL, Medellín.

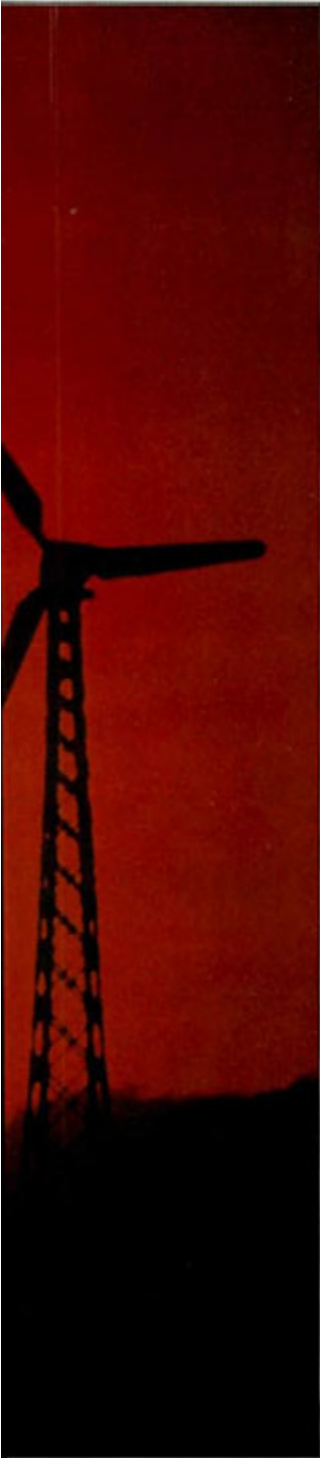
FUNDACION DE TITERES  
Y TEATRO LIBELULA DORADA,  
Bogotá.

# El viento, una alt



# Alternativa energética real

Julio Mario Rodríguez Devis  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional de Colombia



---

*“...Las primeras que creó  
fueron unas aves negras  
grandes a las cuales mandó  
al punto que tuvieron ser,  
fuesen por todo el mundo  
echando aliento o aire por  
los picos, el cual aire era todo  
lúcido y resplandeciente,  
con que habiendo hecho  
lo que les mandaron quedó  
todo el mundo iluminado...”*

*Tradición de los Muiscas de Bogotá*

---

## Estado de la tecnología

Con el fin de entender los avances tecnológicos alcanzados en los últimos años, se hará una breve descripción del funcionamiento y de los componentes de las máquinas eólicas o aerogeneradores de energía.

Partiendo de los conceptos básicos de la mecánica de fluidos, se encuentra que la potencia generada por una turbina eólica es directamente proporcional a la densidad del aire en el lugar en donde se pretende instalar la máquina, al área de barrido de las aspas, al cubo de la velocidad del viento y a la eficiencia total del sistema.

La máxima eficiencia teórica posible de una turbina eólica es del 59.3% (el llamado coeficiente de Betz). Toda máquina tiene ineficiencias inherentes a ella misma y se podrá decir que cada componente o parte de una máquina produce o puede causar una pérdida de eficiencia total en el sistema. Los aerogeneradores de mediana y gran potencia tienen eficiencias (eficiencia aerodinámica) en el eje del 40%, los de potencia pequeña (2 a 20 kw) alcanzan un 30-40% y las máquinas más pequeñas, de un 20-30%. A dicha eficiencia hay que añadirle las otras correspondientes a las partes que tenga la máquina (rodamientos, caja de amplificación o reducción de velocidad, generador eléctrico, bomba centrífuga o de desplazamiento positivo, etc.).

Mientras más ineficiente sea una turbina eólica, mayor debe ser su tamaño para lograr una potencia dada y, consecuentemente, mayor será su costo. El compromiso de todo fabricante es encontrar la mejor relación entre tamaño, simplicidad, confiabilidad, eficiencia y costos.

La energía cinética del viento es extraída por la turbina eólica a través de las aspas, las cuales, al "recibir" el viento, producen una fuerza de elevación o levante y una fuerza de arrastre. La componente de la fuerza de elevación sobre el plano de rotación de las aspas, es la que hace girar la turbina, mientras que la fuerza de arrastre, conjuntamente con la componente perpendicular al plano de rotación de la fuerza de elevación, tienden a doblar "vientos abajo" a las aspas y disipan energía.

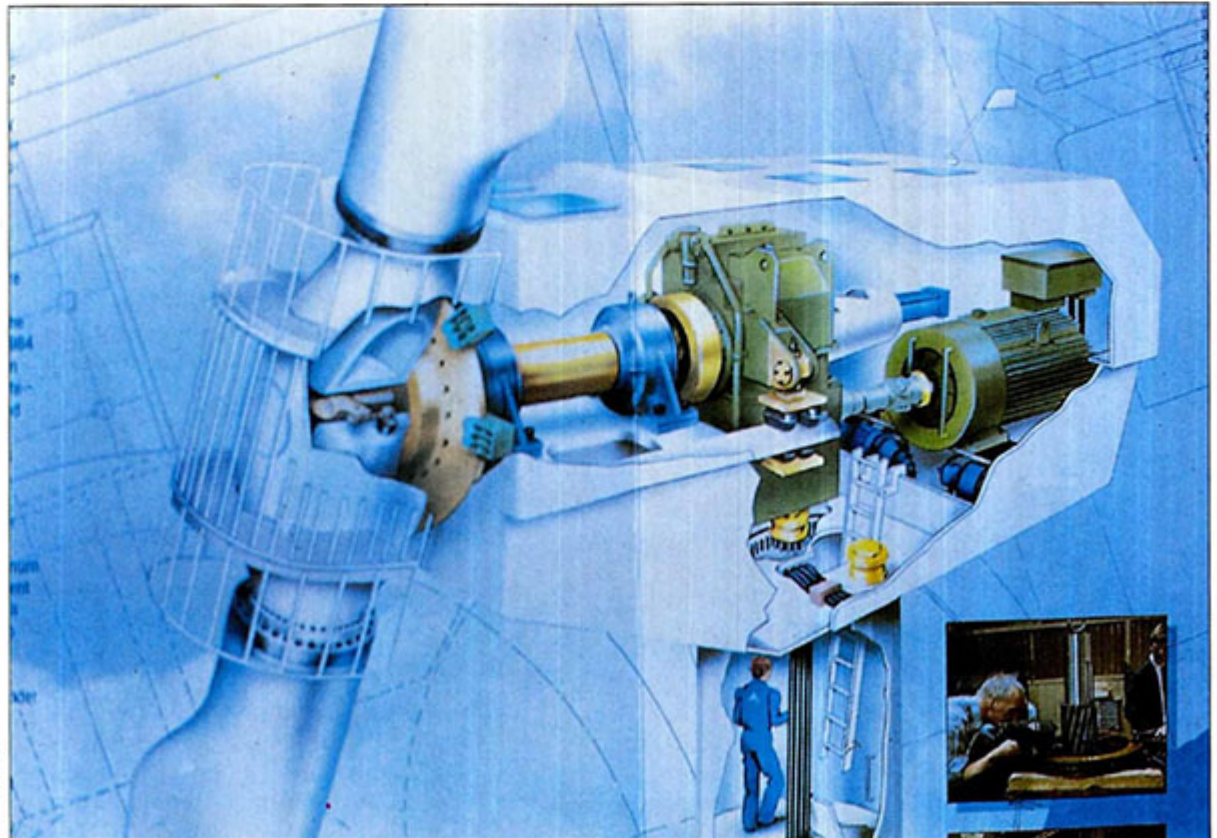
Las magnitudes de las fuerzas de sustentación y arrastre son producidas por el tipo de perfil que tiene el aspa (tamaño y forma), el ángulo de llegada entre ésta y el viento (ángulo de ataque); y por la relación entre la velocidad del viento que pasa entre ellas y el largo del perfil (número de Reynolds).

Los aerogeneradores que giran a altas revoluciones tienen perfiles aerodinámicos de alta eficiencia (alta fuerza de elevación y baja fuerza de arrastre). La variación del ángulo de ataque es usada en los aerogeneradores, algunas veces, para controlar la velocidad de

rotación de las aspas con el fin de mantenerse en la región de eficiencia óptima y "frenarse" en vientos fuertes.

El desarrollo más importante de las turbinas eólicas, especialmente en lo referente a la energía producida y a los desarrollos tecnológicos alcanzados, es en la generación de energía eléctrica. Estos desarrollos se sustentan fundamentalmente en la incorporación de nuevos materiales en el diseño (en las aspas y la torre), mejores conocimientos de aerodinámica, innovación en generadores eléctricos y sistemas de control y regulación electrónica computarizada que permiten al aerogenerador "seguir" al viento en su fluctuación constante, para que entregue energía en su punto óptimo. Esto ha permitido elevar el factor de planta por encima del 35%.

Los aerogeneradores se pueden clasificar de acuerdo con su potencia producida (otros autores los clasifican de acuerdo con el diámetro), como:



**Figura 1.**  
Componentes  
básicos de un  
aerogenerador.

- Mini aerogeneradores: menos de 1 kw
- Aerogeneradores pequeños: entre 1 y 100 kw
- Aerogeneradores medianos: entre 100 y 500 kw
- Aerogeneradores grandes: más de 500 kw (hasta 4 Mw en la actualidad)

Estas máquinas se emplean individualmente; conjuntamente con sistemas diesel o fotovoltaico; en agrupaciones llamadas "parques eólicos" que van desde dos unidades a miles de unidades; en sistemas aislados autosuficientes o interconectados a la red eléctrica nacional.

Los componentes básicos de un aerogenerador (**figura 1**) son: el rotor, el amplificador de velocidad, el control de rotación y orientación, el generador y componentes electrónicos y la torre.

## Producción intensiva de energía

### Parques eólicos

Con el fin de obtener una producción significativa de electricidad con aerogeneradores, se requiere instalar un número grande de ellos en agrupaciones llamadas parques o granjas eólicas (**figura 2**).

La energía producida por las granjas eólicas se entrega a la red eléctrica principal. Debido a que el viento fluctúa permanentemente, se supone que la energía producida por los aerogeneradores es difícil de integrar al sistema energético nacional a una escala significativa. Sin embargo, si la potencia eólica es sólo una proporción relativamente pequeña de la capacidad total instalada de la red, las

fluctuaciones en la salida de la granja se pierden en las variaciones normales de la demanda de electricidad (documento del Departamento de Energía del Reino Unido). Además, esas fluctuaciones pueden ser aliviadas distribuyendo las turbinas eólicas en varios lugares.

La principal función de las granjas eólicas en el sistema nacional de electricidad es el ahorro de combustible o el mantenimiento de los embalses de agua usados por otros sistemas de generación. Estudios realizados muestran que, a pesar de la variabilidad del viento, las turbinas de viento contribuyen globalmente al sistema y pueden reducir la necesidad de aumentar la capacidad instalada de las plantas convencionales así como reducir la cantidad de combustible quemado, ayudando a disminuir la contaminación ambiental.

### Sistemas combinados autónomos

Existen miles de aerogeneradores que trabajan de manera autónoma alrededor del mundo, con capacidades que van desde unos pocos vatios a cientos de kilovatios;



**Figura 2.** Parque eólico en Holanda.

se emplean no solamente para generar electricidad para usos corrientes, sino también para otros propósitos tales como bombeo de agua e irrigación. La integración de las turbinas de viento a las redes eléctricas pequeñas presenta mayores problemas que en el caso anterior debido a que las fluctuaciones relativas de potencia son mayores. Para superar esas dificultades se presentan dos opciones principales: 1) un manejo de las cargas del sistema en el que se controla la demanda de baja prioridad cuando no hay viento suficiente, o 2) incorporar sistemas de almacenamiento o apoyo que resuelven las fluctuaciones cortas, al tiempo que suministran la energía necesaria. Los sistemas de almacenamiento más usados son los de batería/inversor, los almacenamientos hidráulicos y los sistemas hidráulicos de microbombeo; los sistemas de apoyo son el diesel (se ha comprobado que este sistema mixto es un buen ahorrador de combustible) y el fotovoltaico.

**Diecisiete países en el mundo tienen programas consolidados de energía eólica.**

## Desarrollo a nivel mundial

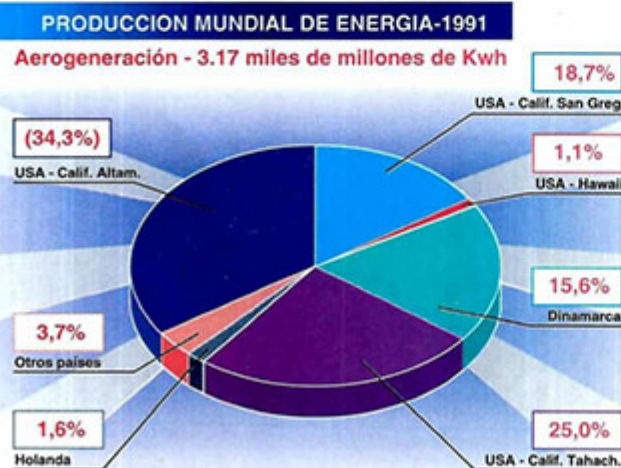
Es evidente el desarrollo alcanzado a nivel mundial (17 países tienen programas consolidados de energía eólica) en los últimos 15 años por la industria de los sistemas convertidores de energía eléctrica -SCEE-, en especial en los Estados Unidos y Europa. Se pasó de tener una capacidad instalada mundial de 34 Mw en 1981, a generar más de 3 mil millones de kwh en 1990 (figura 3); en la que el 80% de la energía es producida en California, Estados Unidos, seguido de Dinamarca y Holanda.

La política fiscal de incentivos (Public Utility

Regulatory Policies Act y el Wind Energy Systems Act) aprobada a finales de los ochenta en los Estados Unidos, creó el mercado para la venta de electricidad por aerogeneración. Debido a la alta concentración del recurso eólico y al clima favorable para la inversión, se desarrolló rápidamente la industria en California, con una potencia instalada que pasó de 7 Mw en 1981 a 609 Mw en 1984 y 1404 Mw en 1988, y alcanzó una producción de energía eléctrica de 2500 millones de kwh en 1991, representada en más de 17.000 aerogeneradores concentrados en parques eólicos (producen el 1% de la electricidad de California). Se espera tener instalada una capacidad de 4000-8000 Mw para el año 2000.

El desarrollo de las turbinas eólicas en Europa se inició de manera consistente en 1973, cuando diez países miembros de la Comunidad Europea decidieron coordinar una política de conservación de energía y la diversificación de sus fuentes de suministro tanto como fuera posible a través de las fuentes alternativas de energía. Posteriormente se involucró el factor ambiental (Nacfaire).

Figura 3.



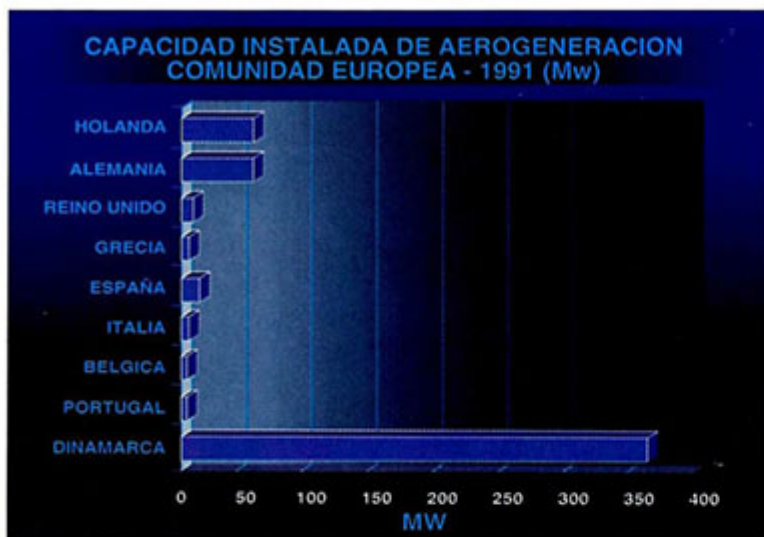


Figura 4.

El desarrollo del mercado está respaldado por programas gubernamentales de investigación y desarrollo; por premios al mismo mercado tales como un subsidio directo a los costos de capital de la planta eólica, pagos por la energía producida y exención de impuestos sobre las inversiones en la planta eólica; y está apoyado por estándares para la construcción y diseño de las turbinas eólicas, la legislación y una intervención activa de las empresas del sector eléctrico.

La continuación de este programa permitió que, para 1991, hubiera una capacidad instalada en Europa de 550 Mw (figura 4), con Dinamarca como el mayor productor de eoloenergía (360 Mw, 500 millones de kwh, con lo cual suple el 2% de la demanda de electricidad del país, y por otro lado, exporta 9000 aerogeneradores de mediana potencia), seguido de Holanda (55 Mw, 50 millones de kwh).

La Comunidad Europea se ha propuesto la meta de suplir en un 10% la demanda de corriente eléctrica en Europa con energía del viento para el año 2030; lo que implicará contar con una capacidad instalada de 100 mil Mw (170 mil Gwh).

La capacidad total instalada en la India es de 37.8 Mw y están en instalación 7.5 Mw correspondientes a 241 aerogeneradores de potencias comprendidas entre 55 y 300 kw. Se espera contar con una capacidad de 500 Mw a corto plazo y de 3000 Mw para el año 2000 (2% de penetración en el sector eléctrico).

En la cercanía de la ciudad de Zacatecas (montañas Cerro de la Virgen), México, el Instituto de Investigaciones Eléctricas en coordinación con la Comisión Federal de Elec-

tricidad y con la financiación del Banco Nacional de Obras Públicas, están desarrollando un parque eólico que tendrá una capacidad instalada de 2 Mw. Se pretende satisfacer la demanda de alumbrado público en la ciudad. La central generadora es de propiedad del municipio de Zacatecas y está interconectada con la subestación de la Comisión Federal de Electricidad, de donde se abastece el municipio. No obstante contar con vientos estacionales (mayor velocidad de octubre a marzo o abril; vientos suaves de mayo a agosto), el ahorro de energía calculado será del 30%.

Costa Rica está negociando la financiación de un proyecto, para la instalación de un parque eólico con capacidad entre 10-20 Mw. El sitio elegido posee una capacidad instalada del 50% durante casi todo el año, y de un 20-25% durante un mes. El potencial del área está entre los 120-160 Mw de capacidad de generación.

## El recurso eólico en Colombia

Colombia, por estar localizado entre los 12° 27'N y los 4° 12'S, recibe la influencia de los vientos alisios; con prevalencia de los del nordeste sobre la región Caribe y los Llanos Orientales en los primeros meses del año (hasta marzo-abril), y los alisios del sureste sobre la Cordillera Oriental y los Llanos en los meses de abril a octubre.

El encuentro de estos alisios provoca una acumulación de nubes sobre una franja grande cerca de la línea ecuatorial, denominada zona de confluencia intertropical -ZCIT-, fenómeno que produce una precipitación casi permanente de lluvias y vientos suaves.

Estas condiciones especiales y la existencia de vientos locales importantes en algunas zonas del país, hacen que en la mayor parte del territorio colombiano prevalezcan los vientos suaves, con excepción de la Costa Atlántica media y alta, y algunas áreas particulares de la geografía nacional.

Se presenta un mapa de Colombia (figura 5) en donde se consolida la información anual obtenida de trabajos realizados y se divide, de manera muy aproximada, el territorio en las siguientes áreas: 1) área con vientos suaves en donde es posible instalar aerobom-

bas o molinos de viento que bombean agua, de muy baja potencia; 2) área con vientos moderados en donde es posible instalar aerobombas de potencia media y aerogeneradores de muy baja potencia; 3) área con vientos medios para instalar cualquier tipo de aerobombas y aerogeneradores de baja potencia (hasta 100 kw); 4) área con buenos vientos para instalar cualquier tipo de aerobomba robusta y aerogeneradores de potencia baja y media (hasta 500 kw).

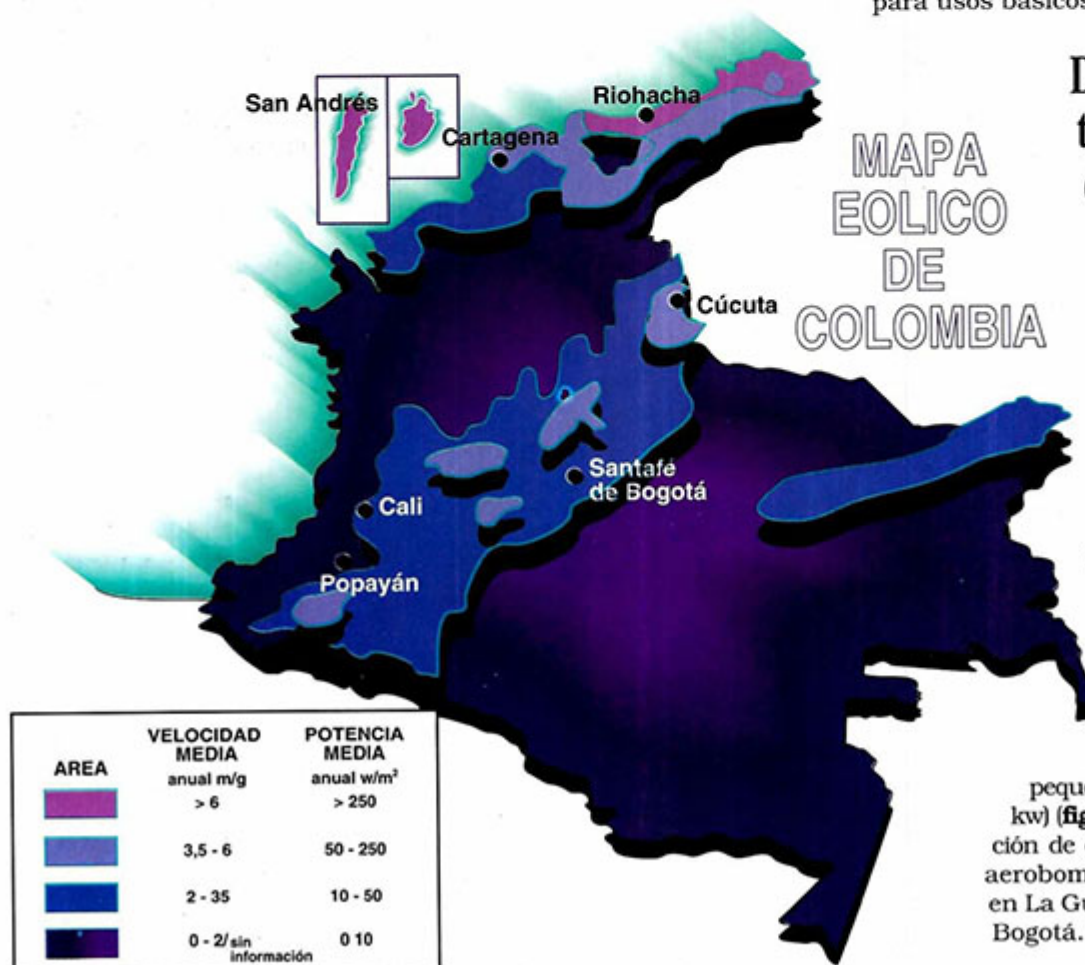
No obstante, la localización de la mayoría de las estaciones meteorológicas con datos de vientos no es la mejor bajo el punto de vista energético (están situadas en lugares rodeados de obstáculos naturales que disminuyen la velocidad del viento). El mapa eólico indica que hay un recurso energético de viento muy importante en la Costa Atlántica, en especial en los departamen-

tos de La Guajira y San Andrés y Providencia. Un estimativo de la capacidad posible de ser instalada en el departamento de La Guajira por medio de parques eólicos a lo largo de una franja costera, indica un potencial de alrededor de 21.000 Mw que, con un factor de planta del 25%, producirían 46.000 Gwh/año.

Debe realizarse un estudio más detallado en la zona montañosa en el interior del país, en especial en las partes más altas, pues la información muestra que hay zonas importantes con vientos moderados, en las que es posible instalar aerogeneradores autónomos de pequeña potencia (hasta 100 kw).

Finalmente, la ausencia de estaciones meteorológicas en el 60% del territorio colombiano no permite evaluar su potencial eólico. En algunas zonas podría ser posible instalar miniaerogeneradores (hasta 1 kw) para usos básicos.

Figura 5. Mapa eólico de Colombia.



## Desarrollos tecnológicos en Colombia

Las instituciones que han liderado la investigación en máquinas eólicas en el país han sido la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de los Andes y el SENA, con el apoyo de Colciencias y algunos organismos internacionales.

El trabajo se ha centrado en el mejoramiento de las aerobombas, el diseño, construcción y pruebas de aerogeneradores de pequeña potencia (menos de 5 kw) (figuras 6 y 7) y la construcción de campos de pruebas para aerobombas y aerogeneradores en La Guajira y en la Sabana de Bogotá.

**Figura 6.**  
Aerogenerador mixto (bombeo de agua y generación de electricidad) de 2 kw, instalado en el campo de pruebas de La Guajira, Universidad Nacional - SENA.



**Figura 7.**  
Aerogenerador de 5 kw, Universidad Nacional.



## Costos de los SCEE

Los precios de las turbinas eólicas de mediana potencia (100-500 kw) -debido a las mejoras en diseño, innovaciones tecnológicas y nuevos materiales- han bajado de un promedio de US\$2000/kw en 1982 a US\$1000/kw en 1991, con una tendencia a los US\$800/kw en los próximos años (Hensing, Rao).

La tendencia de los precios indica que los costos por vatio de los aerogeneradores bajan rápidamente hasta los 10 m de diámetro (hay una relación directa entre la potencia producida por un aerogenerador y el cuadrado de su diámetro:  $P = D^2$ ), disminuyendo lentamente hasta llegar a un costo mínimo de US\$1000/kw (potencias de 200 kw-300 kw, diámetro máximo de 33 m) (Clarke), para luego aumentar rápidamente en las máquinas de submegavatios (500 kw en adelante) (Hensing).

Un estudio realizado por el gobierno de Dinamarca (Windirections, Vol. XI, 1991) indica que el costo de la energía producida por un aerogenerador de potencia media, de 250 kw (6 m/s), es de 0.042 ECU/kwh. A nivel general, producir energía eléctrica con aerogeneradores es más económico que producir energía nuclear y comparable con la termoeléctrica a carbón.

En el costo total de producir energía eléctrica por granjas eólicas, el peso relativo de la turbina está entre el 65% y el 70%, siguiéndole la cimentación, los costos de dirección y manejo y el terreno. El costo de mantenimiento está entre el 1.3% y el 1.5% del total del capital inicial (Asociación Europea de Energía del Viento) (E.W.A., Clarke).

Lynette (1989) afirma que los aerogeneradores comerciales de potencia media y alta pueden producir energía eléctrica a un costo neto de US\$0.06 - US\$0.08/kwh, dependiendo del recurso viento. Esto representa un costo de US\$1000 - 1200/kw, constituyendo la turbina eólica US\$750 - US\$800/kw de dichos costos. Debido a las mejoras en eficiencia que se están realizando continuamente, se espera que el costo de la energía se aproxime a US\$0.04/kwh en la segunda mitad de los noventa.

Para el caso de Colombia, se realiza una simulación del costo de energía eléctrica en una instalación de una granja eólica en La Guajira de 100 aerogeneradores de mediana potencia (Windmaster, 300 kw, diámetro de 24.2 m, altura de la torre de 20 m, US\$1600/kw,

disponibilidad del 95%). Estos valores coinciden con los del nivel internacional y con la tendencia de la curva de sensibilidad, cuyas variables influyentes son, en su orden de importancia, las siguientes:

- *para subir los costos*: aumento del costo de capital, de la tasa de interés y de la operación y mantenimiento
- *para bajar los costos*: aumento de la velocidad del viento, de la disponibilidad y del periodo de recuperación

Al buscar un aerogenerador más barato (US\$ 800/kw), el costo de producción de la electricidad se reduciría aproximadamente en un 50%.

## Conclusiones

**1.** Es necesario evaluar el potencial de viento en Colombia bajo el punto de vista energético, con énfasis en las regiones de la Costa Atlántica. Es de anotar que el Instituto de Energía Nuclear y Energías Alternativas ha pasado una propuesta a Planeación Nacional para la realización del estudio.

**2.** Los estudios del potencial eólico realizados hasta el momento en Colombia, indican que las zonas de La Guajira y San Andrés y Providencia tienen un potencial energético de los más grandes en América Latina.

**3.** La energía eólica puede ser una solución viable como apoyo al sistema eléctrico nacional en el caso de la interconexión. En zonas geográficas aisladas, donde la interconexión con el sistema eléctrico nacional no es viable económicamente, los sistemas autónomos eólico-diesel / eólico-fotovoltaico constituyen la mejor solución.

**4.** El desarrollo dinámico de la tecnología de los aerogeneradores de potencias medias y altas, a nivel mundial, hace pensar que el precio por kwh producido será competitivo frente a las fuentes de producción energética tradicionales.

## Bibliografía

1. *Association of danish windmill manufacturers. Wind power in the 90's. Dinamarca, 1991.*
2. *Both D, Van der Stelt. Catalogue of windmachines. CWD 84-2, 1984.*
3. *Catálogos comerciales: Vestis, Mitsubishi, MWT250, Elektro, Zond Systems, Fayette, Pwani, Micon, Windmaster, Aeolus, Energie Systemen, Vestas, Lagerwey, LMW, Riso.*
4. *Clarke A. Wind energy. Progress and potential. Energy Policy, october 1991.*
5. *European Wind Energy Association. Wind Energy in Europe. 1991.*
6. *Freris L, Attwood J, et al. An autonomus power system supplied from wind and diesel. Proceedings EWEC, Alemania, 1984.*
7. *Fritzsche A, Knobel U, et al. Field tests and application potential of wind-diesel power plants and non-electric wind energy systems for remote and rural areas. Proceedings EWEC, Alemania, 1984.*
8. *Gipe, Paul. Wind energy comes of age. California and Denmark. Energy Policy, october, 1991.*
9. *Hensing PC. Perspectives of cost reduction of large windturbines. Wind Energy. Technology and Implementation. Proceedings EWEC, 1991.*
10. *Lynette R. Status of Wind Power Industry. Proceedings Ninth ASME Wind Energy Symposium. USA, 1990.*
11. *McNelis B, Fraenkel P. Solar & Wind technologies for developing countries: Current status and anticipated developments. Intermediate Technology, 1984.*
12. *Olade. Atlas preliminar de vientos para América Latina. Vol. III, 1983.*
13. *Pesenca. Energía del viento para la Costa Atlántica. 1985.*
14. *Prieto, Camilo. Mapa de vientos de Colombia. Universidad Nacional, 1985.*
15. *Rodríguez, Julio M. Wind energy research at the Guajira region, Colombia, and institutional experience. International Workshop WERA, Holanda, 1991.*
16. *Rodríguez, Julio M. Informe presentado a la Comisión Nacional de Energía-Instituto de Asuntos Nucleares. 1991.*
17. *Urquijo, Jaime. Análisis estadístico de los vientos en Colombia. Universidad Nacional, 1984.*
18. *Cross, Bruce. Editor. European directory of Renewable Energy. Suppliers and Services. Ed. James & James, Londres, 1991.*



# CORFERIAS

## Motor de Desarrollo de América Latina

Calendario de Eventos Feriales para 1993 y 1994		Primer semestre
<b>IX AGROEXPO</b> Es la feria más importante de América Latina, con lo último en maquinaria agrícola, salones especializados del sector, además de una destacada exposición ganadera, equina y de especies menores. Julio 14 - 25	<b>COLOMBIAN LEATHER MARKET</b> En asocio con ASOCUEROS, CORNICAL Y FEDECURTIDORES. Agosto 4 - 7 de 1993	<b>III EXPOSALUD</b> Evento que reúne a fabricantes e importadores en torno a los avances científicos en equipos médicos, odontológicos y hospitalarios. Con el auspicio de la Academia Nacional de Medicina. Agosto 24 - 29 de 1993
<b>PROFLORA</b> Es la feria internacional de las flores, donde se resalta la imagen de la floricultura colombiana. Organizada por Asocoliflores. Septiembre 1 - 5 de 1993	<b>X FERIA DEL HOGAR</b> Certamen con el atractivo de venta directa al público de bienes de consumo nacionales e importados. Sept. 17 - Oct. 3 de 1993	<b>JUVENALIA</b> Festival de la infancia y la juventud, recoge y divulga la inquietud juvenil a través de sus expositores cuyos productos están relacionados directamente con el público infantil y juvenil, nuestros invitados de honor. Sept. 24 - Oct. 3 de 1993
<b>EXPOCIENCIA</b> En el marco de la apertura económica es la muestra de los últimos avances científicos y tecnológicos a nivel nacional e internacional. En asocio con la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia. Octubre 7 - 15 de 1993	<b>XII COMPUXPO-SOFTWARE - II TELEXPO</b> Feria internacional que pone al servicio de Colombia lo último en computadores, programas, telecomunicaciones y equipos de oficina. En asocio con ACIS y ACUC. Octubre 21 - 28 de 1993	<b>EXPOENERGIA</b> (Minas, petróleo, energía eléctrica) Amplia el horizonte económico del sector en los cinco continentes, con equipos, tecnología y nuevas inversiones. Noviembre 3 - 7 de 1993
<b>ANDIGRAFICA 93</b> Feria internacional de la Industria Gráfica. Con el asocio de Andigraf. Noviembre 16 - 21 de 1993	<b>FERIA INTERNACIONAL DEL AUTOMOVIL (SALON NAUTICO)</b> Muestra comercial y deportiva de los últimos modelos de automóviles, motos, lanchas y accesorios. Nov. 25 - Dic. 5 de 1993	<b>III EXPOARTESANIAS</b> Con lo más representativo en artesanías colombianas y de otros países. Con el asocio de Artesanías de Colombia. Diciembre 10 - 19 de 1993
<b>COLOMBIAN LEATHER MARKET</b> Febrero de 1994	<b>VITRINA TURISTICA DE ANATO</b> Marzo de 1994	<b>EXPOSPORT</b> Abril de 1994
<b>VII FERIA INTERNACIONAL DEL LIBRO</b> Abril de 1994	<b>GONDOLA</b> Junio de 1994	<b>EXPOPARTES</b> Junio de 1994
<b>XX FERIA INTERNACIONAL DE BOGOTA</b> La vitrina más vendadora de América Julio 14 - 24 de 1994		

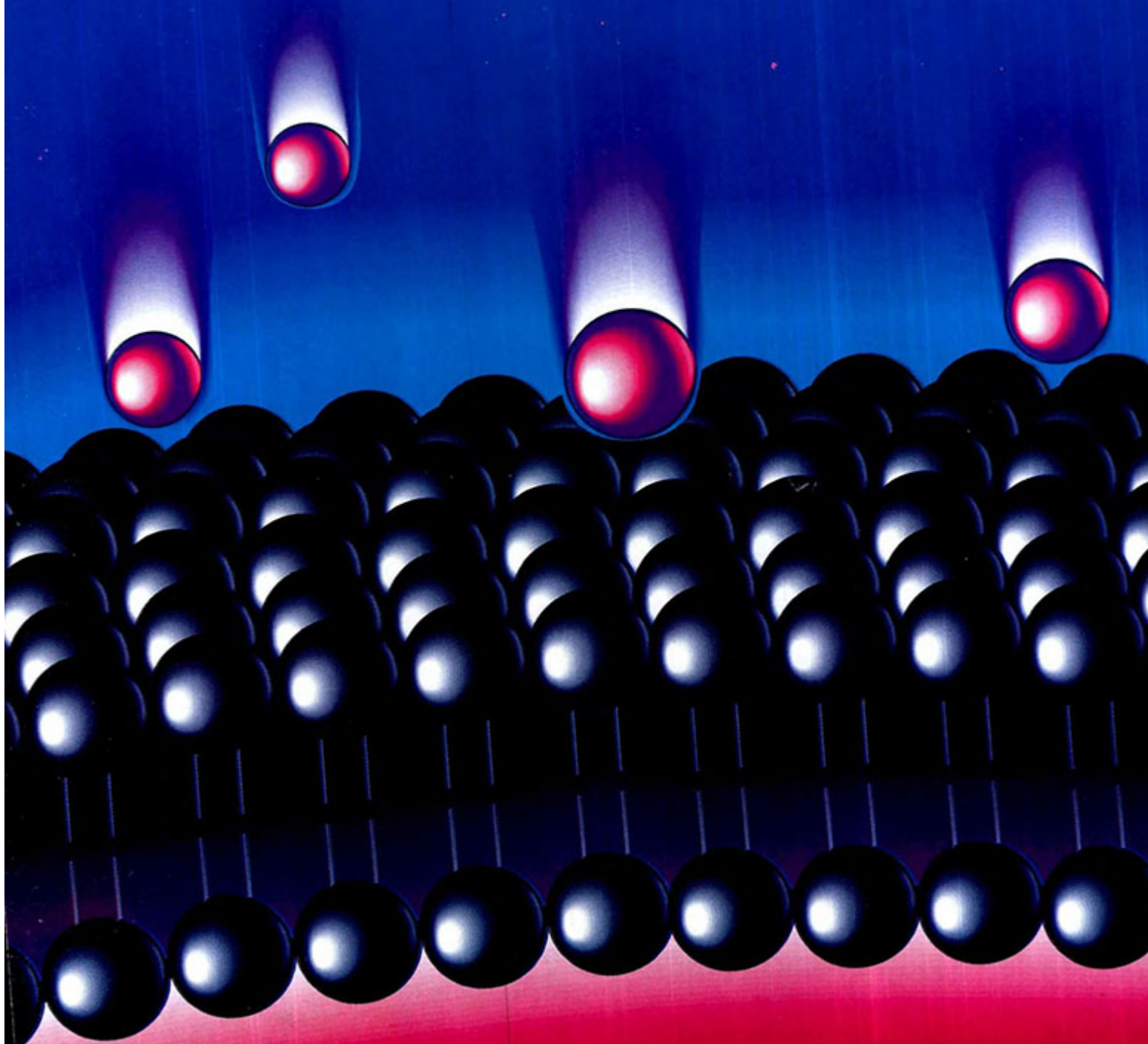


Carrera 40 No. 22C-67  
Apartado 6843  
Teléfono 244 0100  
Fax 268 8469  
Santafé de Bogotá D.C.  
Colombia



**CORFERIAS**  
LO HACE POSIBLE

# Mensajes transmembr



**Diego L. Saaibi S.**  
Residente de Reumatología  
Hospital San Juan de Dios

**Mauricio Pérez G.**  
Director Médico, Schering-Plough S. A.

**Federico Rondón M.**  
Profesor de Reumatología  
Hospital San Juan de Dios

**Antonio Iglesias G.**  
Director, Instituto Nacional de Salud  
Profesor Asistente de Reumatología  
Hospital San Juan de Dios

## Un novedoso y complejo sistema en Biología Celular

**L**a membrana celular de los organismos está compuesta por una doble capa de fosfolípidos con su porción hidrofílica haciendo contacto tanto con el medio intracelular como con el extracelular. Tiene múltiples funciones, al mismo tiempo que genera una barrera prácticamente impermeable para las sustancias o mensajes que, desde el medio extracelular, deben ser llevados al interior de la célula.

Aparecen entonces los receptores, entendiéndose por ellos cualquier molécula de la superficie celular que une en forma fuerte y específica una segunda molécula determinada (receptor operacional), o también aquella clase de proteínas presentes en la superficie celular que transmiten información hacia el interior de la célula (receptor funcional).

Existen tres tipos de receptores<sup>1</sup>:

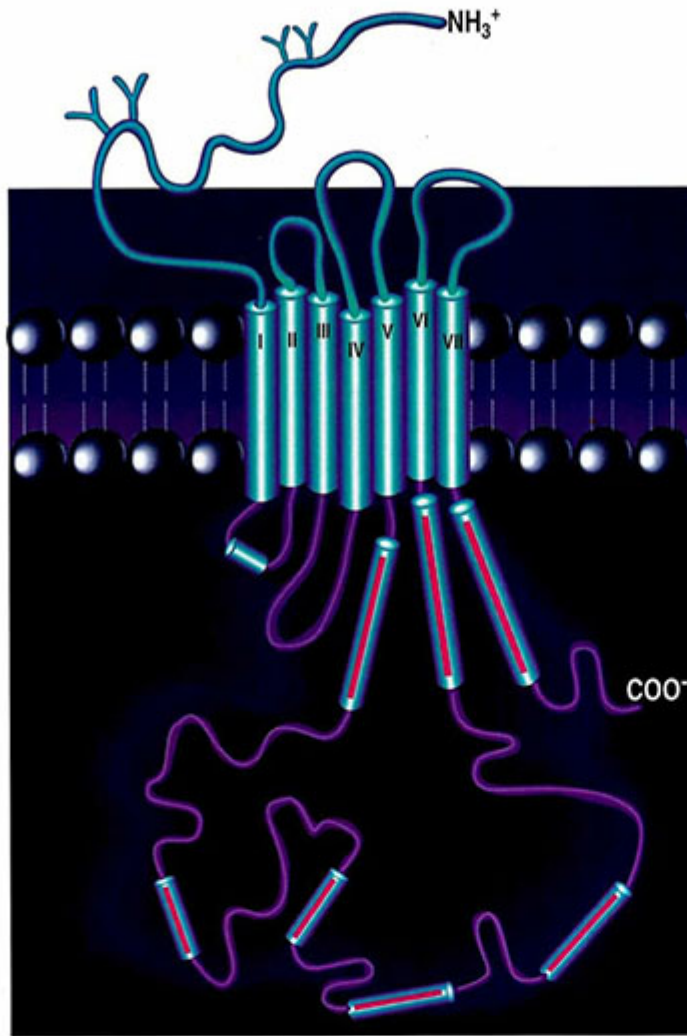
1. Canales
2. Receptores ligados a las proteínas G
3. Receptores ligados a la tirosina quinasa

### Canales

Los canales de iones permiten que ciertos tipos de moléculas atraviesen la membrana celular a una velocidad cercana a un millón de iones por segundo y por canal. No requieren de energía para este transporte. La mayoría son selectivos y sólo permiten el paso de un tipo de ion a través de ellos<sup>2</sup>.

En cuanto a los canales de iones, como tales, sólo se han descrito cuatro<sup>1</sup>: los asociados con la acetilcolina del tipo nicotínico, los del ácido gamma-aminobutírico (GABA), los de glutamato y los de glicina.

Tienen como característica común el ser proteínas transmembrana, es decir, que la comprometen en todo su espesor, y el hecho de que el ligando induce un cambio estructural del receptor, produciendo un poro acuoso que finalmente permite el paso de iones con base en un gradiente eléctrico u osmótico.<sup>3</sup>



**Figura 1.**  
Modelo de receptor de membrana mediado por proteína G.

Su función puede ser excitatoria, como la acetilcolina y el glutamato al permitir el ingreso de  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  así como el canal de calcio mediado por glutamato, o también inhibitoria, como por ejemplo el GABA y la glicina en relación con el ion  $\text{Cl}^-$ .<sup>3, 4</sup>

ros primarios.<sup>6</sup> Así, en este momento se conocen 80 distintos receptores que reconocen 40 mediadores. En contraste, las funciones efectoras, acopladas en la mayoría de los casos con los receptores mediante proteínas G, no sobrepasan el número de 15.

Las proteínas G se llaman así porque ligan nucleótidos de guanina. Adheridas a la superficie interna de la membrana celular, estas proteínas actúan, a su vez, sobre intermediarios unidos igualmente a ellas, que reciben el nombre de efectores. A menudo, el efector es una enzima que convierte la molécula de un precursor inactivo en un segundo mensajero activo; éste se difunde por el citoplasma y puede así transportar la señal más allá de los límites que marca la membrana.<sup>7</sup>

Sutherland, en la década de los 50, estudiando el mecanismo de acción de la adrenalina, encontró que ésta provocaba un cambio en una enzima de la membrana plasmática y la capacitaba para convertir el nucleótido adenosina trifosfato (ATP) en una sustancia hasta entonces desconocida, el AMP cíclico (citado en Rodbell M., et al.<sup>8</sup>). La enzima en cuestión era otra molécula desconocida, a la que posteriormente se le dio el nombre de adenil ciclasa (hoy llamada adenilciclase). Los primeros en sugerir la presencia de las proteínas G como mediadores de este efecto fueron Martin Rodbell y Lutz

## Receptores ligados a proteínas G

Para que una persona pueda pensar, actuar o simplemente existir, las células de su cuerpo deben comunicarse entre sí, comunicación que se efectúa al poner en marcha mensajeros químicos. El 80% de las hormonas, neurotransmisores, neuromoduladores y factores autocrinos y paracrinos que regulan las interacciones celulares (primeros mensajeros) provocan la respuesta por combinación con receptores específicos que se acoplan a funciones efectoras mediante proteínas G (segundos mensajeros).<sup>5, 6</sup> El número de receptores es aún más grande que el número de mensaje-

**El 80% de las hormonas y neurotransmisores actúan mediante las proteínas G.**

Birnbaumer, quienes demostraron la necesidad del GTP para la activación de la adenilciclase y mediar así los efectos del glucagón.<sup>8</sup> Posteriormente Cassel y Selinger mostraron en estudios con la adrenalina que ésta no sólo provocaba la activación de la adenilciclase sino que también generaba la conversión de GTP en GDP. Finalmente, Alfred G. Gilman, Elliott M. Ross y otros investigadores no tardaron en definir y descubrir la composición de la proteína G y sus moléculas efectoras (citado en Bourne H. R., et al.<sup>9, 10</sup>).

Se sabe que los receptores mediados por proteínas G constan de siete dominios transmembrana conectados por asas intra y extracelulares (**figura 1**).<sup>11</sup> Las columnas transmembrana interactúan unas con otras para formar un nicho, sitio en el cual el agonista se une e induce el cambio estructural que lleva a la activación de la proteína G. De estas asas la segunda y tercera son las más importantes en la activación del heterodímero de proteínas G. Este heterodímero está compuesto por tres subfracciones: la alfa, la gamma y la beta, y al ser activado se disocia en una fracción alfa y otra beta-gamma. La subunidad alfa libre intercambia el GDP, que se encontraba unido previamente, por GTP para luego interactuar con los sitios P y G de la región terminal de la fosfolipasa C-Beta-1. Por otro lado, parece ser que la subfracción beta-gamma interactúa a su vez con la fosfolipasa C-Beta-2. Estas fosfolipasas se convierten entonces en el efector de las proteínas G. La activación de estas sustancias es limitada por la actividad intrínseca de GTPasa que posee la subfracción alfa y cuyo tiempo de acción es de minutos aproximadamente.<sup>7</sup> Una vez el GTP pierde un grupo fosfato, el dímero beta-gamma se une avidamente a la fracción alfa-GDP y el receptor se encuentra, entonces, nuevamente inactivo.<sup>7</sup>

Para lograr este ciclo de activación de segundos mensajeros intracelulares, el primer mensajero extracelular debe seguir tres

pasos para completar su acción. Estos son la unión con el receptor, seguido por la transducción y la ejecución final. Los estudios de los receptores de las superfamilias de hormonas tiroideas y esteroideas, que incluyen

mineralocorticoides, glucocorticoides, estrógenos, progestágenos, andrógenos y la vitamina D<sub>3</sub>, han mostrado una fracción común del receptor que es el encargado de ligar al agonista. Su secuencia de aminoácidos debe ser exacta, ya que se sabe que, por ejemplo, la resistencia a la acción de la vitamina D es resultado de la mutación de tan sólo un nucleótido en el codón de ensamble del receptor.<sup>12</sup>

Las proteínas G se clasifican según la identidad de las subunidades alfa. Con base en la secuencia de aminoácidos de las subunidades alfa estas proteínas se agrupan en cuatro grupos homólogos:

1. Gs (cuatro isoformas derivadas de un mismo gen).
2. Tres Gi y una Go, todas sustrato de la toxina pertusis, codificadas por diferentes genes.
3. Una Gz/x de la que se conoce el gen pero no la proteína (tampoco se conoce su función).
4. Dos clases de proteínas G sensoriales: las transducinas (Gt-r en los bastones y Gt-c en los conos) y G-olf en el epitelio olfatorio, que estructuralmente pertenecen al grupo de las Gs.

Los grupos Gs, Gt, G-olf son sustratos para la toxina del cólera, enzima que cataliza la transferencia de la ADP-ribosa del NAD a un residuo de arginina llevando a una activación persistente gracias a la inhibición de su actividad GTP-asa.

Varios tipos de Go y Gi en el cerebro acoplan neurotransmisores y hormonas a canales de calcio y potasio con actividad estimuladora o inhibitoria según el tipo de canal.

Los grupos de Gt y Gc son activados por la rodopsina una vez ésta es activada por la

**P**ara que una persona  
pueda pensar, actuar  
o simplemente existir,  
las células de su cuerpo  
deben comunicarse  
entre sí, comunicación  
que se efectúa al poner  
en marcha mensajeros  
químicos.

## Los receptores ligados a tirosina quinasa se encuentran presentes en todo el organismo, en especial en el cerebro.

luz. Entonces las subfracciones G-alfa activan la fosfodiesterasa GMPc específica, así la GMPi cae rápidamente y esto provoca el cierre de los canales de sodio y la hiperpolarización de la célula, iniciando la señal eléctrica que es transmitida hacia la corteza visual.

La acción en general de las proteínas G como segundos mensajeros se traduce entonces en efectos sobre canales de calcio, activación de las adenilciclasas y sobre las fosfolipasas, llevando al flujo de iones, producción de AMPc

y de inositol-3-fosfato o diacilglicerol respectivamente (**figura 2**).

Algunas implicaciones clínicas están dadas por los receptores beta-adrenérgicos para ACTH, secretina y glucagón al actuar sobre el tejido graso, estando todos acoplados a la proteína Gs; en el hígado, receptores alfa-1-adrenérgico de vasopresina tipo 1a y de angiotensina 2, inducen la glicogenólisis mediada por calcio mediante la activación de la proteína Gp que activa la fosfolipasa C; y en la aurícula receptores muscarínicos M2 y de adenosina A1 y de neuropéptido Y median un efecto bradicárdico luego de la activación de canales de potasio, estimulados por la proteína Gk (**tabla 1**)<sup>7</sup>.

Así mismo, uno de los péptidos vasoactivos liberado por el endotelio vascular, la endotelina, demuestra cómo los segundos mensajeros ofrecen multiplicidad de respuestas para un mismo antagonista; sobre la célula endotelial aumenta la producción de óxido nítrico y prostaciclina, dando como resultado vasodilatación; mientras que en la célula muscular lisa, por intermedio de proteínas G, fosfolipasa y proteína quinasa C, aumenta el  $Ca^{++}$  intracelular y produce vasoconstricción.<sup>13</sup>

### Receptores ligados a tirosina quinasa

Este tipo de receptor se encuentra presente en todo el organismo, en especial en el

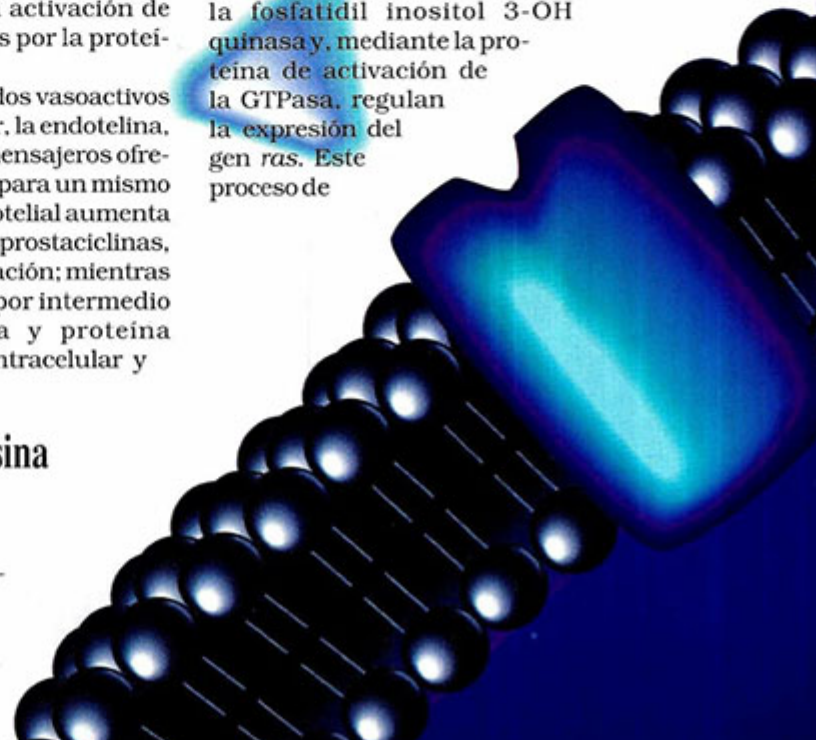
cerebro. Interviene en múltiples procesos intracelulares entre los cuales los más destacados son el crecimiento y división celular y el flujo de calcio.

Existen tres subtipos de receptores: aquellos relacionados con la insulina, los relacionados con el factor de crecimiento epidérmico y los relacionados con el factor de crecimiento derivado de las plaquetas.

El receptor consiste en una proteína transmembrana que presenta una tirosina quinasa en su porción citoplasmática. Su activación resulta de la aproximación y formación de dímeros entre dos o más receptores para producir la autofosforilación de los sitios activos de estas tirosina quinasa, llevando así a la formación de un sitio hábil para interactuar con la fosfolipasa-gamma-1 sobre un residuo de tirosina fosforilada y finalmente la hidrolización del fosfatidil-inositol-difosfato (PIP2), que conduce a la producción de diacilglicerol e inositol-trifosfato. El PIP2 se encuentra presente sobre la cara interna de la membrana celular.

### Efectos de la activación de los receptores de tirosina quinasa

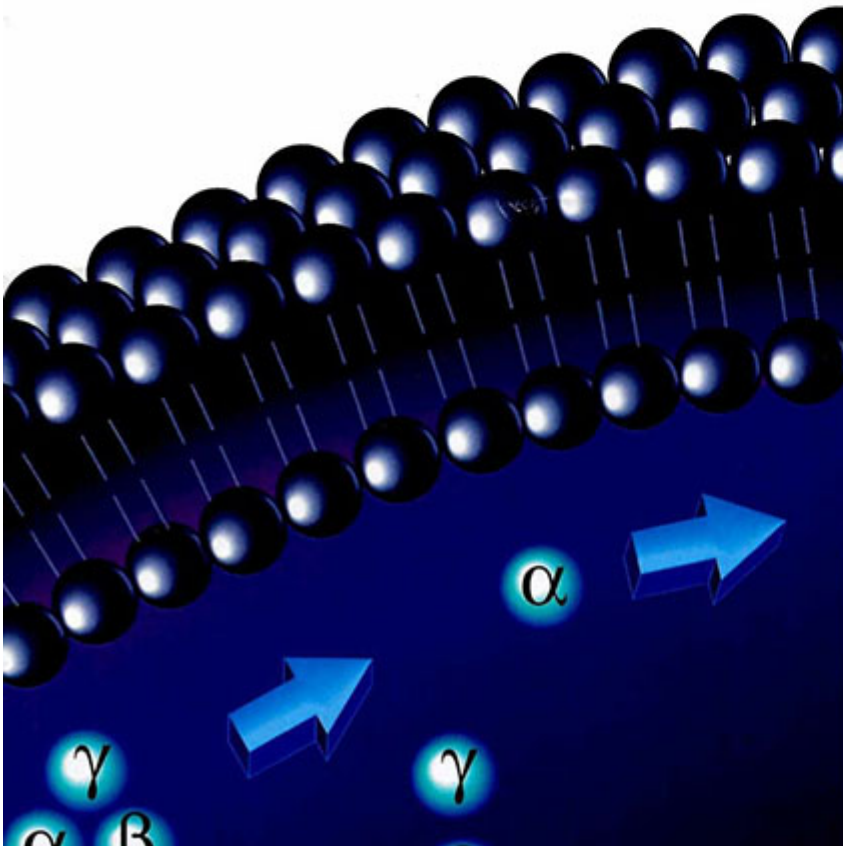
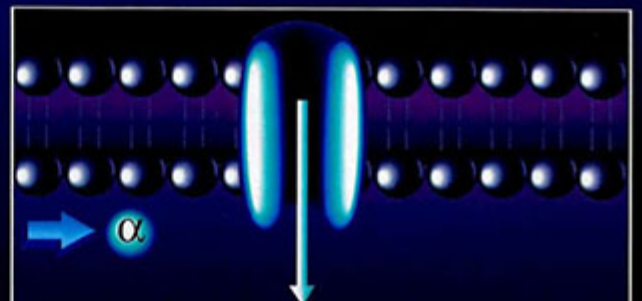
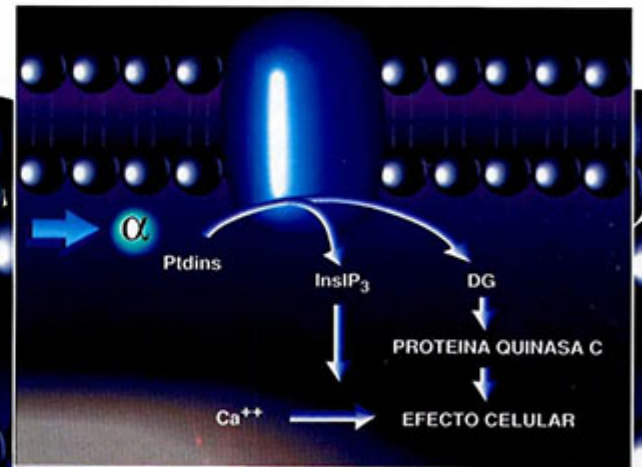
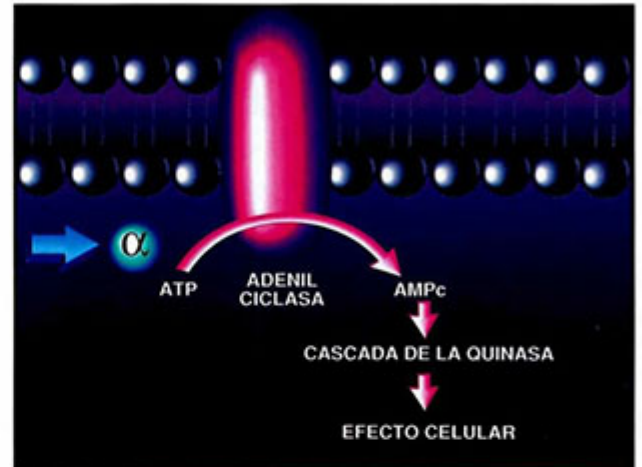
Los receptores asociados a tirosina quinasa estimulan, por intermedio de ATP, la fosfolipasa-C-gamma-1 o la fosfatidil inositol 3-OH quinasa y, mediante la proteína de activación de la GTPasa, regulan la expresión del gen *ras*. Este proceso de



**Figura 2.** Después de activada la proteína G por un mensajero extracelular, ésta estimula: a) la adenilciclasa que genera AMPc a partir de ATP; b) fosfolipasa que desdobla el fosfatidil inositol (Ptdins) en inositol trifosfato (InsP<sub>3</sub>) y diacilglicerol (DG), y c) los canales de calcio, permitiendo mayor flujo de calcio al interior de la célula. El AMPc, el InsP<sub>3</sub>, el DG y el calcio van a desencadenar el evento fisiológico celular deseado.

activación consume energía en la forma de ATP, no sólo durante la activación de las moléculas efectoras directas sino también en las cascadas metabólicas generadas a su vez por ellas.

En las células no estimuladas, la fosfolipasa-C-gamma-1 se encuentra predominantemente en el citosol y se involucra en la membrana en el momento de la activación del receptor. Esta asociación tiene dos consecuencias básicas: la fosforilación de sus residuos específicos de tirosina y el lograr colocarse en contacto con su sustrato el fosfatidil inositol difosfato. Como consecuencia de lo anterior se inicia la producción de diacilglicerol y fosfatidil inositol



EVENTOS FISIOLÓGICOS MEDIADOS POR PROTEÍNA G				
ESTIMULO	CEL. RECEPTORA	PROTEÍNA G	EFECTOR	EFEECTO
Epinefrina, glucagón	Célula hepática	Gs	Adenilciclase	Desdoblamiento del glucógeno
Epinefrina, glucagón	Célula grasa	Gs	Adenilciclase	Desdoblamiento de lípidos
Hormona luteinizante	Folículo ovárico	Gs	Adenilciclase	Incremento de la síntesis de estrógenos y progesterona
Acetilcolina	Célula miocárdica	Gi	Canal de potasio	Disminución del pulso y de la fuerza de contracción
Encefalinas, endorfinas y opioides	Neuronas	Gi / Go	- Canales de potasio y calcio - Adenilciclase	Modificación de la actividad eléctrica de la neurona
Angiotensina	Músculo liso vascular	Gq	Fosfolipasa C	- Contracción muscular - Incremento en la tensión arterial
Aroma	Célula neuroepitelial de la mucosa nasal	G-olf	Adenilciclase	Discriminación del olor
Luz	Conos y bastones de la retina	Gt	Fosfodiesterasa GMPc	Detección de la señal visual

Tabla 1.

trifosfato (InsP3). Cuando la fosforilación ocurre en los residuos de serina en lugar de los de tirosina la enzima es inactivada.

## Depósito de calcio intracelular

Estos depósitos constan de tres estructuras esenciales: las bombas que secuestran el calcio, las proteínas que ligan el calcio (calsequestrina y calreticulina) y los canales específicos de calcio que liberan el calcio de nuevo al citoplasma (relacionados con el inositol trifosfato y el RYR, un subtipo específico de receptor de calcio). Los canales específicos de calcio parece que funcionan en forma independiente pero interactúan uno con otro para generar señales dependientes de calcio.

## Liberación de calcio dependiente de InsP3

Al parecer la estructura tridimensional de este receptor presenta en su superficie cuatro sitios de unión del InsP3 que son inversamente cooperativos en la liberación

del calcio. Es decir, con un nivel determinado de InsP3 se libera una pequeña cantidad de calcio y para lograr una segunda liberación es necesario una cantidad mayor de InsP3 actuando sobre el receptor. La sensibilidad de este receptor depende del contenido de calcio en el retículo endoplásmico, de tal forma que la sensibilidad aumenta a medida que el contenido de calcio aumenta en el retículo. Es posible que los receptores expresados en la superficie de estos organelos varíen en su sensibilidad a la estimulación por el InsP3.

## Liberación de calcio inducida por calcio

El calcio liberado es capaz, por sí mismo, de producir una estimulación directa de los receptores RYR y generar un aumento súbito del calcio intracelular debido a la liberación masiva desde el retículo endoplásmico. Este mecanismo se observa en la célula miocárdica y en células no musculares como el acino pancreático. Su mecanismo de acción semeja la respuesta del todo o nada del potencial de

acción de las neuronas, en donde el receptor RYR tendría dos expresiones, una de baja afinidad que liberaría la primera porción de calcio y una segunda de alta afinidad que sería reclutado por la concentración de calcio intracelular y que a su vez sería el responsable de la liberación masiva de calcio luego de la autoestimulación por este mismo ion. El mecanismo arriba descrito se denomina oscilaciones de calcio y así como se describe para el receptor RYR se piensa que existe para el receptor de InsP3.

### Fosfato de inositol y el influjo de calcio

El trifosfato de inositol cumplió 10 años de haber sido descubierto. Su papel en el metabolismo del calcio le valió, al doctor Michael J. Berridge, el Premio Lasker en 1989. Actualmente se conoce que mediante canales estimulados por el InsP3 que contiene ácido siálico se aumenta la concentración de calcio intracelular en los linfocitos.<sup>14</sup> En

forma similar el epitelio olfatorio tiene también canales de calcio mediados por este segundo mensajero.<sup>15</sup> Este InsP3 es metabolizado a un compuesto que mantiene actividad sobre receptores específicos de calcio y se denomina inositol tetrafosfato (InsP4). Este subtipo de receptor se ubica en forma predominante sobre el retículo endoplásmico y no es estimulado por el InsP3.

Existe otro mecanismo por el cual el InsP3 media el influjo de calcio y es a través de un complejo mecanismo que incluye el retículo endoplásmico y la concentración de calcio contenido en él. Existe una porción de RE que está en la proximidad de la membrana plasmática. Cuando esta porción del RE se encuentra com-

pletamente cargada de calcio disminuye el flujo de calcio a través de la membrana, y cuando por algún mecanismo los depósitos de calcio del RE disminuyen, la entrada de

calcio se facilita. Este mecanismo se piensa ocurre en las glándulas lacrimales y en los mastocitos. El aspecto más difícil de comprender en este mecanismo es cómo el contenido de calcio del RE determina la entrada de calcio a través de la membrana. Una explicación es que la estructura tridimensional del receptor del InsP3 por intermedio de su porción cefálica mantiene la comunicación entre estas estructuras. El cambio inicial, luego de la estimulación por el InsP3, generaría la liberación de calcio desde el RE y posteriormente, a medida que los depósitos se ven depletados, la estructura del receptor cambia e interactúa con la membrana. Es posible que este último cambio sea también facilitado por el InsP4.

### Aspectos espaciotemporales de la señal de calcio

En las células en las que el InsP3 media la liberación del calcio existe, además, una forma específica de liberación del mismo, la cual comienza en un polo de la célula para propagarse posteriormente hasta el otro extremo. Esta forma espacial de "propagación del mensaje" está mediada en parte por los receptores de membrana de InsP3 que facilitarían la entrada inicial de calcio en la célula y, posteriormente, por mecanismos de autoestimulación, se liberaría calcio a partir de los depósitos intracelulares al excitar los receptores de InsP3 o RYR presentes en el RE, y por cambios en el pH intracelular al disminuir la capacidad buffer de los depósitos de calcio.

### Ondas intracelulares de calcio

Las ondas de calcio no permanecen en una sola célula sino que pueden migrar a otras por intermedio de dos mecanismos. Primero, mediante las uniones gap por la difusión de calcio o de InsP3<sup>16</sup>; y en las células que carecen de uniones gap esta señal se propaga a través de segundos mensajeros como el ATP liberado durante el aumento de calcio intracelular.<sup>17</sup>

### Fertilización y desarrollo

El sistema de señales por fosfoinositoles se encuentra bien desarrollado en los gametos

**El sistema de señales por fosfoinositoles se encuentra bien desarrollado en los gametos y regula eventos básicos de estas células.**

**Aún quedan  
grandes interrogantes  
por dilucidar,  
que permitirán  
comprender muchos  
de los mecanismos  
moleculares de la  
enfermedad.**

---

---

y regula eventos básicos de estas células. Contribuye a la maduración del oocito en los bovinos y ratones. Luego de su maduración y al entrar en contacto con la esperma para ser fecundado, el calcio inicia el desarrollo del embrión por mecanismos no conocidos, quizás mediados por el InsP3 por intermedio de un segundo mensajero que excita una tirosina quinasa y ésta a su vez activa la fosfolipasa C-gamma-1. Otros mecanismos propuestos incluyen la liberación de calcio mediada por ADP ribosa y por GMP cíclico.<sup>18</sup>

Una vez se inicia el desarrollo, cada mitosis coincide con un pico de calcio intracelular. En estados más avanzados del desarrollo del embrión se han demostrado elevaciones súbitas de los niveles de InsP3 de entre dos y cuatro veces, coincidiendo con la inducción del mesodermo cuando el embrión es más susceptible a los efectos teratógenos del litio.<sup>19</sup>

### Crecimiento celular

En los organismos completamente desarrollados la mayoría de sus células se encuentran en fase G0 del ciclo celular pero conservan la posibilidad de realizar mitosis. Las quinasas dependientes de las ciclinas y las ciclinas mismas contribuyen a la síntesis de ADN y a la formación de factores promotores de maduración durante las fases G1/S y G2/M respectivamente. Los eventos que intervienen en el estado G1 finalizan en la síntesis de factor promotor de ADN. Durante la activación de estos factores los efectos inhibitorios de los factores de supresión de transcripción como son el E2F y el DRTF1 o los de supresión de tumores son inhibidos al ser fosforilados y abandonar el núcleo. Así, tanto los receptores dependientes de proteínas G como los mediados por inositoles intervienen en diferentes formas en la iniciación del ciclo de producción de ADN.

En forma específica, en los linfocitos la estimulación de los receptores de antígenos está mediada por el InsP3 que aumenta la concentración de calcio intracelular, facilita la translocación de factores de transcripción desde el citoplasma hacia el núcleo y estimula la calcineurina, la cual es una de las moléculas de ataque de la ciclosporina A. La sobreexpresión de la calcineurina en la membrana hace resistente la célula a los efectos de la ciclosporina A.<sup>20</sup>

### Transformación celular

La transformación de células en tumores incluye el exceso en los mecanismos que controlan el crecimiento celular. Algunos de estos pasos se han visto ligados a la mutación de los protooncogenes *ras* y *myc* o a la remoción de sustancias inhibitorias como los genes supresores de tumores como los Rb y el p53.<sup>21</sup>

### Plasticidad sináptica y neuromodulación

Se postula el papel del InsP3 y el calcio en los mecanismos de memoria, debido a su alta concentración en las membranas de neuronas del cerebro y cerebelo.<sup>22</sup> Se piensa que los receptores de InsP3 median la arborización de las células de Purkinje en el cerebelo. Se deduce además que las neuronas de Purkinje y del hipocampo presentan cambios en la transmisión neuronal debido a mensajes por InsP3 luego de la estimulación de receptores de glutamato.<sup>23</sup>

De esta forma se han descrito en forma rápida algunos de los conceptos hasta ahora conocidos sobre los mecanismos que gobiernan los mensajes intracelulares mediados por segundos mensajeros. Aún quedan muchos interrogantes por dilucidar que permitirán comprender, luego de su descubrimiento, muchos de los mecanismos moleculares de las enfermedades que actualmente padece el ser humano.



## Bibliografía

1. Stevens C. Transmembrane signaling by receptors. in Harrison's Principles of Internal Medicine. Wilson JD, Editor. 12th edition, McGraw-Hill, New York, 1991, pp. 71-73.
2. Lewis DL, Lechleiter JD, Kim D, Nanavati C, Clapman DE. Intracellular regulation of ion channels in cell membranes. Mayo Clin Proc 65: 1127-1143, 1990.
3. Armstrong CM. Voltage dependent ion channels and their gating. Physiol Rev 72(4): S 5-13, 1992.
4. Andersen OS, Koeppe R E II. Molecular determinants of channel function. Physiol Rev 72 (4): S 89-158, 1992.
5. Freissmuth M, Gilman A. G Proteins and the regulation of second messenger systems, in Harrison's Principles of Internal Medicine. Wilson JD, Editor. 12th edition, McGraw-Hill, New York, 1991, pp. 392-397.
6. Birnbaumer L, Brown AM. G proteins and the mechanism of action of hormones, neurotransmitters and autocrine and paracrine regulatory factors. Am Rev Respir Dis 141: S106-S114, 1990.
7. Linder ME, Gilman AG. Proteínas G. Investigación y Ciencia, septiembre 1992, pp. 20-28.
8. Rodbell M, Krans HMJ, Pohl SL, Birnbaumer L. The glucagon-sensitive adenyl cyclase system in plasma membranes of rat liver. III. Binding of glucagon: method of assay and specificity. J Biol Chem 246: 1861-1871, 1971.
9. Bourne HR, Sanders DA, McCormick F. The GTPase superfamily conserved structure and molecular mechanism. Nature 349: 117-126, 1991.
10. Bourne HR, Sanders DA, McCormick F. The GTPase superfamily: a conserved switch for diverse cell functions. Nature 348: 125-131, 1990.
11. Berridge MJ. Inositol triphosphate and calcium signalling. Nature 361: 315-325, 1993.
12. Hughes MR, Malloy PJ, Kieback DG, Keterson RA, Pike JW, Feldman D, O'Malley BW. Point mutations in human vitamin D receptor gene associated with hypocalcemic rickets. Science 242: 1702-1705, 1988.
13. Kayne WG, Webb DJ. The endothelin family of peptides. Clinical Sciences 84: 485-500, 1993.
14. Khan AA, Steiner JP, Klein MG, Schneider MF, Snyder SH. IP<sub>3</sub> Receptor: localization to plasma membrane of T cells and cocapping with the T cell receptor. Science 257: 815-818, 1992.
15. Restrepo D, Miyamoto T, Bryant BP, Teeter JH. Odor stimuli trigger influx of calcium into olfactory neurons of the channel catfish. Science 249: 1166-1168, 1990.
16. Boitano S, Dirksen ER, Sanderson MJ. Intracellular propagation of calcium triphosphate. Science 258: 292-295, 1992.
17. Osipchuk Y, Cahalan M. Cell-to-cell spread of calcium signals mediated by ATP receptors in mast cells. Nature 359: 241-244, 1992.
18. Galione A, Lee HC, Busa WB. Ca<sup>2+</sup>-induced Ca<sup>2+</sup> release in sea urchin egg homogenates: modulation by cyclic ADP-Ribose. Science 253: 1143-1156, 1991.
19. Maslanski JA, Leshko LA, Busa WB. Lithium-sensitive production of inositol phosphates during amphibian embryonic mesoderm induction. Science 256: 243-245, 1992.
20. O'Keefe SJ, Tamura J, Kincaid RL, Tocci MJ, O'Neil EA. FK-506-and CsA-sensitive activation of the interleukine-2 promoter by calcineurin. Nature 357: 692-694, 1992.
21. Druker BJ, Mamon HJ, Roberts TM. Oncogenes, growth factors and signal transduction. N Engl J Med 321(20): 1383-1391, 1989.
22. Herrero I, Miras-Portugal T, Sánchez-Prieto. Nature 360: 163-166, 1992.
23. Blackstone CD, Supattapone S, Snyder S. Inositolphospholipid-linked glutamate receptors mediate cerebellar parallel-fiber-Purkinje-cell synaptic transmission. Proc Nat Acad Sci USA 86: 4316-4320, 1988.

# INFORMACION PARA EL DESARROLLO

## CENTRO DE INFORMACION OEI



CENTRO DE  
INFORMACION

Búsqueda de información en bases de datos CD-ROM.

Búsqueda de información en bases de datos ON-LINE (DIALOG).

Ubicación y obtención de documentos primarios en el país y en el exterior.



Organización  
de Estados  
Iberoamericanos

Calle 68 No. 4A-28 Tels: 2488081 - 2118743

2487924 Fax: 2102323 - 2171257 Bogotá

Descuento del 20% en servicios para

los suscriptores de Innovación y Ciencia

# Ciencia y tecnología

## La inversión con mayor y económica

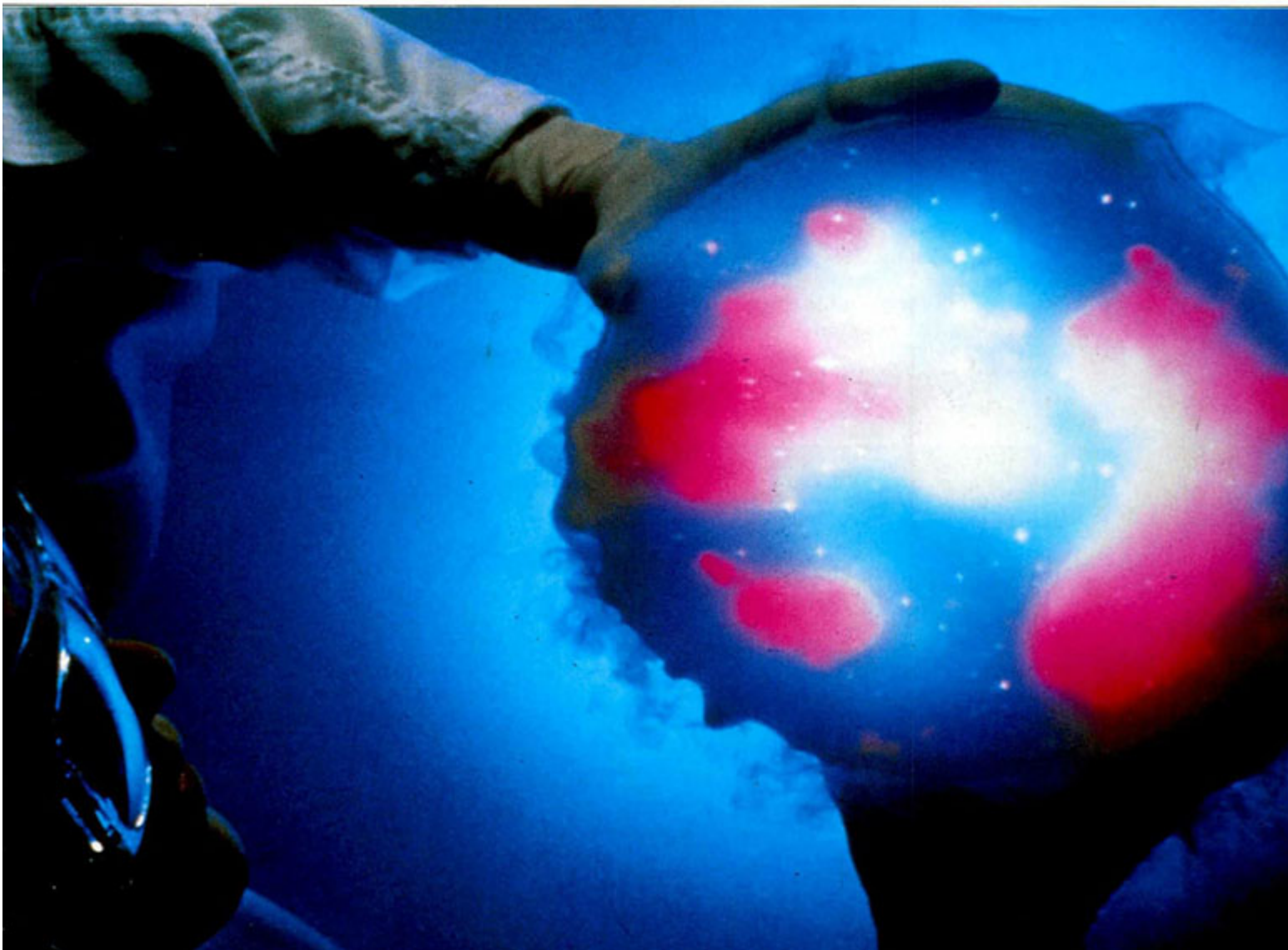
Pedro Amaya P.

*Cusiana, Caño Limón,  
Volcanera ...  
Patrimonio colombiano  
para crear bienestar y  
riqueza nacional*

Una vez más los colombianos nos encontramos frente a un regalo de la naturaleza. La historia de nuestro país está llena de ellos: oro, esmeraldas, añil, caucho, quina, café y más recientemente carbón, níquel y petróleo. Esto sin contar el nefasto que originó la multinacional más importante que ha tenido Latinoamérica en todos sus tiempos. En el futuro nos espera la riqueza de nuestra biodiversidad, tal vez el más importante de todos los regalos.



# rentabilidad social



Pero, ¿qué ha sucedido con ellos o en manos de quién se encuentra su producto?

Dos hechos claros nos conducirán a encontrar la respuesta a este interrogante. Por una parte, el número de pobres ha aumentado. Si es mayor la cantidad de pobres, significa que la riqueza continúa concentrándose.

Adicionalmente, conocemos la incapacidad del país para darle valor agregado a sus riquezas. Somos exportadores netos de productos primarios a los cuales no les adicionamos trabajo nacional. El café lo exportamos en grano, el carbón molido, el petróleo en bruto, las frutas con un simple tratamiento, etc. Si el banano y las flores no fueran productos de consumo final, seguramente tampoco les daríamos valor adicional.

Bien sabemos que la tendencia mundial es la reducción drástica del comercio de los mal llamados productos básicos y el aumento del comercio de productos manufacturados. El cambio estructural en el comercio internacional nos indica el camino a seguir.

## Cusiana, una responsabilidad cargada de futuro

Frente a la nueva esperanza llamada Cusiana, convertida en una realidad ya aceptada de 2700 millones de barriles de crudo, el crecimiento del país en los próximos años estará sustentado en la riqueza petrolera. Pero debemos comprender y hacer comprender a la dirigencia colombiana y a todos nuestros compatriotas, que aunque también se haga realidad Volcanera y se encuentren nuevos pozos, algo poco probable dada la reducida inversión en exploración, la supuesta riqueza no va a durar mucho, por lo cual los 13.800 millones de dólares netos que generará Cusiana deben ser invertidos estratégicamente.

No debe darnos miedo pensar, y menos pensar en grande. Resultan inaceptables los planteamientos de aquellos que consideran que la economía colombiana puede desquiciarse por este regalo de la naturaleza. Asombra la ausencia de propuestas originales y racionales para manejar los nuevos recursos.

**Figura.**  
Cusiana, una realidad de 2700 millones de barriles de petróleo.



Hay razón para afirmar que el país no cuenta con una imagen objetiva de lo que debe ser su futuro y carece de verdaderas propuestas, como se vio claramente en la reunión sobre competitividad celebrada en el mes de agosto en Cartagena y donde la mayoría de las intervenciones fueron de corte inmedatista.

Hoy, cuando se habla del voto programático, sería muy importante escuchar, de quienes aspiran a ocupar la Presidencia de la República, las propuestas sobre el manejo y utilización que el país debe dar a los recursos generados por Cusiana; el programa de gobierno sobre el manejo y uso de nuestra biodiversidad y nuestros recursos genéticos; y su programa de acción en ciencia y tecnología. La población pobre de Colombia no puede permitirse el único lujo que podría darse: que sus gobernantes dilapiden la riqueza nacional. Deben hacerlos responsables ante la historia de lo que hagan o dejen de hacer a este respecto.

La posición mendicante de Colombia, permanente en los ámbitos internacionales, debe sustituirse por una posición negociadora, en la cual debe remplazarse el proyecto para la donación por el contrato para negociar. No olvidemos que la índole del capitalismo está en el mercado, cuyo centro es la negociación.

## Los problemas básicos de Colombia: un reto

Los colombianos no podemos negar que vivimos en una democracia actuante, en proceso de ser más participativa y con mayor vocación para la renovación. Sin embargo, esta democracia está impregnada de inseguridad, miedo e injusticia. Fue bueno haberla decretado, pero no suficiente.

Adolecemos de muchos problemas: ausencia de verdaderos partidos políticos, debilidad del Estado, violencia, corrupción, ausencia de propósitos nacionales, pobreza, juventud sin futuro, baja capacidad de ahorro, economía especulativa, uso inadecuado de los recursos naturales. Sin duda, los principales problemas estructurales son la inequidad, la baja capacidad científica y la escasa capacidad innovadora del aparato productivo.

**Sólo a través  
del desarrollo de la  
capacidad tecnológica  
y científica podrá  
Colombia tener una  
posición competitiva a  
nivel internacional y  
mejorar las condiciones  
de vida de la mayoría de  
los colombianos.**

---

---

La concentración del ingreso, de las oportunidades y de las decisiones es, sin lugar a dudas, uno de los mayores problemas y en el cual el país tendrá que concentrar todos sus esfuerzos con el fin de crear una verdadera sociedad equitativa y solidaria. Por otra parte, sólo a través del desarrollo de la capacidad tecnológica y científica podrá Colombia tener una posición competitiva a nivel internacional y mejorar las condiciones de vida de la mayoría de los colombianos.

## “Sembrar” la bonanza

No podemos entender la internacionalización de nuestra economía solamente como la posibilidad de aumentar las importaciones. Es necesario incorporar al país en la corriente mundial, regional y subregional de bienes, servicios, tecnología y ciencia, en la cual participemos como importadores y como exportadores. Los nuevos recursos nos brindan una capacidad negociadora que debemos utilizar. Si vamos a importar, debemos exigir un trato recíproco que incluya la condición de compra de nuestros productos.

Se abre ante nosotros una oportunidad que es necesario aprovechar, y debemos ha-

cerlo consultando los altos intereses de la nación, en forma racional y estableciendo procesos que dinamicen la sociedad colombiana. Se requiere una estrategia para disminuir el impacto negativo de carácter social y ambiental, entre otros, que conlleva la puesta en marcha de proyectos en las zonas aledañas a Cusiana, pero también es indispensable que dichas zonas accedan al desarrollo, y que a la vez se logre una asignación de recursos, a través de programas, que beneficien a la totalidad del desarrollo nacional.

El próximo gobierno debe comprometerse a implementar un programa que contenga por lo menos cuatro objetivos con relación a estos nuevos recursos: realizar inversiones rentables que permitan "sembrar" la "bonanza"; llevar al país a una tasa de crecimiento de por lo menos el 10% del PIB; elaborar un programa de carácter social para sacar de la pobreza a la gran mayoría de la población, y lograr la integración subregional y regional.

No dudamos en afirmar que parte de dicho programa debe consistir en un plan estratégico de gran alcance en ciencia y tecnología. Dicho plan podrá contribuir en forma eficaz a cumplir con los objetivos señalados y a cambiar la actitud que tenemos los colombianos frente al desarrollo de la ciencia y frente a la vida misma.

## Fijar objetivos claros

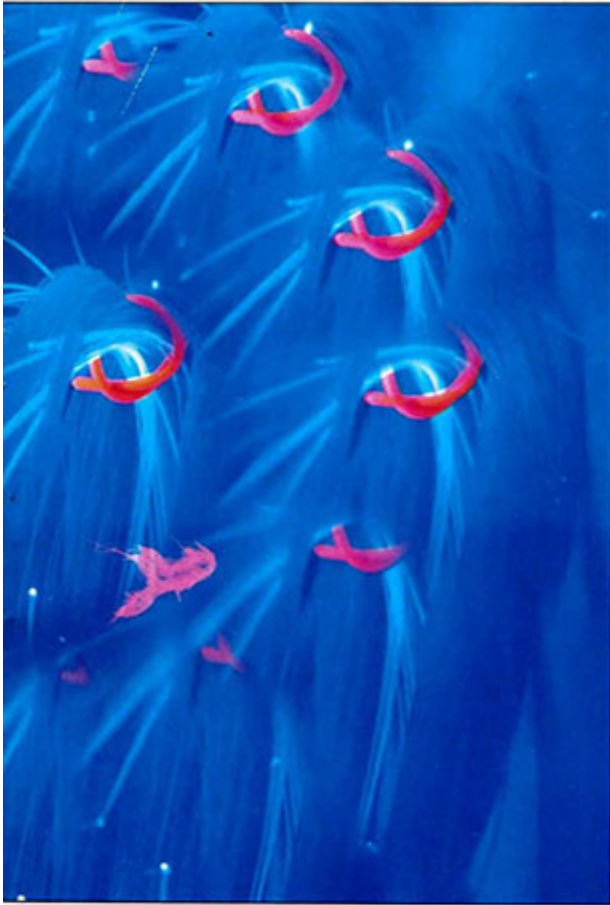
En primera instancia, es necesario definir en forma clara y precisa no los sectores sino los productos en los cuales debemos especializarnos para competir a nivel internacional, y aquellos que nos garanticen la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible. Para el caso del comercio internacional, es preciso definir, entre los productos que actualmente exportamos, cuáles continuar fortaleciendo tecnológicamente, a cuáles dar mayor valor agregado, qué nuevos productos tropicales ofrecen posibilidades para un desarrollo tecnológico competitivo, qué productos se originarán a partir de nuestros recursos genéticos, y, tal vez lo más importante, qué productos manufacturados elaboraremos para el comercio internacional, de modo que logremos crear y mantener ventajas competitivas basadas en desarrollos tecnológicos en el mediano y largo plazos.



La producción para el mercado interno requiere igualmente una estrategia de desarrollo tecnológico que incremente la productividad y la calidad de bienes y servicios, a través del mejoramiento de los procesos y los productos o de la creación de nuevos procesos y nuevos productos.

## Elementos básicos para un plan de gran alcance en ciencia y tecnología

Lo anterior se resume en la necesidad que tiene el país de diseñar, impulsar y ejecutar un programa nacional de innovación, el cual debe estar sustentado en una estrategia para el desarrollo científico nacional. Los dos han de conformar el plan estratégico de gran alcance en ciencia y tecnología, el cual es imprescindible ejecutar, con o sin los nuevos recursos de Cusiana. Lo que permitirían estos recursos es dinamizar el



proceso y financiar en forma adecuada las inversiones que sea necesario hacer en el exterior, sin que se afecten las políticas de estabilidad monetaria.

El plan debe estar conformado por dos estrategias debidamente articuladas, una de carácter internacional y otra a nivel interno.

### A nivel internacional

**Actualización y formación de capital humano colombiano en el exterior.** Diseño y ejecución de un programa de formación en el exterior de por lo menos 2000 investigadores colombianos. Debe incluir la actualización de técnicos, ingenieros y científicos en áreas

prioritarias para el desarrollo nacional. Es necesario que este programa se diseñe conjuntamente con universidades y empresas del exterior, ha de ser selectivo y de alta exigencia. Uno de los pre-requisitos para su éxito está en garantizar de antemano que las personas formadas en el exterior tengan a su regreso adecuadas condiciones de trabajo.

**Compra de tecnología.** El país debe entrar a negociar la tecnología que requiere, bajo la condición de que se haga una real transferencia de tecnología.

Modernizar no es importar equipos o máquinas, como lo creen quienes diseñan las políticas de apertura y también muchos de nuestros empresarios. Al comprar equipos o máquinas es necesario tener en cuenta que lo que se adquiere es

tecnología. Por eso la compra de tecnología en el exterior se convierte en el instrumento básico para el desarrollo tecnológico y productivo del país. Su negociación deben realizarla expertos, para lo cual es necesario formar negociadores que analicen las diferentes alternativas tecnológicas disponibles, lleven a cabo una evaluación social, económica y tecnológica del conocimiento que se va a comprar, y determinen la forma como el país lo incorporará y apropiará.

Igualmente, se financiarían proyectos de desarrollo de tecnologías en las cuales esté interesado el país, a centros de investigación y universidades localizados en el extranjero. Este tipo de asociaciones debe efectuarse teniendo en mente los problemas reales de nuestro aparato productivo e incluyendo la formación de capital humano como parte del proceso de desarrollo de los proyectos.

**Inversión extranjera.** El fondo para el manejo de los recursos de Cusiana, propuesto por algunas personas e instituciones, debería financiar los proyectos que el país esperaba desarrollar a través del endeudamiento externo, en las mismas condiciones y requisitos que exigen los organismos multilaterales de crédito, y podría igualmente hacer inversiones en el exterior ligadas a transferencia de tecnología.

En ese caso Colombia podría hacer inversiones en empresas del exterior que se comprometan a transferir su

tecnología al país, buscando crear procesos de innovación en el aparato productivo nacional.

### A nivel nacional

**Ampliación de la cobertura y mejoramiento de la calidad de la educación.** No cabe duda de que el desarrollo nacional está sustentado en el nivel educativo de la población. Impartir una educación básica de calidad, in-

**No cabe duda de que el desarrollo nacional está sustentado en el nivel educativo de la población.**

---

---

vertir en el aprendizaje tecnológico de los trabajadores y formar un buen número de investigadores competitivos internacionalmente, son prerequisites para lograr un país más equitativo y más pujante. Esto implica que debe modificarse la estructura del sistema educativo colombiano, desde el preescolar hasta la universidad, de modo que el objetivo no sólo sea el acceso a la ciencia y a la tecnología, sino fundamentalmente el desarrollo de habilidades para la creación de nuevas invenciones que constituyan productos con un alto contenido de conocimiento aplicado y de muy buena calidad. Condición básica, sin la cual no es posible ni el crecimiento ni el desarrollo nacional, es la modernización y excelencia de nuestro sistema educativo.

**Fortalecimiento de núcleos o grupos de investigación competitivos en el ámbito nacional e internacional.**

Es necesario institucionalizar las actividades de investigación y desarrollo tecnológico. Esto implica la dotación humana y física de los grupos de investigación que están trabajando en la frontera del conocimiento y en función de las prioridades nacionales. Grupos que sustenten el desarrollo del sector productivo o que tengan posibilidad de realizar aportes importantes al desarrollo científico nacional e internacional.

**Alianzas estratégicas de carácter tecnológico.** Debe establecerse la posibilidad de realizar alianzas de carácter tecnológico con empresas de los países industrializados o con nuestros socios en los procesos de

integración. Debemos ligar la inversión extranjera a la transferencia de tecnología; de otra manera no tendría una verdadera justificación. La creación de empresas basadas en altas tecnologías y la puesta en marcha de por lo menos diez incubadoras de empresas, son dos proyectos que permiten alianzas estratégicas.

**Creación de una capacidad de innovación.**

Todo lo anterior está supeditado a la modernización del aparato productivo colombiano y al mejoramiento de su competitividad. La productividad está ligada íntimamente a los sistemas de producción, los cuales dependen en último término de la tecnología. Si al interior de las unidades de producción no se crean procesos permanentes de innovación, ni se aumenta la productividad, las empresas no serán competitivas a nivel nacional e internacional. Los grandes cambios tecnológicos deben efectuarse en todos los sectores: agrícola, industrial, minero y de servicios. Las nuevas tecnologías, solas o combinadas con las tradicionales, nos lo permiten.

La función del Estado es establecer las condiciones políticas, económicas y de incentivos mediante las cuales se puedan realizar dichos procesos.

Todo lo dicho no tendría justificación si no se transfieren los beneficios obtenidos a los sectores más desprotegidos de nuestra sociedad. He ahí el gran compromiso de la ciencia y la tecnología nacionales ante la nueva senda que la riqueza petrolera parece estar abriéndole al futuro del país.

**Si al interior  
de las unidades de  
producción no se crean  
procesos permanentes  
de innovación, ni se  
aumenta la productividad,  
las empresas no serán  
competitivas a nivel  
nacional e internacional.**



**I. G. P. CIA. LTDA.**

*Representantes Exclusivos  
para Colombia de:*

**Leica WILD**  
HEERBRUGG

- Microscopios para Docencia e Investigación
- Microscopios Quirúrgicos "WILD"

**martin**  
Medizin-Technik

- Instrumental Médico Quirúrgico
- Lámparas Cielíticas- Electrobisturí

**SHIMADZU**

- Equipos de Laboratorio para Análisis Químicos y Físicos - Instrumentación Analítica

**OHAUS**

- Sistemas de Pesaje:
  - Balanzas de Precisión para Laboratorio
  - Básculas Industriales

*Asesoría - Servicio Técnico  
Repuestos - Accesorios*

**IMPORTACIONES GONZALEZ PACHECO CIA. LTDA.**  
Carrera 75A No. 49A- 52 Tels 263 42 08 - 295 01 86 Telex 45177  
Fax 295 33 05 A.A. 53483 Santafé de Bogotá - Colombia.



**PIRB**

**PROGRAMA INTERCIENCIA DE  
RECURSOS BIOLÓGICOS NUEVOS**

Programa inspirado en las perspectivas de los recursos naturales de origen vegetal y animal, potenciados con las inmensas posibilidades que ofrecen la biotecnología, la etnofarmacología, la fitoquímica y la zootecnia, entre otros para ser utilizados como fuentes de alimentos, energía y materias primas para la industria.

# Noticias A.C.A.C.

## EXPOCIENCIA 93

Octubre 7 al 16  
en Corferias

•  
Vitrina internacional  
de la ciencia y las  
innovaciones tecnológicas

•  
Promoción de la  
integración empresarial  
latinoamericana

•  
Creación de alianzas  
estratégicas y redes  
de empresas  
para competir  
internacionalmente

## NOVEDADES EN EXPOCIENCIA 93

- Desarrollos científicos e innovaciones tecnológicas
- Procesos y equipos para el sector productivo
- Equipos e insumos para la investigación
- Desarrollo de procesos de calidad
- Información y servicios para el avance de la ciencia y el desarrollo tecnológico
- Material para la enseñanza de las ciencias

## PABELLONES

### INTERNACIONAL

Vitrina de las innovaciones científicas y tecnológicas del sector empresarial e institucional (energético, informática, telecomunicaciones, salud, editorial, educativo, etc.) de Alemania, Austria, Cuba, España, Francia y Canadá, entre otros.

### FERIA INTERNACIONAL DE UNIVERSIDADES

Con la participación de más de 30 universidades de varios países. Paralelamente se ha programado una serie de conferencias como: "Desmitificación de las admisiones a las universidades extranjeras más prestigiosas", y paneles sobre "Nuevas oportunidades para financiación", "Aceptando el reto de aprender una segunda lengua" etc.

### • IMAGENES EN EL TIEMPO Y EN EL ESPACIO

El museo de holografía más grande del mundo

### • EL MUSEO DE LA CIENCIA Y DEL JUEGO

De la Universidad Nacional presentando una nueva visión de la ciencia.

### • EXPLORANDO EL NUEVO MUNDO

Consejo Británico

## EXHIBICIONES ESPECIALES

## PRESENTES

- La industria nacional e internacional
- Las entidades estatales y su proceso de modernización
- Las innovaciones tecnológicas, invenciones y procesos industriales
- Las universidades, centros e institutos de investigación, academias y sociedades científicas
- Inversionistas nacionales y extranjeros
- Exhibiciones científicas y tecnológicas internacionales
- Programas y tecnologías ambientales
- El sector electrónico

### PABELLON DE ANTIOQUIA

La región mostrará al país los adelantos y proyectos que están contribuyendo al progreso departamental y nacional.

### EXPOCIENCIA JUVENIL FERIA DE LA CREATIVIDAD JUVENIL

Muestra de la creatividad de los jóvenes de secundaria con proyectos innovadores en ciencia, tecnología y expresión artística.

### MODERNIZACION EMPRESARIAL

- EXPOCALIDAD, con empresas afiliadas a **ICONTEC** e interesadas en demostrar que la calidad es una condición vital para competir con éxito.
- Muestra de los **Mejores Trabajos de Grado de Ingeniería** desarrollados en las facultades y programas de ingeniería del país
- Exhibiciones de diversas empresas del sector salud, agrícola, etc.,
- Muestra de la Asociación Colombiana de Inventores.

### ECOEFICIENCIA

Exhibición de las tecnologías y productos que se están desarrollando para contribuir a la preservación del medio ambiente.

- Durante la inauguración se hará entrega del **Premio Nacional al Mérito Científico** patrocinado por Granahorrar en su cuarta versión.
- Reunión anual de **INTERCIENCIA**, la Federación de Asociaciones Científicas Americanas.
- Seminario internacional sobre las "Perspectivas de los hongos promisorios".
- Encuentro Nacional de profesores, investigadores e innovadores en la enseñanza de las ciencias.

- Ruedas de negocios: punto de encuentro entre oferentes y demandantes de productos, tecnologías y servicios.
- Día Nacional del Deporte, durante el cual se hará el lanzamiento del Premio Nacional a la Investigación en Ciencias del Deporte.
- Talleres infantiles Cuclí-Cuclí.
- Seminario sobre "Servicios de información para el desarrollo empresarial".

## SERVICIOS

Red de correo electrónico basada en el estándar MHS, puesta a disposición de los visitantes de EXPOCIENCIA para:

- El envío de mensajes de correo electrónico local, nacional e internacional.
- Sesiones bitnet y con un host internet.
- Acceso a los servicios de información COCETT, DINUE y de las universidades Nacional, de los Andes, EAFIT y del Valle.
- Acceso al satélite **HISPASAT** para transmisiones de programas de televisión de España a Latinoamérica y de Colombia a la red **HISPASAT**, que cubre el área desde Nueva York hasta la Tierra del Fuego.
- Acceso a la conexión con Estados Unidos: MCI.

## ACTIVIDADES

- Conferencias de diversas universidades, centros de investigación y entidades públicas y privadas.
- Primera Asamblea Nacional de la Asociación Colombiana para el Desarrollo Tecnológico e Industrial de Equipos e Insumos de Salud.

# Novedades editoriales

## MANUAL DE TESIS DE GRADO PARA CIENCIAS Y TECNOLOGIA



**Saúl J. Escalera, Ph.D.**  
Catedrático titular  
Facultad de Ciencias y Tecnología  
Universidad Mayor de San Simón

Segunda edición  
Cochabamba-Bolivia - 1993

De ordinario, el egresado es dejado a su libre iniciativa y así hace lo que puede, sin tener idea de cómo comenzar su proyecto de grado ni de cómo terminarlo.

La importancia de contar con un asesoramiento experto y continuo en la planificación y elaboración de la tesis de grado no debe ser ignorada, porque ésta nunca debe ser dejada al manejo improvisado de un inexperto joven egresado universitario. La tesis de grado debe ser el producto de una serie de acciones secuenciales, minuciosamente planificadas y elaboradas, con la orientación permanente de un profesional competente, quien debe enseñar al joven egresado los métodos y técnicas científicas necesarios, ayudándolo a desarrollar gradualmente su trabajo de planificación, realización y presentación escrita y oral, con rigor científico y calibre profesional.

## TEXTO Y CONTEXTO Ciencia, Tecnología y Sociedad

Comité Interdisciplinario  
de la Universidad de los Andes

En este libro se puntualizan varios criterios respecto al momento histórico colombiano, el de la coyuntura inmediata y el fenómeno de la violencia que secularmente se opone a la convivencia conflictiva pero pacífica. Se destaca la falta que le ha hecho a la sociedad reconocer el valor íntimo y definitivo del sosiego y el respeto al otro y a su diferencia.

## ANTROPOLOGIA Y EPIDEMIOLOGIA BUCODENTAL COLOMBIANA



**Benjamín Herazo Acuña**  
Ecoe Ediciones - Primera edición  
Santafe de Bogotá, D.C.,  
noviembre de 1992

La odontología colombiana celebra 500 años de integración triétnica, debido a que en el país conviven todas las formas tradicionales, empíricas, académicas y científicas para la prevención y atención de las enfermedades bucodentales.

El colombiano se ha caracterizado por una notable inteligencia y adaptabilidad para sobreponerse a los obstáculos de su nación con tantos problemas sociales, económicos, políticos y biológicos, entre los cuales se encuentran los que afectan su sistema estomatognático, y esos antecedentes permiten suponer que Colombia podría algún día tener una población sana, libre de caries dental y otras enfermedades.

## TRAS LAS HUELLAS DEL HOMBRE PREHISPANICO Y SU CULTURA EN EL VALLE DEL CAUCA

**Carlos Armando Rodríguez**  
INCIVA. Primera edición, septiembre de 1992

Este primer intento de narrar nuestra historia prehispánica tiene como objetivo hacerla comprender y respetar. Tenemos todavía mucho que aprender del pasado, el cual debemos mirar con admiración, pero ante todo con respeto.

En este libro se analizan prácticamente todos los periodos históricos recorridos por nuestros antepasados indígenas, durante los últimos 10.000 años, basándose fundamentalmente en la documentación arqueológica. Además, se hace un estudio de las fuentes documentales escritas.

# Innovación y Ciencia

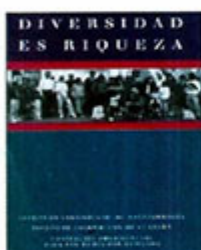
**Un paso adelante  
en Ciencia y Tecnología**

**Adquiérala ya  
en puestos de revistas  
y suscríbese**



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

## DIVERSIDAD ES RIQUEZA



**Luisa Fernanda Herrera**  
**Carlos Vladimír Zambrano**  
**Felipe Cárdenas Arroyo**  
**Myriam Jimeno Santoyo**  
y otros

Instituto Colombiano de Antropología  
Instituto Colombiano de Cultura  
Consejería Presidencial  
para los Derechos Humanos

Muchos maestros creen que los jóvenes sólo se interesan por lo que corresponde a su experiencia vivida. La realidad es otra, y lo que sorprende, porque es diferente, es tan atractivo como lo reconocible. Mostrar treinta o cuarenta rostros distintos de nuestro país, de unas culturas que están vivas, que siguen creando, que no son curiosidades de antropólogo, de las que los demás pueden aprender y a las que también pueden enseñar, ayudará sin duda a que maestros y jóvenes desarrollen una actitud en la que reconozcan con naturalidad lo diferente y adviertan la fortuna de poseer una diversidad cultural como la que caracteriza a Colombia.



## TEORIA DE LA ARGUMENTACION

**Alfonso Monsalve**  
Editorial Universidad de Antioquia

Este libro presenta, crítica y desarrolla la tesis de Chaïnd Perelman y Lucie Olbrechts-Tyteca sobre esta disciplina. Su pensamiento, basado en Aristóteles, redescubre y redimensiona el valor de la retórica, arte de la discusión, considerados formas universales de la racionalidad. En palabras de Perelman, el imperio de la racionalidad deductiva cede su espacio al imperio teórico.



## FUNDAMENTOS DE LIMNOLOGIA NEOTROPICAL



**Gabriel Roldán Pérez**  
Editorial Universidad de Antioquia

La limnología, o ecología acuática, trata del estudio de las características físicas, químicas y biológicas de los ríos, lagos y embalses.

La limnología neotropical se refiere al estudio de estos ecosistemas situados en el trópico americano; de ellos aún es poco lo que se conoce ya que las investigaciones en esta área han sido realizadas en países de zonas templadas.

En el presente texto se abordan temas como la radiación solar y su importancia en el comportamiento y productividad en las aguas tropicales; se discute la importancia del conocimiento de algunos parámetros químicos en el agua -el de oxígeno, fósforo y nitrógeno, entre otros- como indicadores de su calidad y productividad; también la flora y la fauna acuáticas reciben especial atención, pues a partir de su estudio se discuten las bases para entender los efectos que produce tanto la contaminación agrícola y la industrial como la doméstica sobre la vida del agua.

Este libro es, pues, una obra de consulta, no sólo para biólogos, ingenieros sanitarios y demás profesionales afines, sino también para todos aquellos que tienen bajo su responsabilidad la planificación, el uso y el manejo de los recursos acuáticos, entre ellos los acuicultores y piscicultores, quienes igualmente pueden aplicar los principios de la limnología. En general, el texto es de interés para todos aquellos que, sin ser especialistas en el tema deseen tener un conocimiento básico acerca del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y se preocupen por su preservación y defensa.



# SU FT-IR ESTÁ PARADO!



# Ya no es problema!



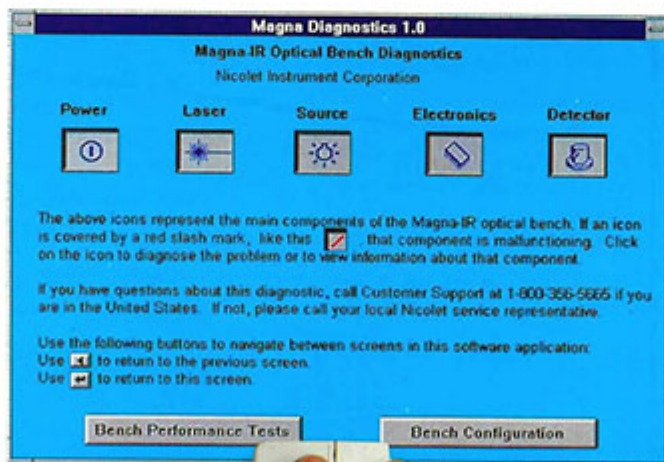
Los nuevos espectrómetros Nicolet Magna™ e Impact™ con el software OMNIC™ introducen un cambio revolucionario en la espectrometría por FT-IR.

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

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



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



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



Magna-IR 750

No más  
adivanzas

No más  
demoras

No más problemas!

**The intelligent FT-IR choice!**

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

Argentina - Edomet SRL  
TEL: 54-1-334-6207  
FAX: 54-1-334-4757  
Brasil - Ambrics S.A.  
TEL: (11) 820-6722  
FAX: (11) 67-1870

Chile - Casin Instrumentación Ltda.  
TEL: 22 50643-1848  
FAX: 497-430  
Colombia - Instrumentación Ltda.  
TEL: (1) 642-3815  
FAX: (1) 642-0805

México - Instrumentos de  
Alta Tecnología  
TEL: (5) 554-9568-9908  
FAX: (5) 554-9572  
Venezuela - Equilab C.A.  
TEL: 299-32-53 / FAX: 299-52-05

# Nicolet

INSTRUMENTS OF DISCOVERY

## TECNOLOGIA DEL TRATAMIENTO TERMICO DE LOS METALES



**Asdrúbal Valencia**  
Editorial Universidad de Antioquia

Lo común en nuestro medio es que los diseñadores de elementos mecánicos no tengan conocimientos adecuados sobre los materiales y los tratamientos térmicos a que se someten; de igual modo, los libros de ciencia de materiales -con los cuales podrían capacitarse- están orientados de manera que olvidan el diseño y la práctica de taller.

Por eso este libro es de tecnología; es decir, trata de conectar los fundamentos teóricos, la ciencia, y la aplicación útil de ellos, la técnica. Se espera responder así a las expectativas tanto de estudiantes y profesores universitarios como de quienes tienen que ver con el diseño y construcción de máquinas, herramientas y matrices -metalurgistas y encargados de talleres-, poniendo a su alcance un texto actualizado y pensado para nuestras condiciones.

El libro abarca tanto la técnica del proceso mediante el cual se obtienen determinadas propiedades físicas cambiando la microestructura del metal, como la comprensión de las transformaciones metalúrgicas que experimenta el material y los procedimientos de prueba para el control de las propiedades buscadas.

## HISTORIA SOCIAL DE LA CIENCIA EN COLOMBIA

Colección Colciencias

Esta colección reúne los textos de los trabajos metodológicos que orientaron inicialmente el proyecto y, en segundo lugar, los trabajos finales. La colección se complementa con un volumen adicional que recoge, en forma unificada por temas, la bibliografía de todos los trabajos.

## LA ELECTRIFICACION EN COLOMBIA



**Gabriel Poveda Ramos**  
Universidad de Medellín  
Centro General de Investigaciones  
Medellín, 1993

Este libro busca llenar el gran vacío que existe en la bibliografía colombiana con respecto al proceso histórico y técnico de desarrollo y crecimiento del sector eléctrico.

Ese vacío es responsable, en parte, de los desenfoques que han perturbado severamente, durante los últimos 25 años, el planeamiento y la prospección que conciernen a la electrificación del país, y el manejo de las instituciones encargadas de ésta.

Con este trabajo se espera aportar una pieza importante al debate de alcance nacional que hoy, y en los años venideros, será necesario que el país haga sobre su vital sector eléctrico y sus perspectivas hacia el futuro.

## CATEDRA ASPREA 1991-1992

**Margarita Pacheco**  
**Eduardo Posada**  
**Germán Arciniegas**  
**José Fernando Isaza**  
**Francisco Leal**  
**Luis Bernardo Flórez**  
y otros

La Asociación Colombiana de Profesionales con Estudios en Alemania -ASPREA- se ha empeñado en instituir su "Cátedra" como una herramienta para llevar, tanto a sus socios como a los estudiantes universitarios y al público en general, conferencias, mesas redondas y diálogos con importantes figuras de la vida nacional. Se ha trabajado inicialmente sobre dos temas de actualidad, como son la apertura de Colombia y el concepto de "calidad" en su significado más amplio.

Este libro es una selección de las conferencias dadas durante la Cátedra de ASPREA, un seminario permanente al servicio de la actualización y continuación de la formación científica y técnica de los profesionales colombianos con estudios en Alemania.

# CONFIABILIDAD PARA SU DESARROLLO EN BIOTECNOLOGIA



ARC quimicos Itda.

ANALISIS Y REPRESENTACIONES CIENTIFICAS



Enzimas • Marcadores • Vectores • Acidos Nucleicos  
Análisis Proteínas • Biología Molecular • Resinas  
Electroforesis • Electroporación • Cromatografía  
Liofilización • Filtros

Calle 30A No. 4-05 Tels: 2328830 - 2458267  
2856791 Fax: 2880841 A.A. 28983  
Santafé de Bogotá.



*Un paso adelante en  
Ciencia y Tecnología*

*Suscríbese al mejor  
aliado de sus estudios e  
investigaciones*



**Innovación**  
**y Ciencia**

*Todo lo que usted quería  
saber para estar*

# Novedades en tecnología

## Apple revela nueva tecnología Newton

**T**ras meses de especulaciones en la industria, Apple Computer, Inc. proporciona el primer vistazo a su tecnología Newton. Esta nueva tecnología será el corazón de la primera línea mayor de productos Apple desde que el popular computador Macintosh fuera introducido en 1984.

Mostrado durante la Exhibición de Electrónica para el Consumidor del Verano, en Chicago, los dispositivos Newton hacen parte de una emergente clase de productos que Apple denomina (PDA), "Personal Digital Assistants" o Auxiliares Digitales Personales, dispositivos que usan la tecnología digital para llenar el vacío entre los computadores personales y la electrónica para el consumidor. Newton es también la primera tecnología anunciada por la nueva división de Electrónica Interactiva Personal, de Apple, la cual tiene la misión de extender la compañía hacia nuevas áreas de crecimiento, donde Apple tiene tecnología única y ventajas comerciales.

"Las posibilidades para los fabricantes y clientes en este mercado emergente son enormes", dijo John Sculley, anterior presidente de Apple. "La convergencia de tec-

nología digital y de información representa la mayor oportunidad para Apple y otros fabricantes en las industrias de los computadores personales, la electrónica para el consumidor, las telecomunicaciones, el entretenimiento y las publicaciones, desde el advenimiento de los computadores personales.

"Newton es una tecnología que ejemplifica lo mejor de las fortalezas Apple: usando tecnología líder para permitir a las personas realizar tareas con mayor facilidad y eficiencia", añadió.

Newton es una tecnología completamente nueva de Apple que será la base de una amplia gama de nuevos productos. Como asistencia para la proliferación de tecnología Newton, Apple ha autorizado su producción a fabricantes selectos para usarlos en sus propias versiones de dispositivos Newton. En marzo pasado, Apple anunció tales relaciones con Sharp Corp. de Japón. Sharp ha obtenido licencia para desarrollar la tecnología Newton para sus productos futuros, y también diseñará y producirá conjuntamente la primera versión comercial de la tecnología Newton para ambas compañías, en este año.

Los primeros productos Newton son cuadernos de notas electrónicos que inteligentemente auxilian al usuario en la captura, organización y comunicación de ideas e información. Estos productos son pequeños, portátiles y permiten toma de notas, dibujo, cálculos, agenda y comunicaciones. La nueva y revolucionaria tecnología de hardware para Newton ofrece capacidades de desempeño similares a las de un computador personal high-end, y dado su ambiente único de software, es muy fácil de aprender a usar.

### Inteligencia Newton

Newton auxiliará activamente a los usuarios en sus tareas cotidianas. Cuando se utilice el dispositivo, éste "aprenderá" más acerca del usuario y propondrá soluciones para ayudarlo a trabajar con mayor eficiencia.

### Arquitectura de reconocimiento

El objetivo de la arquitectura de reconocimiento es hacer del uso de productos como Newton, una tarea

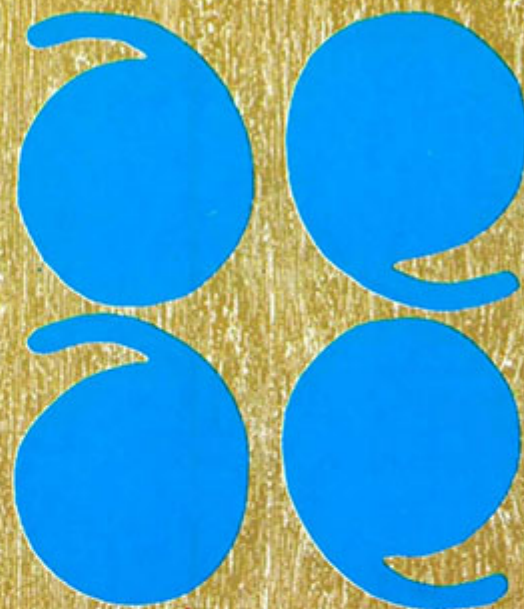


**A SUMIMOS CON  
RESPONSABILIDAD  
Y OPTIMISMO  
EL FUTURO !**

*Somos Inpahu*

ADMINISTRACION FINANCIERA  
ADMINISTRACION DE PERSONAL  
AUDITORIA Y COSTOS  
ADMINISTRACION TURISTICA  
COMERCIO EXTERIOR  
MERCADOTECNIA Y VENTAS  
ADMINISTRACION HOTELERA  
PERIODISMO  
ADMINISTRACION DE EMPRESAS  
EDUCACION PREESCOLAR  
SECRETARIADO BILINGUE

## ASOCIACION COLOMBIANA PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA



Ser integrante de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, significa trabajar para que el conocimiento y sus aplicaciones se conviertan en el motor de desarrollo del país.

Ser miembro, le permite participar en actividades científicas, tecnológicas de capacitación permanente y desarrollo profesional, además estar actualizado por medio de publicaciones periódicas y eventos sobre los últimos avances nacionales e internacionales.

Si aún no pertenece a la Asociación le invitamos a unirse a nosotros para generar propuestas de cambio para el beneficio de la nación.



tan fácil como usar papel y lápiz. Los productos Newton estarán en capacidad de leer la escritura del usuario, transformarla en texto a medida que escribe, y rápidamente refinar y proporcionar sus dibujos y bocetos.

### Arquitectura de información

Dada la avanzada estructura de datos orientada al objeto, los productos Newton permitirán al usuario organizar la información de modo que pueda acceder fácilmente a ella de variadas maneras.

### Arquitectura de comunicaciones

Los usuarios Newton también podrían enviar una carta vía fax.

**N**ewton es una tecnología que ejemplifica lo mejor de las fortalezas Apple: usando tecnología líder para permitir a las personas realizar tareas con mayor facilidad y eficiencia.

revisar su correo electrónico o conectarse a servicios de noticias vía satélite para conocer o almacenar las noticias.

### Arquitectura de hardware

La tecnología Newton está basada en los nuevos procesadores RISC optimizados para alto desempeño, bajo consumo de poder y bajos costos.

A Apple le interesa jugar un papel importante en la creación de dispositivos fáciles de usar para los servicios de base digital. Y se espera que el advenimiento de la televisión y la telefonía digital creará oportunidades lógicas para la primera ola de PDAs independientes.



## CIENTIFICOS Y REACTIVOS LTDA

- Productos para Biología Molecular
- Colorantes Biológicos Certificados
- Detergentes Biológicos
- Factores para Coahulación de sangre y Reactivos
- Chromatografía
- Reactivos para Electroforesis
- Microscopía
- Química Forense
- Kits y Reactivos de diagnóstico



- REACTIVOS SIGMA - ALDRICH CHEMICAL
- MEDIOS DE CULTIVO
- EQUIPO PARA LABORATORIO



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

Solicitud de Admisión   
Actualización de Datos

**MIEMBRO TITULAR**

Fundador   
De número \$ 25.000   
Institucional: \$ 100.000

**MIEMBRO ASOCIADO**

Adherente: \$10.000   
Estudiante: \$10.000

**MIEMBRO HONORIFICO**

Honorario   
Benefactor   
Corresponsal

Espacio Reservado para la Asociación

## SOLICITUD PERSONA NATURAL

Apellidos \_\_\_\_\_ Nombres \_\_\_\_\_  
Documento de Identidad \_\_\_\_\_ Dirección Residencia \_\_\_\_\_  
Ciudad \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ A.A \_\_\_\_\_  
Socio que lo presenta \_\_\_\_\_

### FORMACION ACADEMICA Y EXPERIENCIA PROFESIONAL

Institución-País	Area	Título Obtenido	Fecha
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Publicaciones (usar anexo si es necesario) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Entidad donde trabaja actualmente \_\_\_\_\_  
Area de trabajo: \_\_\_\_\_  
Cargo: \_\_\_\_\_ Dirección \_\_\_\_\_ A.A \_\_\_\_\_  
Teléfono \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_ Télex \_\_\_\_\_  
Correo Electrónico \_\_\_\_\_ Ciudad \_\_\_\_\_ País \_\_\_\_\_  
Actividad Principal: Investigación  Docencia-Educación Formal  Otra:   
Especifique \_\_\_\_\_  
Lugar para envío de correspondencia: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Fecha

**NOTAS:** Anexar a la presente solicitud copia de la hoja de vida con fotocopia de diplomas  
La A.C.A.C. está en libertad de verificar la información suministrada



## SOLICITUD MIEMBRO INSTITUCIONAL

### DATOS GENERALES

Razón Social \_\_\_\_\_  
Fecha de Constitución \_\_\_\_\_ Fecha de Reconocimiento Legal \_\_\_\_\_  
Personería Jurídica N° \_\_\_\_\_ Registro Cámara de Comercio \_\_\_\_\_  
Nit N° \_\_\_\_\_ Dirección \_\_\_\_\_  
A.A. \_\_\_\_\_ Ciudad \_\_\_\_\_ País \_\_\_\_\_  
Teléfono \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_ Correo Electrónico \_\_\_\_\_  
Nombre del Representante Legal \_\_\_\_\_  
Nombre del Representante ante A.C.A.C. \_\_\_\_\_

### OBJETIVO GENERAL

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### AREAS PRINCIPALES DE TRABAJO

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### ACTIVIDADES Y PROGRAMAS CIENTIFICOS O TECNOLÓGICOS EN CURSO (use anexo si es el caso)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Publicacion (es) Seriadas	Periodicidad	Fecha Ultimo Numero
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

NOTAS: Anexar a la presente solicitud copia de la certificación de existencia legal, resolución de aprobación del ICFES si es institución docente, y ejemplares de las publicaciones periódicas si existen  
La información que suministre ayudara para la clasificación en la categoría correspondiente  
La A.C.A.C. está en libertad de verificar la información suministrada

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Firma Representante Legal

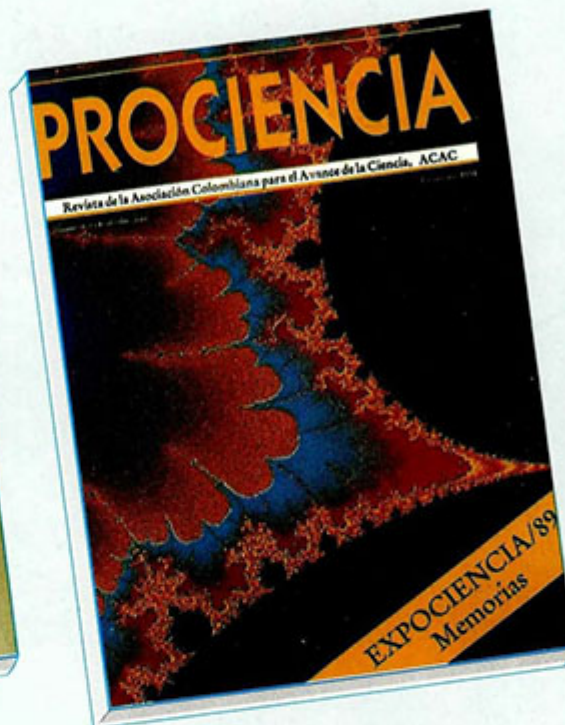
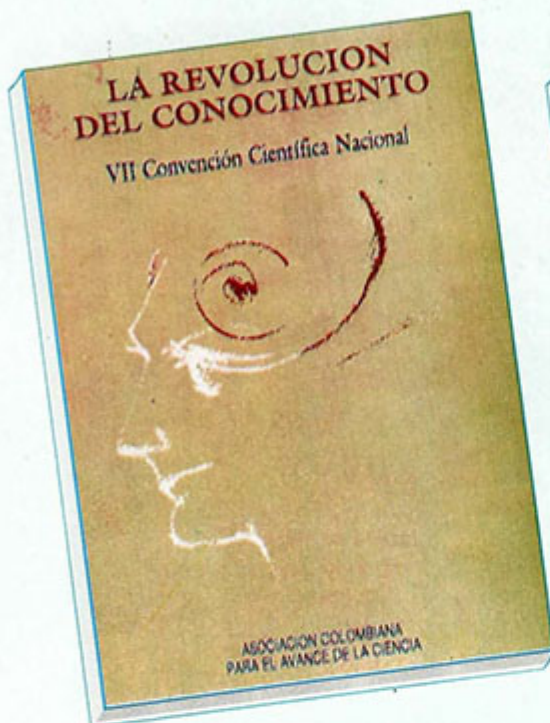
Espacio para la Asociación (no escriba aquí)

Acta Consejo Directivo N° \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ Solicitud Aprobada: SI  NO   
Motivo de Rechazo \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Camet N°

**El mejor regalo para su biblioteca**

**La información más importante  
sobre los avances en Ciencia y Tecnología  
realizados en Colombia y el mundo.**



## **LA REVOLUCION DEL CONOCIMIENTO**

**VII Convención  
Científica Nacional**

### **TEMAS:**

- Tecnología e Innovación,  
Motores del Desarrollo
- Informática
- Avances de  
la Microelectrónica  
en Colombia
- La Ciencia de  
los Nuevos Materiales
- Biotecnología

## **PROCIENCIA**

Revista de la Asociación  
Colombiana para el Avance  
de la Ciencia - ACAC.

**Memorias  
EXPOCIENCIA 1989**

### **TEMAS:**

- Ciencias Sociales
- Ciencias Básicas
- Ingeniería
- Ciencias Agropecuarias
- Ciencias  
de la Salud.

**Adquieralos en  
OFERTA ESPECIAL**

**Mayores Informes:**

 **ASOCIACION  
COLOMBIANA PARA EL  
AVANCE DE LA CIENCIA**

Carrera 50 No. 27-70 Edificio Camilo Torres - Bloque C  
Módulos 3 y 4 - Apartado Aéreo No. 92581 - Teléfonos  
2217348 - 2213313 - 2216769 - Fax: 221 69 50  
BITNETACAC@ANDESCOL  
Santafé de Bogotá, D.C., Colombia

# Ponga a cabalgar su dinero al 24.5 %\* con Grancuenta Trimestral de Granahorrar



*¡Ábrala hoy mismo!*

- Rentabilidad del 24.5% efectivo anual\*
- Liquidez inmediata; su dinero está disponible cuando usted lo necesite.
- Agilidad para realizar transacciones con su tarjeta Llave Upac, en más de 608 cajeros automáticos de las principales redes en todo el país, las 24 horas.
- Comodidad: con sólo \$200.000 usted abre su Grancuenta Trimestral en cualquiera de las 115 oficinas Granahorrar en todo el país. Además cuenta con los múltiples servicios que le ofrece Granahorrar.

\* 24.5% efectivo anual sobre saldo mínimo trimestral. Cuando haya saldo mínimo trimestral de cero se reconocerá el 6% efectivo anual sobre saldos diarios liquidados al final del trimestre.

Póngale a su dinero la potencia que necesita.  
Abra ya su Grancuenta Trimestral de Granahorrar.

