

Innovación y Ciencia

VOLUMEN II, N° 3, Julio-Septiembre de 1993



El Renacimiento de los Dinosaurios

CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO



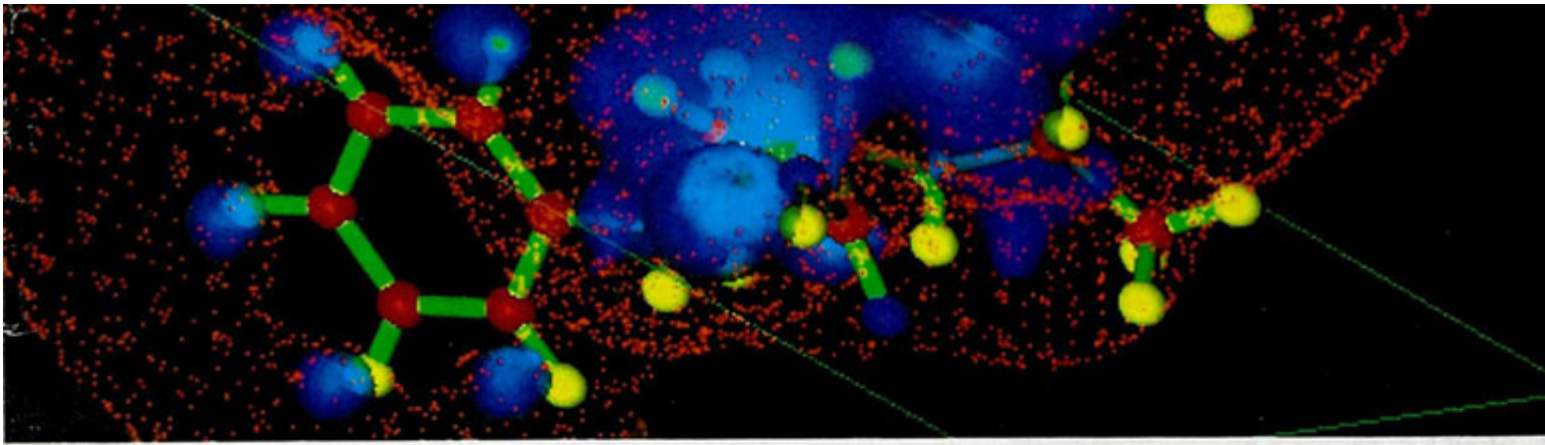
**EXPO
CIENCIA**
1 9 9 3

Octubre 7 al 15 - Santafé de Bogotá D.C.

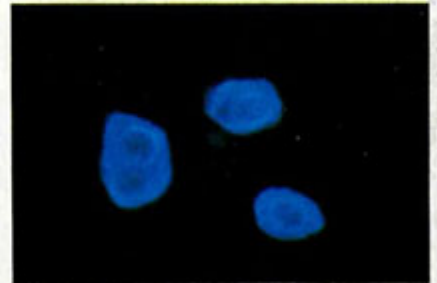
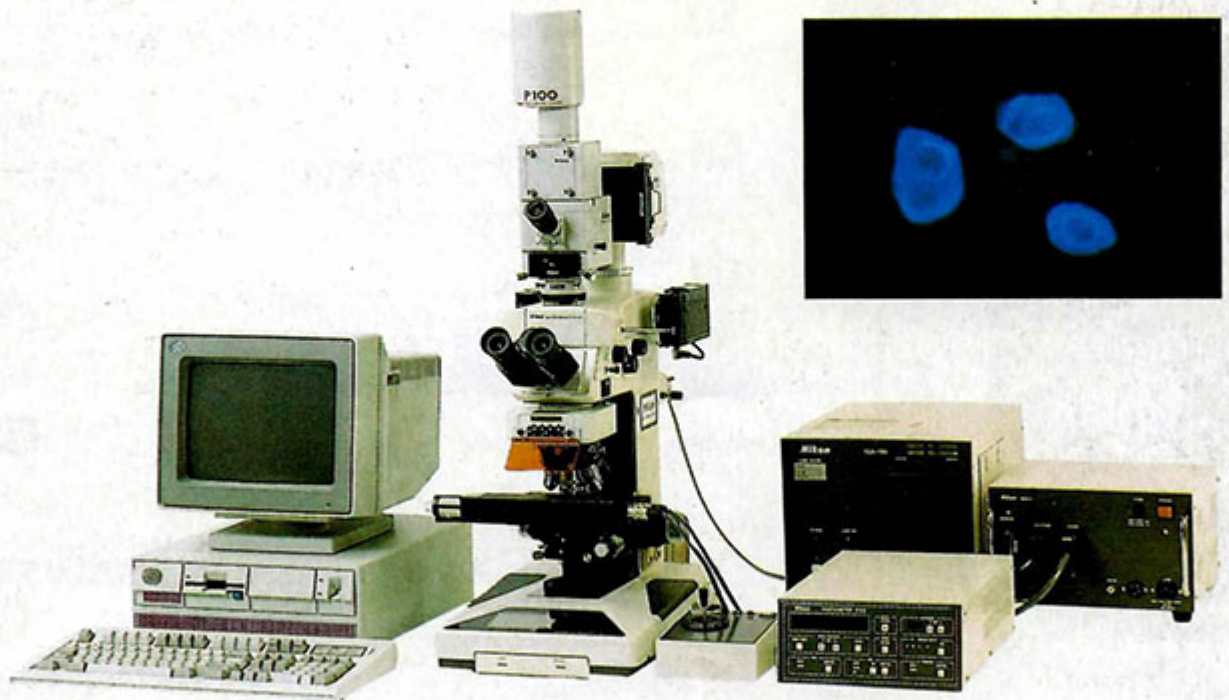


**ASOCIACION
COLOMBIANA PARA EL
AVANCE DE LA CIENCIA**

Tels.: 221 3313 / 221 6769 / 221 7348
Fax 221 6950 / A.A. 92581
Bogotá - Colombia



Instrumentos ópticos y científicos con la más avanzada tecnología.



Sanitas ^{IDS} 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

CONTENIDO

Innovación y Ciencia

Volumen II, Nº 3 - Julio-Septiembre de 1993

ARTICULOS



20 **FISICA**
Láseres: física y propiedades a su alcance

26 **INFORMATICA**
La inteligencia artificial. Sus potencialidades y limitaciones

34 **BOTANICA**
Epífitas vasculares. Recurso promisorio del bosque subandino

42 **ASTRONOMIA**
El telescopio espacial Hubble. La promesa... el instrumento

50 **MEDICINA**
Ciencia y tecnología para una comunidad saludable



PALEONTOLOGIA

El renacimiento de los dinosaurios **54**

NOTICIAS A.C.A.C.

64

INDUSTRIA
Premio Nacional a la Innovación Tecnológica Empresarial. TRANSEJES S.A. **66**

NOVEDADES EDITORIALES **70**

NOVEDADES EN SOFTWARE Y EQUIPOS **72**



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

**JUNTA DIRECTIVA NACIONAL 1993
PRINCIPALES**

Eduardo Posada	Presidente
Fabio Chaparro	1 ^{er} Vicepresidente
Margarita Botero	2 ^{da} Vicepresidente
Jaime Abumada	Secretario
Marcelo Riveros	Fiscal General
Alberto Ospina	Vocal
Carlos Corredor	Vocal
Paula 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, León 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
Space Telescope Science Institute -MA-U.S.A.
Gamma Sur, The Image Bank, Super Stock

Corrector de estilo
Jorge Iván Cadavid

Pre-prensa Electrónica
Zetta Comunicadores

Impresión
Témpora Impresores

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#27-70. Edificio Camilo Torre. A.A. 92581. Fax.
2216950. Tels: 2213313 - 2217348 - 2216769. Santafé de
Bogotá - Colombia

BITNET: ACAC @ ANDESCOL
Precio de venta al público \$ 2.500.



Con base en hallazgos recientes, unidos a nuevas interpretaciones de viejos datos, una legión de paleontólogos innovadores ofrece una novedosa y sorprendente imagen de los dinosaurios.

NOTA DEL EDITOR

Superando escollos

6

CORRESPONDENCIA

- Mensajes para **INNOVACION Y CIENCIA**
- **Malaria:** controversia en torno a sus avances

9

NOTICIAS & COMENTARIOS

12

BIOLOGIA MOLECULAR
p53, la molécula anticáncer

14

GEOLOGIA
Surtidores de lava ¿Una revolución en la geología?

16

ANTROPOLOGIA
¿Cazadores o carroñeros?. Nuevo vistazo a la evolución humana

Superando escollos

En un comentario anterior, exponíamos los logros alcanzados en los últimos años respecto al apoyo legal para el desarrollo de la ciencia y la tecnología y analizábamos las primeras pautas que de ellos se han derivado. Se mencionaron también los peligros que se cernían sobre el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología a raíz de la posible derogación de los decretos que reglamentan la contratación estatal y la creación de entidades mixtas en el campo de la ciencia y la tecnología.

Gracias a la acción adelantada por la A.C.A.C., con el apoyo de la Nueva Corporación ICA, de Colciencias y de otras entidades, respaldada activamente por el Ministerio de Obras Públicas, la nueva ley de contratación del Estado preserva explícitamente los decretos especiales para la ciencia y la tecnología (393 y 591/91). El proceso que se ha iniciado con tan buenos augurios, generando grandes expectativas, ha superado exitosamente otro gran escollo.

Otra de las iniciativas derivadas de la Ley de Ciencia y Tecnología -la creación de un Programa Nacional de Estímulos a los Investigadores- también ha encontrado amplio respaldo en el Departamento de Planeación Nacional y en Colciencias y será una realidad a partir del mes de enero de 1994. Sin embargo, se precisan recursos financieros adicionales para que este Programa tenga el impacto esperado en la consolidación de la comunidad científica nacional.

Noticia favorable es también el hecho de que la reforma tributaria de 1992 incluyó posibilidades de estímulos para la inversión en ciencia y tecnología. Su posterior reglamentación, recientemente aprobada, define exenciones hasta de un 100% para las donaciones hechas a instituciones o proyectos de investigación que se adelanten dentro del marco de los programas aprobados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y de 30% para las entidades que inviertan en investigación y desarrollo tecnológico.

Todos los logros que hemos mencionado han sido posibles gracias al apoyo encontrado tanto en el Congreso de la República como en el seno del Ejecutivo, sectores que han comprendido que el desarrollo científico y tecnológico constituye la mejor garantía para que nuestro país tenga el futuro que merece.

Por eso, es contradictorio e irónico el hecho de que habiendo superado los riesgos que acechan este proceso, se nos presente otro nuevo escollo: el fallo del Consejo de Estado que declara inconstitucional parte del decreto 777 de 1992 que en buena hora permitió al Gobierno seguir apoyando tanto a personas naturales como a innumerables instituciones privadas que adelantan una importantísima labor en los sectores de la salud, la educación, la ciencia y la cultura. Es incomprensible que una institución que supuestamente agrupa las mejores mentes jurídicas del país y que debería además estar al abrigo de cualquier tentación política, pueda producir un fallo tan triste, a sabiendas de que a causa de los vacíos de nuestra nueva Carta Magna, el Gobierno estaba totalmente maniataado para corregir los nefastos efectos de esa decisión.

Es inadmisibles que para evitar los abusos cometidos por los políticos corruptos de marras, en lugar de buscar los mecanismos para castigarlos, se pongan en peligro los programas adelantados por innumerables entidades honestas que laboran para ofrecer salud y educación a nuestros compatriotas y para lograr a través de la investigación científica y tecnológica que nuestro país entre por fin a formar parte del concierto de las naciones modernas.

Unas son de cal y otras son de arena...

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



IGUAL A NINGUNO

Mazda 626 Matsuri Hatchback (5 puertas) Sedan (4 puertas). El automóvil que está fomentando la desigualdad. Algo que se puede afirmar cuando las diferencias se manifiestan así, a simple vista.

Mazda 626 Matsuri igual a ninguno.

Porque sintetiza de manera admirable la conjugación de la tecnología japonesa, la mecánica y el diseño.

Igual a ninguno, porque pocas veces el interior de un automóvil le proporciona al conductor una dosis tan alta de placer, confort y seguridad, tanto si hablamos de su impresionante tablero, su estupenda visibilidad o su magnífico equipo, que va desde el aire acondicionado a todos y cada uno de los componentes que convierten la marcha en un gratificante y sofisticado ejercicio cotidiano.

Mazda 626 Matsuri.

Véalo en sus concesionarios.

Cuando lo vea, se dará cuenta que es igual.

Igual a ninguno.

MAZDA. EN EL CAMINO DE LA CIVILIZACION

MAZDA
626
MATSURI



MAZDA

**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.



MENSAJES

Para Innovación y Ciencia

Señores
Innovación y Ciencia

He recibido con agrado el ejemplar de la revista INNOVACION Y CIENCIA No. 2, material de calidad que muestra generosamente la labor del quehacer científico y tecnológico de los países en desarrollo. Los felicito por los logros conseguidos y les deseo éxitos a sus directivos y colaboradores.

Agradeciendo su atención, aprovecho la oportunidad para enviarles cordiales saludos.

Atentamente,

SALVADOR MALO ALVAREZ
Secretario Administrativo
Universidad Nacional Autónoma de México

Señores
Innovación y Ciencia

La verdad es que -aunque muy merecida- no quería enviar una carta de felicitación por el lanzamiento de la revista; pero esta mañana volvió a caer en mis manos el Vol. II de Enero-Marzo de la revista INNOVACION Y CIENCIA y sentí una profunda satisfacción por este logro de A.C.A.C. y por la forma tan activa como está respondiendo toda la comunidad científica nacional, con variados y muy relevantes temas de discusión.

Por lo cual les deseo muchos éxitos y estoy seguro que este loable esfuerzo será cada vez más reconocido y eficaz.

Cordialmente,

**JORGE HERNAN CARDENAS
SANTAMARIA**
Consejero para la Modernización
del Estado

Señores
Innovación y Ciencia

Buena revista INNOVACION Y CIENCIA

Pudiera (o podría o debería) convertirse en baluarte de quienes creemos que la única alternativa honesta ante el futuro es la apropiación del conocimiento científico, el atrevimiento ante las artes y las ciencias y la desmitificación de estos saberes.

Divulgación científica: palabra clave que es necesario poner con mayúsculas en el lenguaje de nuestras políticas de desarrollo.

Ustedes contribuyen a este propósito; congratulaciones y aliento!
Cordial Saludo

MANUEL GUZMAN HENNESSEY
Consultor del Medio Ambiente

MALARIA:

Controversia en torno a sus avances



La revista *TIME* de mayo 31, 1993, dedicó su carátula a la malaria y la presentó prácticamente como un problema sin salida, una condenación sin esperanza, a pesar de los esfuerzos de investigadores franceses y norteamericanos para encontrar una vacuna; y de las inversiones de las compañías farmacéuticas internacionales para desarrollar nuevos medicamentos, dado que el parásito de la enfermedad se ha vuelto resistente a los tradicionales.

El artículo ignoró los trabajos de Manuel Elkin Patarroyo y sus colaboradores, del Instituto de Inmunología del Hospital San Juan de Dios en Santafé de Bogotá, Colombia, que dieron como re-

sultado el desarrollo de la vacuna SPf66 contra la malaria, presentados en foros internacionales y reproducidos en la literatura científica especializada. No tuvieron en cuenta, ni siquiera, el artículo publicado en la revista británica *Lancet*, de marzo 20 de 1993, en el cual aparecieron los resultados de las pruebas realizadas en 1548 voluntarios en La Tola, Nariño: 77% de protección en niños de 1 a 4 años y 67% en adultos de más de 45 años.

Es difícil saber el motivo de esta flagrante ignorancia; pero es fácil sospecharlo: el doctor Patarroyo ofreció gratis su vacuna a la Organización Mundial de la Salud, y el potencial económico de vender medicinas o vacunas a 2000 millones de personas que están expuestas a la enfermedad en más de 100 países, es muy grande, si se tiene en cuenta que un tratamiento cuesta en promedio 12 dólares.

Innovación y Ciencia prepara un artículo sobre el doctor Patarroyo y su vacuna, el cual aparecerá próximamente. Hoy nos complace reproducir la carta que a los editores de la revista *TIME* envió un miembro de A.C.A.C. con motivo de la omisión al parecer voluntaria en su artículo sobre malaria.

**To the Editors of
TIME Magazine:**

It has astonished me to read your article on malaria and find out that it has completely ignored the work of Manuel Elkin Patarroyo, the Colombian immunologist who has been producing promissory results on a vaccine during the last five years of his extensive research on the subject at the Colombian Institute of Immunology.

Was it poor editorial research? Or vested interest? Or was it plain bias against the Country where the scientific research is being done?

I ask this last question because, being a permanent reader of *TIME*, I have noticed that you only print news on Colombia when you are certain that it can help to hurt the name of this Country.

ALBERTO OSPINA
Colombian Association for the
Advancement of Science
Santafé de Bogotá, Colombia

La revista *Discover* de divulgación científica, a diferencia de *TIME*, habla en su número de junio sobre "Nuevas victorias en una vieja guerra"; y se refiere a las que, sin duda, están ganando Manuel Elkin Patarroyo y colaboradores con su vacuna SPf66, así como Gary Posner, de la Universidad de Johns Hopkins, con el derivado *artemisina*, un extracto de la planta *Artemisia annua*; en sus batallas contra el *Plasmodium falciparum*, uno de los parásitos causantes de la malaria, y quizás el más importante por su alto poder patogénico.



Después de un párrafo introductorio en el cual establece que unos dos millones de personas mueren por malaria cada año, y más de 300 millones sufren la enfermedad, *Discover* explica las bases de la vacuna, una réplica sintética de partes de proteína de la membrana superficial del *Plasmodium falciparum*. "La teoría es -dice el artículo- que las proteínas permiten al sistema inmunológico echar una

primera mirada al enemigo, para estar listo y preparado a dar la batalla, cuando el parásito real aparezca".

Y en los párrafos siguientes se reproducen los resultados de los ensayos hechos con la vacuna en La Tola, localidad de la Costa Sur del Pacífico, en Colombia. Después de administrar la vacuna a 738 voluntarios -de un total de 1548-, se encontró 38% menos de casos (de malaria-falciparum) que en el grupo control; y a dos grupos de edad les fue particularmente bien: se libraron de la malaria 77% de los niños de 1 a 4 años, y 67% de los adultos mayores de 45 años. Se mencionan a continuación las pruebas de la vacuna hechas en el Ecuador, las que se planean en Tailandia, y las que comenzaron en Tanzania a principios del año: dice la revista que "para algunos investigadores los ensayos de Tanzania serán la prueba ácida para la vacuna de Patarroyo", debido a que el 90% de las muertes por malaria-falciparum ocurren en el Sub-Sahara africano.

Y concluye: "Patarroyo cree, sin embargo, que ya se tienen todos los resultados de prueba que se necesitan, y que es hora de suspender ensayos y comenzar a dar la vacuna a quienes la necesiten. Aunque 39% de protección no es extraordinario para una vacuna, el 39% de dos millones de muertos al año por malaria equivale casi a 800.000 vidas que se podrían salvar por año, si la vacuna de Patarroyo estuviera disponible universalmente ... y si funciona tan bien como ha aparecido en las pruebas".



La más alta distinción que confiere el Gobierno colombiano, la Cruz de Boyacá, fue otorgada al doctor Manuel Elkin Patarroyo, el pasado mes de junio, por el señor presidente de la República, doctor César Gaviria Trujillo.

El doctor Patarroyo, actualmente director del Instituto de Inmunología del Hospital San Juan de Dios, en Santafé de Bogotá, ha alcanzado renombre internacional por sus estudios en el campo de la inmunología y muy en particular por el diseño de una vacuna contra la malaria, la cual después de múltiples estudios se perfila como un trascendental aporte a la salud mundial.

La molécula anti-cáncer

Una proteína natural podría constituirse en la alternativa genética para el tratamiento del cáncer

En 1979 el equipo de Pierre May, director de investigación de la unidad de oncología molecular del Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) de Francia, aisló una molécula hasta entonces desconocida, estrechamente ligada al SV40 (virus del simio) que se utiliza comúnmente para "inmortalizar" líneas celulares. La molécula, una fosfoproteína nuclear de 393 aminoácidos, fue registrada con el nombre de p53:

proteína, peso molecular 53 daltons.

La presencia de la p53 en células "inmortalizadas" no podía carecer de significado; por ello numerosos investigadores procedieron a buscarla en diversos tipos de tumores, confirmando su presencia. El hallazgo permitía suponer que el gen portador de las instrucciones para la fabricación de la proteína fuese un oncogén (gen del cáncer).

Sin embargo, en 1986, el investigador canadiense S. Benchimol, especializado en la leucemia experimental del ratón eritroleucemia, observó que la proteína p53 desaparecía a medida que la enfermedad evolucionaba. Si realmente estaba involucrado un oncogén, debería ocurrir justamente lo contrario: una superproducción de p53. Se especuló entonces con la idea de que fuera un gen supresor de tumores (antioncogén).

Existen algunos antioncogenes reconocidos, pero el p53 (localizado en el brazo corto del cromosoma 17) se diferencia de ellos porque parece tener otras funciones. Bert Vogelstein de la Universidad Johns Hopkins, demostró en 1990 que la introducción

P53

del gen normal en células cancerosas, con la consecuente producción de proteína, bloquea la proliferación celular anárquica. El experimento de Vogelstein se realizó *in vitro* y aún no se han establecido con exactitud las funciones de la proteína, ni se ha perfeccionado una técnica. No obstante, los resultados sugieren que por dicha vía podría lograrse una terapia genética del cáncer.

En la actualidad se barajan cuatro hipótesis:

La primera plantea que la función de la proteína p53 consiste simplemente en bloquear la proliferación de células.

La segunda la considera un factor de diferenciación. Las células cancerosas pierden sus funciones específicas producto de la diferenciación. Por ejemplo, en el caso de la eritroleucemia, los glóbulos rojos pierden la capacidad de fabricar hemoglobina. Cuando se introduce p53 en glóbulos afectados por la enfermedad, su proliferación cesa, como lo prevé la primera hipótesis, pero al mismo tiempo se recupera la capacidad de diferenciación y las células producen hemo-

globina de nuevo. Este fenómeno no constituye en sí mismo una confirmación definitiva. Si el p53 es un gen de diferenciación, es de esperar que un embrión privado del mismo no pueda llegar a la madurez. Sin embargo, se ha observado que los embriones de ratones de cuyas células se ha suprimido el gen si llegan a término, aunque los nuevos individuos - sin excepción- desarrollan tumores dentro de las cuatro

semanas posteriores al nacimiento, y mueren en un lapso de diez meses. La conclusión parece ser que si bien el p53 juega un papel en el proceso de diferenciación, éste no es esencial.

La hipótesis número tres, propuesta por el científico inglés David Lane, atribuye al p53 la función de "guardián del genoma", consistente en favorecer el retorno a la normalidad de células cuyo genoma ha sufrido perturbaciones. Experimentos realizados por M.B. Kastan de la Universidad Johns Hopkins muestran que los niveles de p53 aumentan considerablemente durante la interrupción de ciclo de células expuestas a rayos gamma y descienden cuando éste se restablece, unas doce horas después. Por su parte, Lane observó una respuesta semejante llevando a cabo un experimento *in vivo*, consistente en exponer el brazo de un colaborador a radiación ultravioleta. El fenómeno parece indicar que en caso de amenaza a la integridad del ADN, el p53 se activa y la proteína se produce en el núcleo de la célula en grandes cantidades, fijándose posteriormente en una región del ácido nucleico de

modo que bloquea el ciclo celular en un estadio temprano, e impide la replicación y la consecuente transmisión de los errores inducidos por la radiación. El bloqueo da tiempo a la maquinaria biológica encargada de reparar los errores, cesa la producción de p53 y el ciclo celular se restablece. Así se explicaría también el que la supresión del gen en embriones no tenga como consecuencia la aparición de tumo-

según su propio ritmo; sus divisiones sucesivas traen como consecuencia la acumulación de lesiones del ADN. Cuando los errores acumulados llegan a ser muy numerosos, la p53 interviene, bloqueando la división y precipitando el envejecimiento. Solamente son inmortales las células que portan una forma mutante de p53.

Por otra parte, se ha observado que las mutaciones del gen p53 oca-

primordial de la proteína codificada por el gen p53 han llevado a los investigadores a considerarlo, hasta tanto no se obtenga más información, como un gen multifuncional involucrado en una gran variedad de tumores (más del 50% de los tumores, y de una forma u otra en casi todas las neoplasias). Aún así, el gen y su proteína constituyen un objeto de investigación de impor-

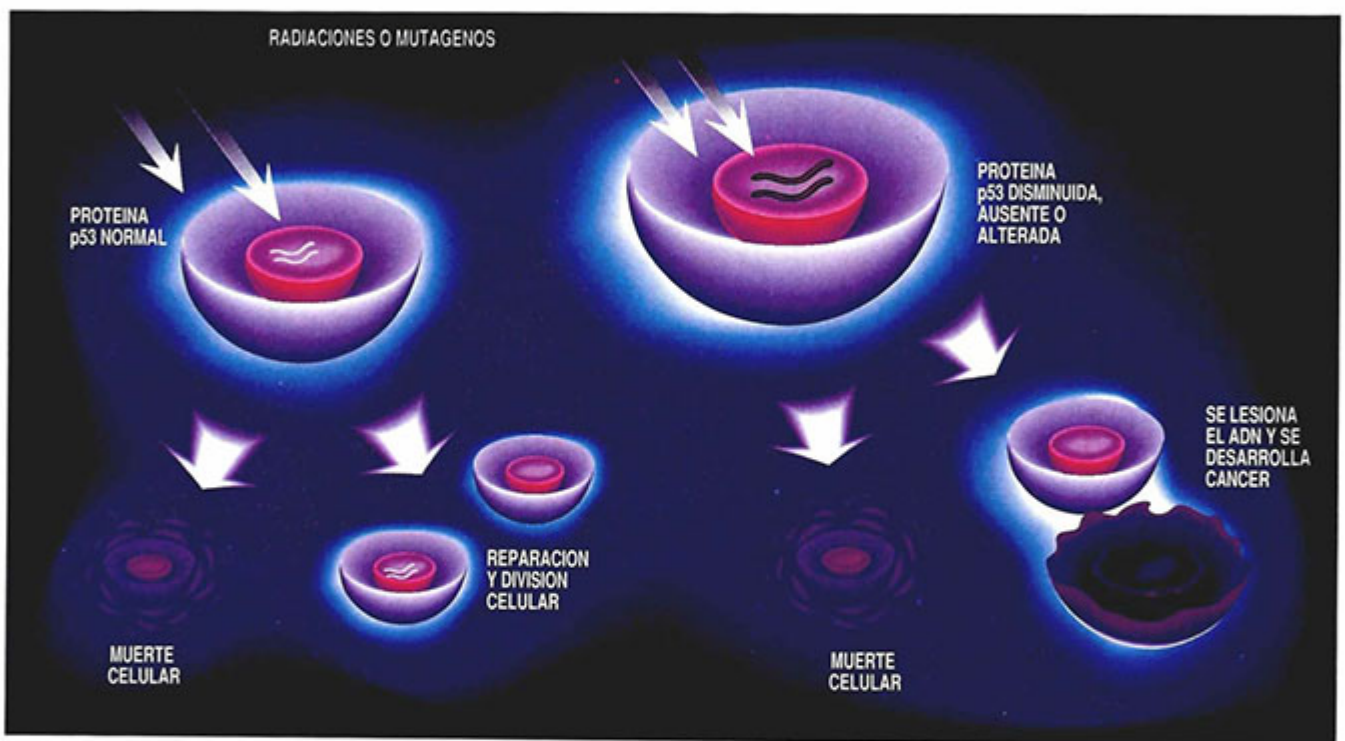


Figura. La célula responde a la agresión en el material genético (radiación o mutágenos) con la síntesis de la proteína p53, la cual permite que el ADN sea reparado. Si se presenta una disminución, alteración o pérdida de la p53, ésta no cumple su papel y se desencadena una alteración en el ADN que se manifiesta en cáncer o muerte celular.

res precoces: el cáncer no sobreviene hasta que las alteraciones del ADN son bastante numerosas.

La cuarta hipótesis ubica el papel de la p53 dentro del proceso de envejecimiento. Según explica M. Ozturk, especialista en cáncer del hígado del Centro León - Bérard en Lyon, la función de guardián del genoma puede relacionarse con el envejecimiento celular. Todas las células de un cultivo que se immortalizan espontáneamente carecen de p53 o contienen solamente la forma inactiva. Las líneas normales mueren


según una pérdida de la capacidad de la proteína para fijarse al ADN, como también que en algunas células cancerosas coexisten la forma natural y la mutante de la p53, y que en numerosos tipos de cáncer se encuentra presente en grandes cantidades, habiendo perdido toda su eficacia sin que el gen haya sido afectado...

La evidencia acumulada, el hecho de que ninguna de las hipótesis propuestas sea excluyente, y la falta de certeza respecto a la función

tancia indiscutible que genera grandes expectativas tanto en el terreno del diagnóstico como en el campo de la terapéutica.

Martha Patricia García
Microbióloga
Universidad de los Andes

Surtidores de lava:



La nueva teoría sostiene que las placas, con una gran carga de sedimentos, son recicladas en el manto y alcanzan nuevamente la superficie terrestre.

¿Una revolución en la Geología?

Los geofísicos con sus aportes recientes están causando una nueva "revolución científica" en el campo de las ciencias de la Tierra, comparable a la que se creó con la teoría de la tectónica de placas, según afirma el doctor Michael E. Wysession, profesor de la Universidad de Washington.

Hay un consenso general entre ellos de que las placas oceánicas se sumergen profundamente, ascienden después de un reciclaje en el manto, y emergen como gigantesos surtidores o fuentes de rocas calientes, formando cadenas de islas en océanos y continentes.

Hasta ahora, la suerte de las placas en proceso de subducción se considera como incierta, pero estos nuevos planteamientos explican muchas cosas que están sucediendo en ese campo.

En la nueva teoría de los surtidores se indica que las placas, con una gran carga de sedimentos, son recicladas en el manto y alcanzan nuevamente la superficie terrestre. Se han identificado cerca de sesenta de esos surtidores o fuentes, emergiendo tanto de los océanos como de los continentes.

Muchos geólogos creen que el calor emergente del núcleo es el motor primario de los surtidores.

El doctor William M. White, geofísico de la Universidad de Cornell, en una reciente entrega de la revista *Nature*, expresó que el análisis de oxígeno en lavas recientes de una erupción en una fuente en el Pacífico sur, "lleva a la virtualmente ineludible conclusión de que ellas tienen un componente que alguna vez estuvo en la superficie de la tierra". Los vidrios volcánicos dragados por el Sonne, buque alemán de investigación, fueron analizados por científicos de Alemania, Gran Bretaña y Australia; ellos concluyeron, por la presencia de oxígeno, que presumiblemente la fuente ascendente proveniente del manto, fue la portadora del material analizado y que éste había sido parte del piso oceánico o de un continente hace miles de años.

En una reunión de la American Geophysical Union en Baltimore, en mayo del presente año, se debatieron los argumentos al respecto; muchos geofísicos arguyeron que la corteza de las cadenas de islas que hoy se encuentran en la Polinesia y Hawaii en el Pacífico y la de Kerguelen en el Indico, descendió a través del manto, alcanzando la zona turbulenta que separa a éste del núcleo fundido de la Tierra. El doctor Wysession sostuvo que en su ascenso los surtidores de lava no se presentan como masas continuas, sino como inmensas burbujas de roca caliente, que llegan a la superficie separadas por miles de años, formando así las cadenas volcánicas mientras los continentes se van desplazando. Muchos geólogos creen frente a estos planteamientos, que el calor emergente del núcleo es el motor primario de los surtidores.

Los doctores Terry Plank y Charles M. Langmuir, de Columbia University's Lamont-Doherty Earth Observatory, reportaron evidencias dadas por elementos traza analizados en sedimentos de las fosas (zonas de subducción) cercanas a las islas Aleutianas, las Antillas, las

Marianas y a México y Guatemala; aunque las cantidades de elementos varían de un lugar a otro, en cada sitio fueron equiparables o iguales a los encontrados en las lavas correspondientes.

Pasarán algunos años, quizás muchos, antes de que la teoría de los surtidores o fuentes planteada por los geofísicos sea perfeccionada y aceptada universalmente.

Los anteriores hechos van en favor de la teoría de los surtidores o fuentes planteada por los geofísicos, pero pasarán algunos años, quizás muchos, antes de que sea perfeccionada y aceptada universalmente, como sucedió con Wegener y su deriva continental, la cual fue confirmada por la tectónica de placas pero sólo 40 años después.

.....

Alberto Villegas Betancourt
 Instituto de Investigaciones
 en Geociencias, Minería y Química
 Geólogo Editor

¿Cazadores o carroñeros?

Nuevo vistazo a la evolución humana

Una de las más nobles imágenes en el reino animal es la de los cazadores. Las escenas de grandes cazadores en acción nos producen terror y respeto por estas bestias admirablemente dotadas por la naturaleza. Los filmes épicos sobre los cazadores manchados de las sabanas africanas constituyen una síntesis de eficacia y belleza. Durante siglos un animal como el león ha sido emblema y sinónimo de nobleza y alcurnia; el león es el rey de los animales, y procuramos que algo de nosotros se le parezca.

Durante largo tiempo se ha concebido que en la evolución humana un aspecto crucial fue el paso del hombre colector al hombre cazador. Los primeros homínidos, como los *Australopithecus* de hace más de dos millones de años, eran colectores que andaban en grupos errantes buscando frutos, semillas y cualquier otra golosina ocasional. Se cree que hace unos dos millones de años hubo un cambio importante. Al lado de los pacíficos australopithecinos surgieron otros homínidos más robustos, con mayor capacidad cerebral, familiarizados con el fuego y la confección de utensilios, como el *Homo habilis*.

Se ha creído que un factor importante en estos cambios en la evolución de los homínidos fue el cambio de dieta. De una u otra forma los pacíficos colectores de

bayas se transformaron en agresivos cazadores. Mejor armados, con utensilios de ataque como lanzas y mazos, los hombres tuvieron acceso a un nuevo mundo, el rico mundo de la carne, de las proteínas, de la abundancia. A su vez, se piensa que esta conquista impulsó la evolución humana, estrechando sus lazos sociales, división del trabajo, manufacturación de objetos, mayor inteligencia y demás cosas.

Sin embargo, las cosas han comenzado a cambiar dramáticamente. Los heroicos cazadores están siendo cuestionados ante nuevas observaciones y audaces interpretaciones. Biólogos sin prejuicios han vuelto a las calurosas sabanas africanas a observar con más atención a cazadores y carroñeros.

Y la historia que cuentan es otra. Es cierto que los leones (o mejor aún, las leonas) cazan para alimentar a muchas bocas hambrientas, actuando coordinadamente. Sin embargo, estos felinos no desdeñan la posibilidad del hurto de presas abatidas por otros carnívoros de las sabanas. Un esbelto guepardo, que fatigosamente ha cazado una gacela, muchas veces pierde su trofeo arrebatado por las garras leoninas.

Más aún, se ha descubierto que muchos leones pueden recurrir a la carroña como una fuente alterna de alimento. No siempre los leones son

Los filmes épicos sobre los cazadores manchados africanos constituyen una síntesis de eficacia y belleza.

los que pierden su presa frente a las hienas; muchas veces son éstas las que deben ceder a regañadientes la caza ante los oportunistas felinos.

La lección es sencilla. Cazadores puros no hay. Otros felinos, como nuestro esbelto jaguar, muchas veces comen peces, reptiles y hasta insectos cuando la caza escasea; algunas veces no desdennan carroña. El comer carroña es una labor que hemos condenado como sucia y ajena. Los más famosos carroñeros son los buitres y gallinazos, "parias" en el mundo de las aves, y aplicamos la palabra "buitre" para asociarla a la ruindad de alguna persona. A pesar de la extraordinaria importancia de estos limpiadores para mantener y purificar los paisajes y ciudades, los recompensamos con la indiferencia.

En la evolución humana, paralelamente, ha predominado la idea del hombre cazador. Los australopitecinos, pacíficos colectores de

frutas, cedieron el protagonismo en nuestra evolución a los agresivos *Homo habilis* y *Homo erectus*, hacedores de utensilios y además cazadores. Para muchos antropólogos la caza era más predecible y segura, y la carroña impredecible e insegura.

Los recientes estudios, hechos sobre reinterpretaciones de viejos

datos, más observaciones de campo con comunidades de predadores y carroñeros, arrojan una luz diferente sobre nuestra evolución. Los homínidos podrían cazar, efectivamente, algunas presas, pero de pequeño tamaño. Sin embargo, una estrategia importante estaría dirigida a la explotación de los restos de grandes herbívoros dejados por los predadores y carroñeros de primer orden. Las hordas de humanos simplemente esperarían a que leones y buitres terminaran el festín, y entrarían, armados de piedras cortantes, a romper huesos para acceder al rico contenido proteínico de la médula. Los estudios señalan que esta actividad era menos costosa (en comparación con el esfuerzo de búsqueda, persecución y caza de herbívoros) y menos riesgosa (al minimizar la competencia con grandes cazadores como leones, leopardos y los ya extinguidos dientes de sable) que la supuesta caza activa defendida por muchos antropólogos

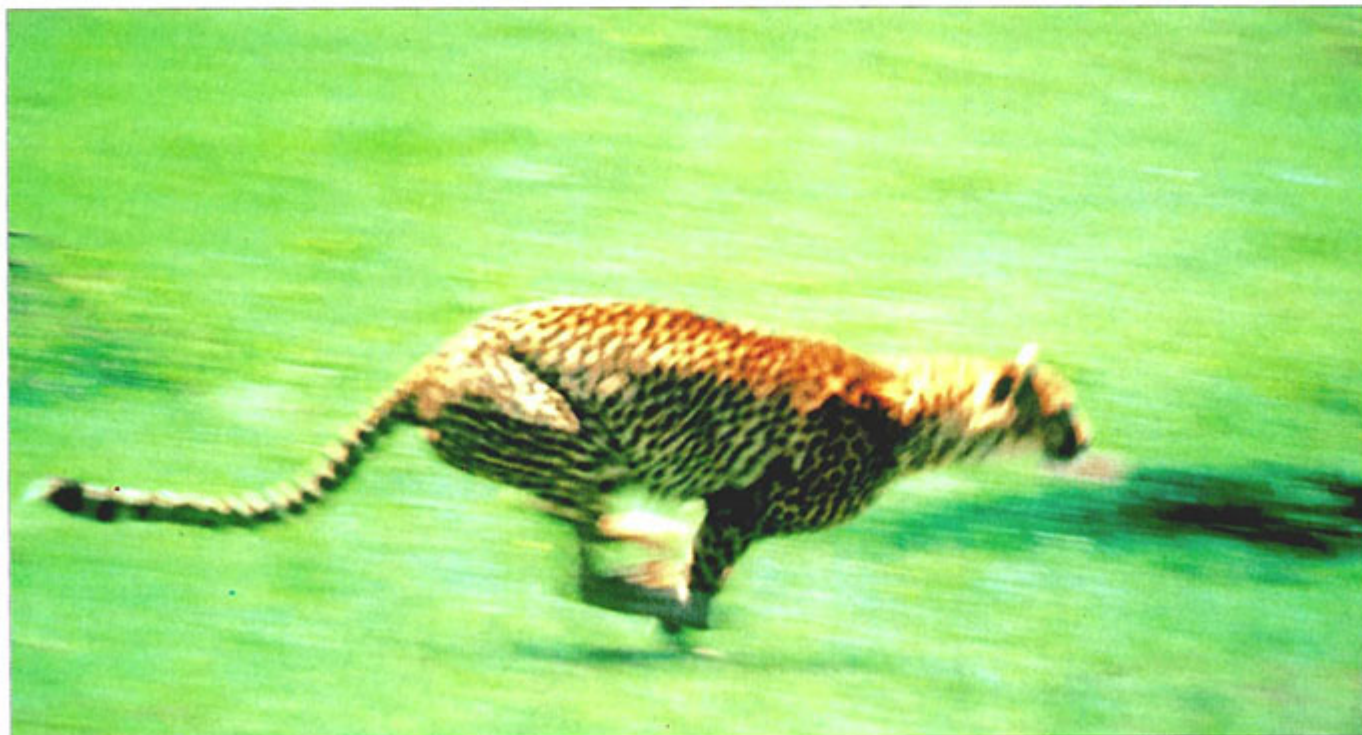


Figura. Los heroicos cazadores están siendo cuestionados ante nuevas observaciones y audaces interpretaciones.

Los nuevos proponentes del hombre carroñero piensan que esta actividad también pudo ser motor de nuestra evolución.

en el pasado. Nuestros antecesores tendrían varias oportunidades para acceder a los restos de presas. Arrebatándose a modestos cazadores (como el tímido guepardo); abordando los restos de alimento dejados después del festín de grandes cazadores (como leones), antes de la llegada de hienas, chacales y buitres; explotando los últimos restos dejados por toda una legión de carroñeros, como el cerebro o partes de la piel; consumiendo restos de predadores muertos por enfermedades o malnutrición.

¿Neandertales caníbales?

Mucho de lo que se habla y escribe sobre la evolución humana, en lo referente a la alimentación, toca con la recolección de frutos, la caza o aun el carroñeo. El tema del canibalismo en nuestra evolución parece estar relegado al debate y controversia: para muchos, las pruebas sobre posibles actos de canibalismo en nuestros antepasados se deben más a equivocadas interpretaciones de los restos excavados.

Alban Defleur y su equipo de trabajo, en carta enviada a *Nature* y publicada en la edición del 18 de marzo, parecen revivir el agitado debate con sus propios hallazgos. Defleur halló 13 Neandertales en excavaciones en los estratos de Abri Moula,

Valencia (Francia), en una edad cercana a los 50.000 años. El análisis de cuatro de los restos mostró cortes hechos por pedernales semejantes a los encontrados en los huesos de fauna asociada. Los investigadores desechan la posibilidad de que estas marcas se deban a procesos geológicos, debido a la fisiografía del lugar del encuentro, y sugieren la posibilidad de que hayan encontrado evidencias de un ancestral acto canibal. "Aunque nuestros nuevos registros osteológicos no pueden probar la práctica del canibalismo entre los Neandertales, éstos constituyen un argumento importante en favor de las hipótesis de que dichas prácticas podrían haber ocurrido entre los habitantes del Paleolítico Medio en Europa Occidental", afirma Defleur.

Los adherentes a la idea del **hombre cazador** piensan que la caza (y su proteínica recompensa) fue el "motor" que impulsó el desarrollo cerebral y manual, y la evolución social e intelectual que nos han llevado a donde estamos. Los nuevos proponentes del **hombre carroñero** piensan que esta actividad (siempre unida a otras como recolección de frutos y caza en pequeña escala) también pudo ser motor de nuestra evolución. La búsqueda, aprovechamiento y defensa de grandes cadáveres necesitaría de una actividad cooperativa y división de labor. Incluso ciertos investigadores piensan que el carroñeo pudo ser común durante casi toda la evolución humana, existiendo el hombre cazador hace apenas unos 10.000 años, junto con el hombre agricultor.

La etología ahora ofrece pistas inesperadas. Los chimpancés han sido tradicionalmente vistos como pacíficos omnívoros. Estudios de Jane Goodall y otros han mostrado una fase diferente. Chimpancés que arrebatan presas a carnívoros y chimpancés que no desdeñan restos de cadáveres, incluso utilizando artefactos para romper los huesos duros para acceder a la rica médula. Y estos son los seres filogenéticamente más cercanos a nosotros, con tan sólo un 1% de diferencia en nuestro genoma...

Un pasado carroñero no es tan malo como parece. Al fin y al cabo, en la naturaleza no hay cosas buenas ni malas. Muchas especies, desde humildes microbios hasta grandes buitres, se han especializado en esta forma de vida. Forma de vida que lleva largo tiempo sobre nuestro planeta, y que ha permitido la misma vida, al reciclar continuamente los restos orgánicos dejados en las viejas contiendas entre cazadores y presas.

Fernando Fernández C.
Programa Re-Creo
Universidad Nacional de Colombia

MICROSCOPIA

- Laboratorios Químicos
- Laboratorios Clínicos
- Botánica
- Técnica de medición
- Electrónica

FOTOGRAFIA

- Macro y microfotografía



Alta intensidad lumínica
sin originar indeseables
radiaciones calóricas

Iluminación uniforme y libre
de sombras a través de los
conductores de fibra óptica

Variada composición espectro
de la luz, mediante el uso de
filtros previos



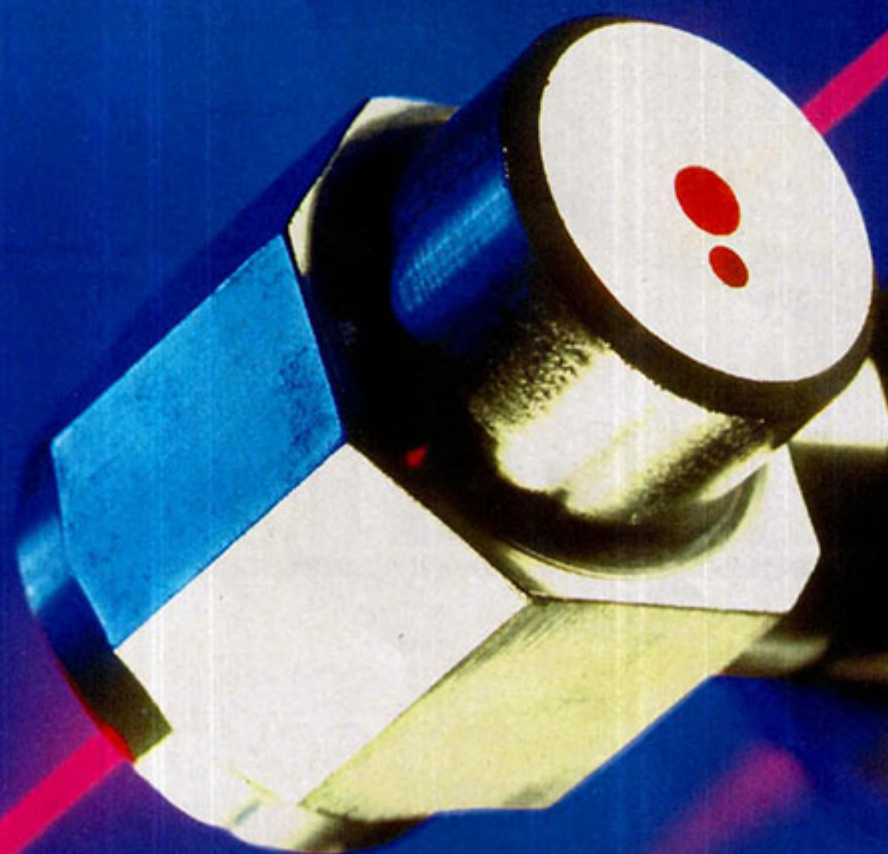
FUENTE DE LUZ FRIA KL 1500

SCHOTT COLOMBIANA
Av. 22 No. 39 - 71
A.A. 13252
Conmutador: 3350100
Fax: 2690928
Santafé de Bogotá D.C.
Colombia



SCHOTT
COLOMBIANA

Láseres: física y pr



Propiedades a su alcance

José Edgar Alfonso, Paulo J. Orozco
Departamento de Física
Universidad Nacional

Hasta hace pocos años la palabra láser estaba más asociada con la ciencia ficción que con la vida cotidiana. Hoy el ciudadano común recibe continuamente mensajes sobre las múltiples aplicaciones del láser en actividades como la medicina, en terapia y cirugía, las comunicaciones, la electrónica, la navegación aérea y espacial, la industria, etc.

Aun sin saberlo, una persona utiliza tecnología láser cuando en el supermercado un lector de barras calcula su cuenta, cuando escucha discos compactos, cuando se divierte en una discoteca o cuando asiste a presentaciones de video de alta calidad. Estos son apenas los inicios de una nueva era tecnológica y es de esperar que el descubrimiento de nuevos tipos de láser y la aplicación ingeniosa de sus propiedades hagan cada vez más necesaria su utilización en las actividades del hombre.

¿Qué significa la palabra láser?, ¿qué es un láser?, ¿de qué está hecho?, ¿cómo funciona?, ¿qué propiedades tiene su radiación?: en fin, ¿qué es lo que hace que este dispositivo sea tan versátil?

Láser, luz amplificada

LASER es el acrónimo en inglés de "light amplification by stimulated emission of radiation" o "amplificación de luz por emisión estimulada de radiación". Esto implica que el láser es un emisor de radiación electromagnética (luz) bajo condiciones especiales y que esta radiación tiene características peculiares que la diferencian de la emitida por cualquier fuente luminica común.

Para comprender algunos aspectos relacionados con la tecnología láser es necesario

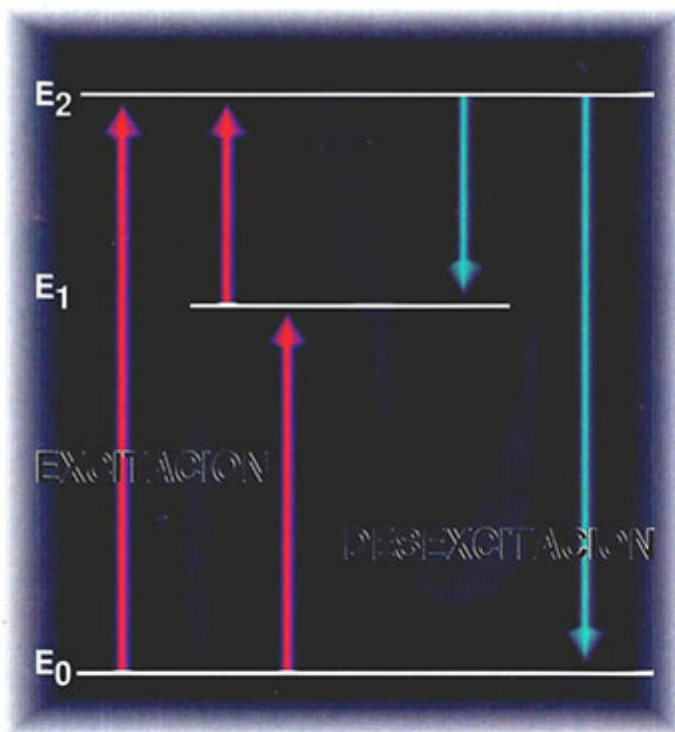


Figura 1.
Niveles de energía de un átomo simple.

entrar en el terreno de los fenómenos luminosos y entender cómo se genera la luz y qué acciones se pueden emprender para actuar sobre sus propiedades fundamentales.

Cómo se produce la luz

La materia, sea cual sea el estado en que se encuentre, está constituida por átomos. Bien sea que los átomos estén libres o en estado de agrupación formando las moléculas de gases, líquidos o sólidos, sólo pueden poseer estados energéticos bien definidos. En

física se construye una imagen de tales estados posibles como una escalera cuyos peldaños están espaciados según los valores que puede tomar la energía. En la **figura 1** se ilustran tres estados de energía de un átomo simple, E_0 , E_1 y E_2 . Un átomo absorbe o libera energía (puede ser en forma de luz) solamente cuando ésta cambia en una cantidad precisa, que corresponde a una de las separaciones de la escalera de las energías, no necesariamente entre escalones contiguos. En fin, un átomo o molécula pasa a un estado de mayor (excitación) o de menor energía (desexcitación) cuando absorbe o entrega la cantidad de energía que separa el nivel inicial en que se encontra-

ba, del nivel final. Normalmente los átomos hacen lo posible por permanecer en el estado de menor energía, también llamado estado fundamental.

En situaciones especiales, por ejemplo cuando la materia absorbe energía, los átomos cambian su estado energético y pasan necesariamente a un llamado "estado excitado", o sea algún escalón más alto en la escalera, como se observa en la **figura 1**. La tendencia natural de regresar al estado fundamental hace que el átomo libere la energía excedente, ya sea por medio de choques con otros átomos o emitiendo luz.

Cuando la desexcitación se realiza por emisión de luz, el átomo emite un color bien definido cuya longitud de onda es determinada por la diferencia de energía entre los niveles de la escalera. Esta radiación se denomina fotón, o paquete de energía.

La excitación de los átomos puede realizarse por medio de luz (fluorescencia), reacciones químicas (fósforo cerilla), electricidad (lámpara), etc. Una vez activada la excitación, se procede a la desexcitación por emisión de luz. En general, los gases monoatómicos emiten luz en unas pocas longitudes de onda bien definidas, los gases moleculares en varias bandas con valores menos definidos y los líquidos y sólidos en bandas continuas de longitud de onda. Una característica de la luz emitida es que viaja en todas las direcciones, el ejemplo más típico sería el de emisión de luz por el filamento de un bombillo común.

Cómo se obtiene la luz láser

La luz puede ser entonces emitida por desexcitación de átomos o moléculas que se encuentran excitados, independientemente del medio en que estén sumergidos. El átomo realiza espontáneamente la desexcitación y la emisión de la luz procede al cabo de un tiempo que depende de los niveles de energía involucrados en la transición.

La emisión espontánea de la radiación no es utilizable para la producción de luz láser. Existe otro mecanismo, predicho teóricamente por Einstein a comienzos del siglo pero sólo comprobado experimentalmente en la década de los cincuenta, que se llama emisión estimulada de radiación, en contraposición a la emisión espontánea. La emisión estimulada funciona así: imaginemos un átomo excitado, se ha dicho que puede

Hasta hace pocos años la palabra láser estaba más asociada con la ciencia ficción que con la vida cotidiana.

emitir luz en forma espontánea. Si durante el tiempo de espera para desexcitarse pasa por su vecindad luz con la misma energía que él está dispuesto a ceder, entonces el átomo no espera más y se desexcita emitiendo un fotón con propiedades idénticas (dirección, energía, polarización, etc.) al que lo estimuló.

La radiación estimulada puede obtenerse en gran cantidad si se dispone de un montaje práctico donde se tenga un buen número de átomos excitados y una concentración alta de luz estimulante que les permita desexcitarse. Así todos los átomos emitirán luz de idéntico color. Una descripción esquemática de los procesos de emisión espontánea y estimulada se puede observar en la **figura 2**.

Los fotones producidos por emisión estimulada viajan en la misma dirección, se refuerzan y es de esperar que la luz así obtenida tenga una alta intensidad.

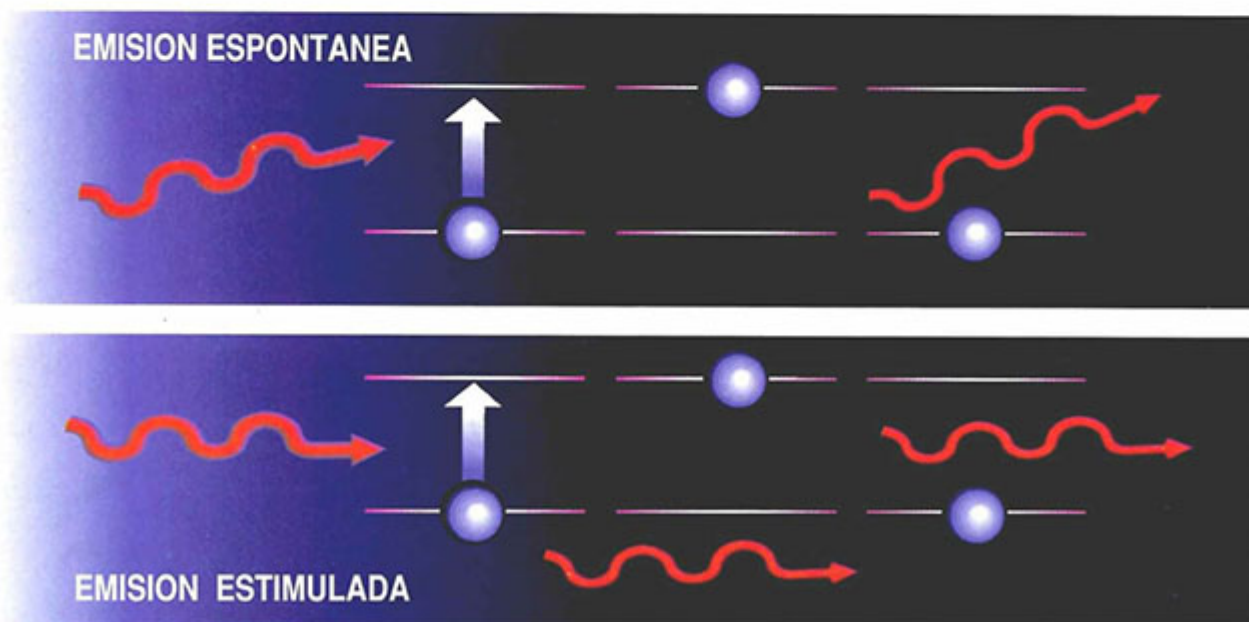
En la práctica la situación es más compleja debido a los múltiples niveles de energía de los átomos. Muchos de los niveles no son aptos para emitir luz láser porque el tiempo de espera para emitir la luz es muy corto; cuando absorben parte de los fotones disponibles para emisión estimulada se produce un amortiguamiento de la onda por absorción y emisión espontánea a medida que se propaga en el medio.

Existen entonces dos procesos físicamente opuestos, el primero tendiente a reforzar la onda luminosa y el segundo a amortiguarla. Para que exista amplificación neta de la radiación, en otros términos luz láser, se requiere que el primer proceso sea más favorable que el segundo.

Para obtener luz láser se deben cumplir dos condiciones: primero, tener un medio activo donde prevalezca la emisión estimulada sobre la absorción, éste será un medio amplificador, y segundo, que en ese medio se pueda contar con un mayor número de átomos en el estado excitado que en el estado fundamental, lo que técnicamente se denomina inversión de población, ya que ocurre lo opuesto al estado normal donde hay muchos más átomos en el estado fundamental que en el estado excitado. En otros términos, se requiere entregar energía a los átomos o moléculas en cantidad y calidad adecuadas para que la mayoría logre llegar a un estado excitado representado por uno de los escalones altos de la **figura 1**.

El medio activo del láser puede ser gaseoso como argón, kriptón, mezclas de helio-neón o bióxido de carbono-helio-nitrógeno; líquido colorante o un sólido como el rubí y los diodos semiconductores.

Figura 2.
Diferentes
mecanismos
de radiación.



No todos los materiales tienen buenas propiedades como medios amplificadores y por tanto no todos pueden generar radiación láser; en caso de tener un medio amplificador adecuado, la inversión de población se produce suministrándole energía a través de procesos de tipo óptico, químico, térmico, descarga eléctrica, etc.

Cómo funciona un láser

Supóngase ahora que se puede lograr inversión de población entre dos niveles energéticos de un medio adecuado. Un proceso inicial de excitación del medio activo hace que algunos átomos ocupen el nivel superior de energía y se desexciten en forma espontánea. Algunos de esos fotones emitidos espontáneamente recorrerán el medio activo encontrando en el camino otros átomos excitados e influirán sobre ellos haciendo que entreguen su energía por medio de una emisión estimulada de fotones. Estos nuevos fotones se unirán al primero, viajarán en la misma dirección y

serán idénticos a él, a su vez encontrarán otros átomos excitados y desencadenarán la emisión estimulada de radiación.

Los medios activos de los láser tienen geometría cilíndrica para que los fotones emitidos en dirección cercana al eje del cilindro tengan una alta probabilidad de interactuar con un número grande de átomos. Así se obtiene una mayor amplificación en esa dirección. Para incrementar aún más la probabilidad de encuentro del fotón que viaja a lo largo del eje del cilindro con átomos excitados -y por tanto producir más emisión estimulada- se refleja el haz de luz hacia el medio activo por medio de dos espejos perpendiculares a ese eje, situados en los extremos del cilindro. El sistema conformado por el medio activo y los espejos recibe el nombre de resonador (**figura 3**).

El resonador es el corazón del láser y debe cumplir en esencia dos condiciones de construcción: primera, los espejos deben estar orientados perfectamente paralelos entre sí ya que cualquier desviación, por

Figura 3.
Diagrama general de un resonador láser.

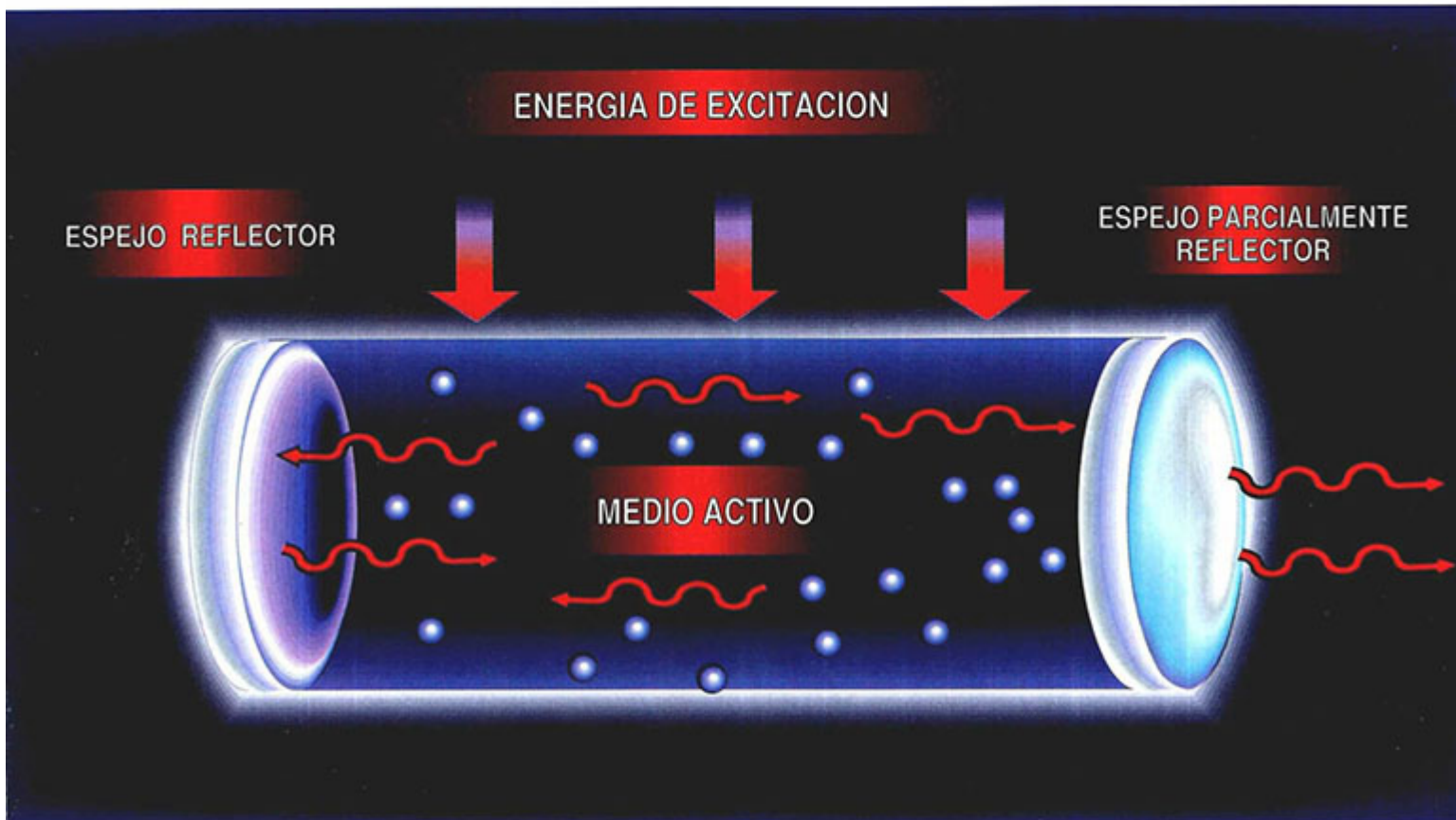


Figura 4.
Los rayos láser, una de las herramientas más poderosas en el campo industrial, permiten cortar, soldar, perforar y tallar materiales, y un sinnúmero adicional de aplicaciones.



pequeña que sea, hará que el haz se separe de la dirección axial rápidamente después de reflejarse en ellos y, segunda, uno de los espejos, el de salida, debe transmitir parcialmente la radiación que se amplifica. La porción de luz que atraviesa este último es la radiación utilizable para las aplicaciones del láser.

El proceso iterativo de reflexión de la radiación en los espejos hacia el medio activo hace que en sucesivos viajes de ida y vuelta la cantidad de radiación se refuerce cada vez más y se produzca la amplificación.

El resonador es una de las más serias dificultades tecnológicas en la fabricación de láser, particularmente por la producción de espejos que cumplan con las condiciones ópticas requeridas para la amplificación.

Qué hace al láser tan versátil

La luz láser tiene propiedades bien especiales. El hecho de que en la emisión estimulada tanto el fotón estimulante como el estimulado viajen en la misma dirección, conduce a que el láser emita la luz muy paralela al eje del cilindro, es decir es altamente direccional. Además, puesto que los fotones se originan de una misma transición energética, son del mismo color y la radiación será monocromática.

Regresando ahora a la imagen de la luz como una onda de radiación y teniendo en cuenta la identidad de los fotones estimulado y estimulante, las ondas que ellos representan tienen la misma fase. Esto significa que las ondas de luz alcanzan al mismo tiempo, en el mismo punto del espacio, los máximos y los mínimos. Por eso se dice que la luz láser es coherente. La coherencia se da a través del espacio, coherencia espacial, y en el tiempo,

coherencia temporal. Este fenómeno se puede visualizar como un conjunto de hombrecitos que en el caso de luz coherente todos marchan sincrónicamente y con igual dirección. En el caso de incoherencia cada uno se mueve sin tener en cuenta a los demás.

El alto grado de direccionalidad y la pequeña divergencia cuando se propaga, hacen que la luz láser se pueda concentrar en áreas pequeñas. Las propiedades de monocromaticidad y coherencia están relacionadas con el hecho de que la frecuencia de emisión de la radiación tiene un valor bien definido.

Finalmente, la cantidad de potencia que proporciona un láser depende del medio activo y de su construcción. Los estudios de la física han permitido descubrir gran cantidad de medios activos láser, unos más eficientes que otros en la producción de luz. Esta variedad es lo que posibilita la construcción de láseres con muy diversas longitudes de onda y potencias. En efecto, se tienen láseres que emiten radiación en cualquier zona del espectro, desde el ultravioleta hasta las microondas, con los que se puede suministrar desde microvatios hasta centenares de kilovatios según su construcción y el tipo de aplicación que se desee dar.

Son las propiedades descritas las que diferencian la luz láser de cualquier fuente lumínica convencional y las que permiten al láser ser usado como una fuente excepcional de energía, capaz de ser concentrada en pequeñas áreas como se requiere en la lectura de disco láser, en el corte de materiales (**figura 4**), en delicadas intervenciones quirúrgicas o en la comunicación por fibras ópticas. Su direccionalidad se aprovecha en radares de infrarrojo o en la detección de contaminación ambiental; la coherencia en la medida de distancias con gran precisión o para elaborar hologramas para almacenamiento de grandes cantidades de información en volúmenes insospechadamente minúsculos.

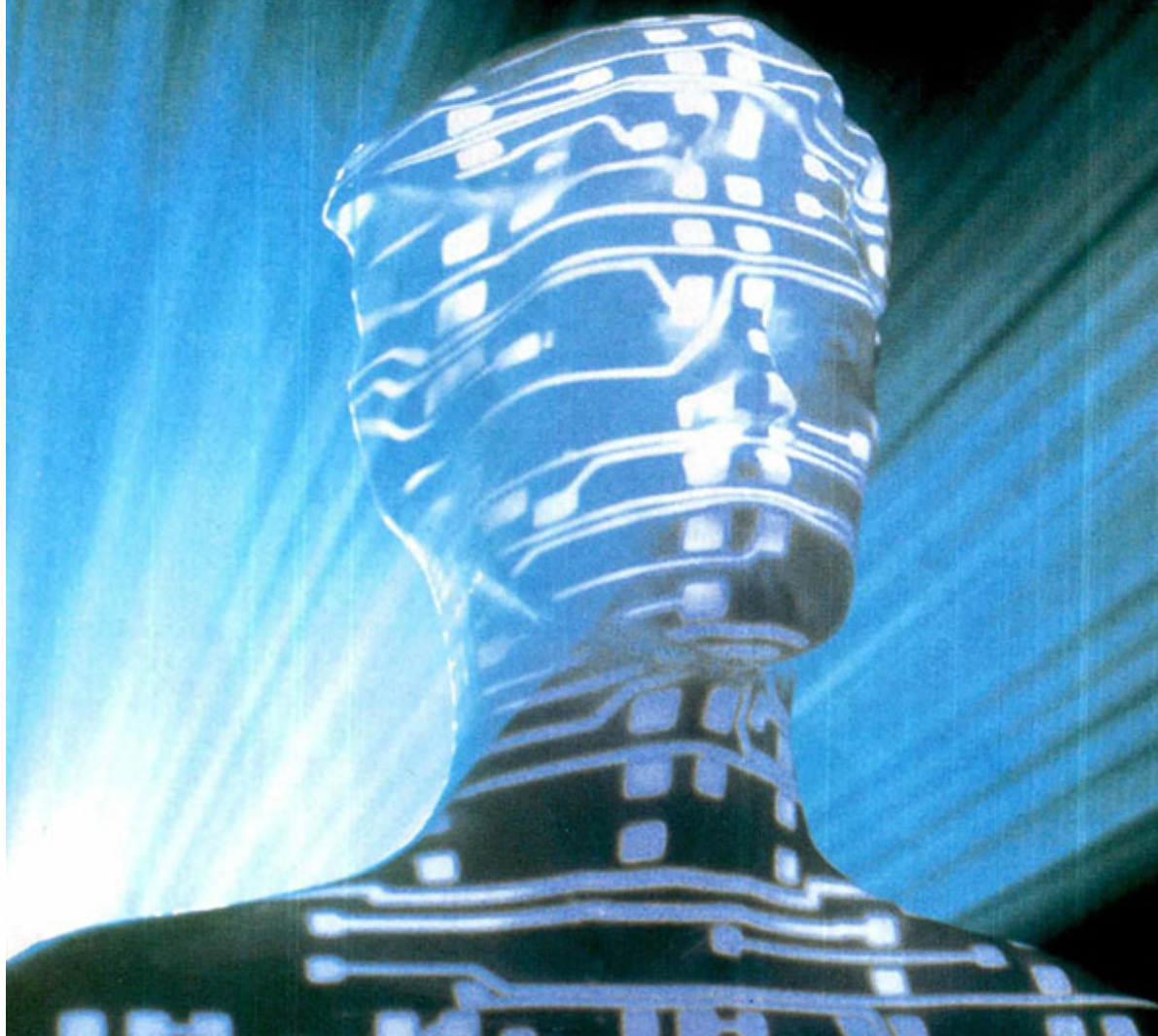
Por supuesto, cada tipo de aplicación implica la necesidad de utilizar potencias adecuadas; en esto el láser ha probado no tener contendor.



Bibliografía en depósito

La Inteligencia Artificial

Sus potencialidades
y limitaciones



Francisco Rueda F.
Ingeniería de Sistemas
Universidad de los Andes

Introducción

Una de las tecnologías informáticas que más expectativas ha despertado en los últimos años es la inteligencia artificial (IA). Se habla mucho de ella, no sólo por ser una de las disciplinas de moda sino también porque ha penetrado en diversos terrenos (el diseño asistido por computador, la robótica, la medicina, el derecho, las bases de datos, etc.) y porque el mercado ha empezado ya a ofrecer productos basados en ella, lo cual despierta profundos interrogantes con respecto a sus verdaderas potencialidades y limitaciones. Se dice que ha sido "sobrevendida", para indicar con esto que los resultados que ha mostrado después de largos años de investigación son muy precarios comparados con las expectativas que ha generado, y que por tanto se han ofrecido muchas más cosas de las que se pueden obtener de ella. Pero otros la defienden presentándola como una de las tecnologías del futuro. En este artículo nos proponemos reflexionar sobre las verdaderas posibilidades de esta disciplina.

¿Qué es la inteligencia artificial?

Las discusiones sobre la inteligencia de las máquinas tienen una antigüedad muy respetable. En un artículo ya clásico¹, que podría considerarse como uno de los precursores del debate sobre la IA, Turing analiza algunas de las objeciones que se hacen a la posibilidad de que las máquinas puedan ser inteligentes, como la objeción matemática que se basa en consideraciones como el teorema de Gödel, "que demuestra que pueden formularse, en un sistema lógico cualquiera,

afirmaciones suficientemente fuertes, que no pueden ni demostrarse ni negarse dentro del sistema, a no ser que el mismo sea inconsistente"¹, o la del avestruz que se puede expresar diciendo que "las consecuencias de que las máquinas pensarán serían demasiado terribles; esperemos y creamos que no puede ser"¹. También es interesante resaltar que Turing plantea en su artículo la idea de lo que hoy conocemos como "aprendizaje automático", que consiste en establecer procedimientos para que las máquinas aprendan. Pero uno de los aspectos más conocidos de este autor es la llamada "prueba de Turing", que permite establecer si una máquina es inteligente, y consiste en colocar a un interrogador en un cuarto y decirle que formule distintas preguntas a dos sujetos ubicados en otra habitación (a los cuales no puede por tanto ver ni identificar directamente), con el fin de averiguar sus identidades; si al cambiar a uno de los sujetos por una máquina el interrogador no puede mediante sus preguntas diferenciar entre el sujeto y la máquina, podremos decir que esta última es inteligente.

La definición más conocida de lo que es la inteligencia artificial es la propuesta por Minsky, uno de los más destacados investigadores del área, quien afirma que "es la ciencia de hacer máquinas que hagan cosas que si fueran hechas por los hombres requerirían inteligencia"². Esta forma de definir la IA tiene varios inconvenientes: por un lado, los criterios para decidir si una máquina es inteligente varían con el tiempo (piénsese, por ejemplo, en la actividad de jugar ajedrez que en una época pudo considerarse como característica de los seres inteligentes, a pesar de que hoy en día tenemos

computadores que son maestros internacionales en este deporte y sin embargo nos resistimos a aceptar que por eso sean inteligentes); por otro, si nos guiamos por esta definición, nuestros sistemas pueden realizar sus labores en formas distintas a como lo hace la mente huma

Una de las tecnologías
informáticas que más
expectativas ha
despertado en los
últimos años es la
inteligencia artificial.

na, por lo que ellos no nos ayudan mucho a entender la misma.

La siguiente definición de Charniak³ proporciona otro punto de vista sobre lo que debe ser la IA: "El estudio de las facultades mentales a través del uso de modelos computacionales". Este enfoque es interesante porque abre nuevas perspectivas para la investigación psicológica.

Shank⁴, por su parte, se pregunta cuáles son los fundamentos de la IA: las matemáticas, la ingeniería de software, la lingüística o la psicología, para concluir que esto depende de los objetivos de los investigadores y de los métodos empleados para construirla. Afirma, además, que la IA persigue dos objetivos básicos: construir máquinas inteligentes e investigar sobre la naturaleza de la inteligencia. Además, y para complementar los principios anteriores, establece las principales características que debe tener un sistema inteligente -y con esto define algunos de los aspectos más importantes que debe investigar la IA-: capacidad de comunicación y conocimiento interno, conocimiento del mundo, intencionalidad y creatividad, las cuales expresan cualidades deseables en un ente inteligente.

Otros afirman que para que un sistema sea inteligente es necesario que tenga la capacidad de aprender. Esto nos remite a la definición de aprendizaje que es quizás más compleja que la que buscamos establecer, pero refleja una característica muy deseable de los sistemas inteligentes, aunque no sepamos definir sin ambigüedades lo que es aprender.

Una pregunta que surge sobre la identidad de la IA es si ésta es una ciencia o una técnica. Según algunas de las definiciones que hemos dado, vemos que los investigadores del área tienden a identificarse con la primera hipótesis. Sin embargo, siguiendo las ideas de Narayanan⁵, encontramos que esta afirmación es difícil de sostener. Una de las características más importantes de las teo-

rias científicas es que éstas pueden ser falseadas o verificadas experimentalmente, pero en el caso de la IA -y en general de la computación-, ¿cómo se puede hacer la confrontación con la realidad? Algunos sostienen que ésta se puede asimilar a la implementación a

través de programas de computador o que los programas de computador producidos mediante la IA tienen implícita una teoría. La dificultad reside en el hecho de que la suposición fundamental de la IA es que los conceptos computacionales pueden usarse para describir la mente humana y es natural por tanto pensar que es posible implantar las teorías de la IA en el computador puesto que se construyen a partir de conceptos computacionales. Hay otros argumentos expuestos por Narayanan que conducen a pensar que las teorías de la IA no son falseables y no constituyen por tanto un saber científico.

Si la IA no es una ciencia que se justifique por sí misma, podemos afirmar entonces que es una tecnología que utiliza sus técnicas en el desarrollo de aplicaciones del mundo real.

Esto tiene algunas implicaciones, como que no existan unos principios básicos de la IA compartidos por todos los sistemas, que su evolución se rija por los parámetros que le indica el mercado y, lo que es peor, que no es lícito relacionar los principios de la IA con los de la mente humana.

Si, de acuerdo con los principios anteriores, la IA no es una ciencia sino una técnica, ¿cómo podemos saber de sus avances? En el caso de las teorías científicas podemos decir que una es más evolucionada que otra cuando puede explicar más fenómenos, pero esto no es aplicable al caso de las técnicas y por tanto no tenemos instrumentos para decidir si un principio de IA es mejor que otro, y por consiguiente si se ha evolucionado. ¿Será que podemos considerar la rapidez, o el uso de sistemas distribuidos como

La inteligencia artificial busca crear máquinas que se comporten como los humanos, estudiar los procesos de la mente humana y crear artefactos que tengan cualidades que consideramos esenciales en el ser inteligente.

formas de medir la evolución de la IA? Muy posiblemente no, pues estos aspectos dependen de factores externos. Esto nos muestra que no es fácil identificar parámetros para medir los avances de la IA, lo cual puede explicar en parte lo enconado de los debates en torno a esta área.

En vista de las dificultades que existen para definir qué es la IA, algunos investigadores no consideran necesario establecer su punto de vista sobre el asunto, ni esclarecer si ella es una ciencia o cuáles son sus límites. El problema con este enfoque es que al despojarla de su status científico, estamos quizás limitando sus alcances y sus pretensiones.

Como puede verse de lo anterior, no hay un acuerdo común sobre lo que es la IA y ni siquiera existe un consenso sobre si es una ciencia o una técnica. Sin embargo, podemos recoger varias de las caracterizaciones dadas por los autores antes discutidos para establecer algunas ideas básicas sobre lo que persigue la IA: crear máquinas que se comporten como los humanos, estudiar los procesos de la mente humana y crear artefactos que ten-

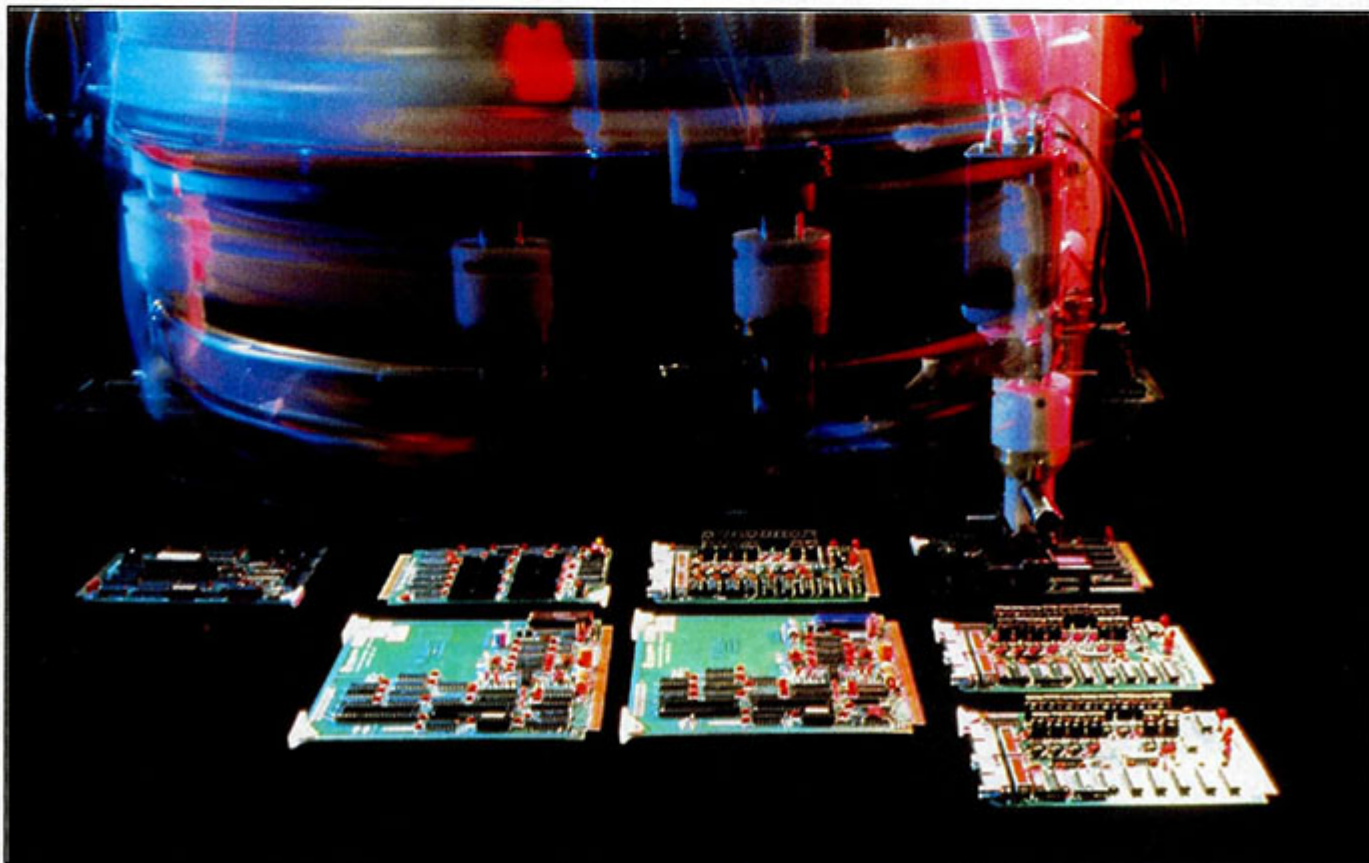
gan cualidades que consideramos esenciales en el ser inteligente como la capacidad de comunicación, el conocimiento interno, el conocimiento externo, la intencionalidad y la creatividad.

La inteligencia artificial, los sistemas basados en conocimiento y los sistemas expertos

Conviene diferenciar tres términos que se utilizan a menudo como sinónimos aunque no lo son en estricto rigor. Y es importante diferenciarlos porque cada uno persigue objetivos distintos aunque tienen evidentemente muchos aspectos en común. Ya establecimos algunos de los objetivos más importantes de la IA. Veamos ahora lo que son los sistemas basados en conocimiento y los sistemas expertos⁶.

Los sistemas basados en conocimiento, como su nombre lo indica, se caracterizan por almacenar conocimiento y no datos, como es usual en los computadores, lo cual les permite

Figura 1.
Los dispositivos
de CAD/CAM
son componentes
vitales para
la producción
de equipos
de cómputo.



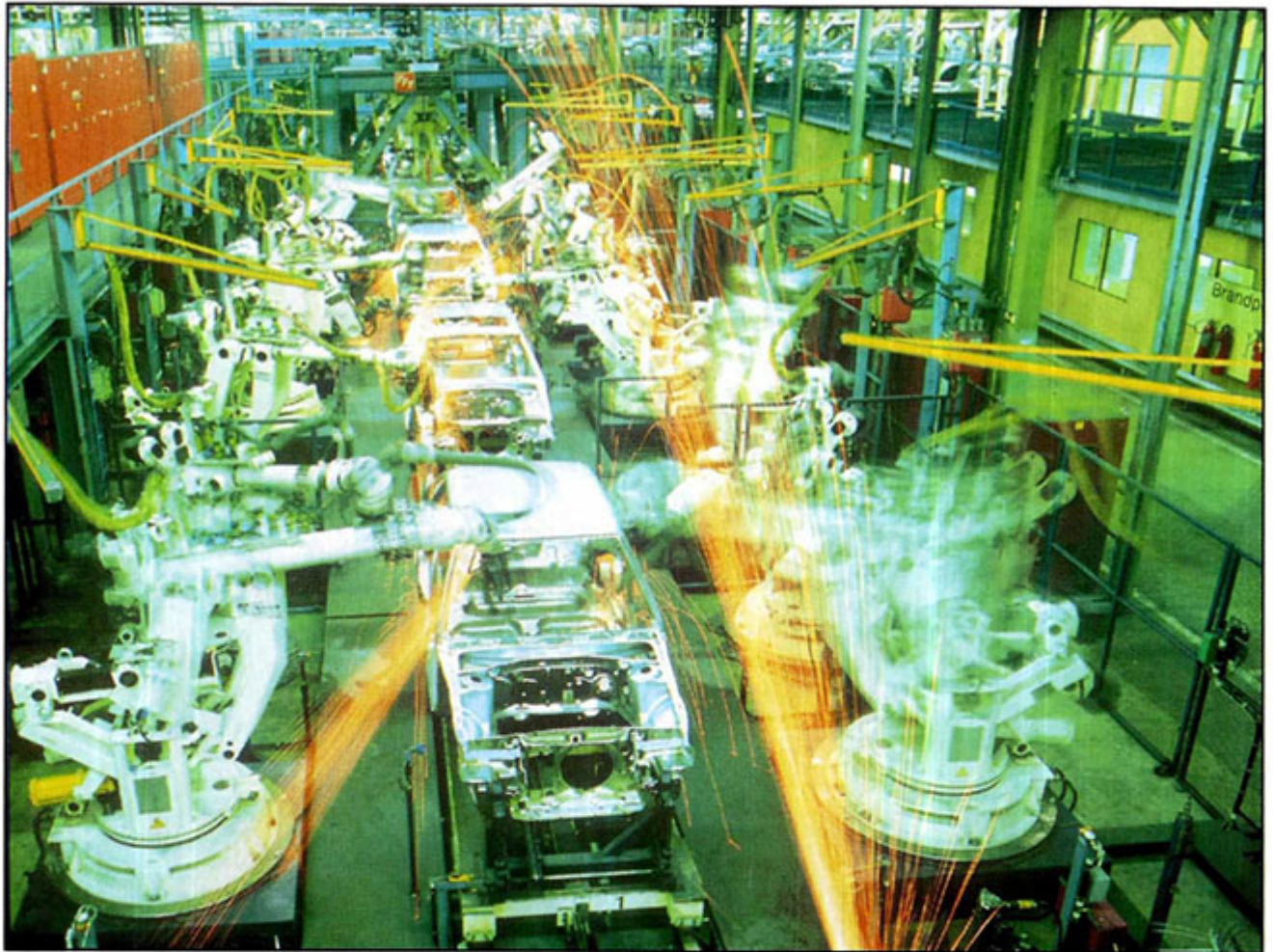


Figura 2.
Uso de robots controlados por computador en un proceso industrial.

hacer inferencias. El conocimiento se almacena en una base de conocimientos, la cual es manipulada por un motor de inferencia. Este último actúa entonces sobre la primera para realizar las inferencias que le dan al sistema el "sabor inteligente". Al mantener los conocimientos separados de lo que podemos llamar el control se pueden variar los primeros sin afectar el segundo. Esto puede ser interesante en la mayoría de los programas, los cuales deben modificarse continuamente a medida que las circunstancias van cambiando (por ejemplo, un programa relacionado con impuestos debe modificarse cuando hay cambios en la legislación tributaria, o un programa de manejo de personal cuando cambia la legislación laboral), pues en estos casos basta con cambiar la base de conocimientos, lo cual puede hacerse por alguien que no sepa de computadores si se le proporcionan los instrumentos adecuados, y no se requiere modificar los elementos de control,

que son más difíciles de cambiar por el no especialista.

Hay que aclarar, por otra parte, que no todos los programas basados en la IA son sistemas basados en conocimientos (aunque la afirmación recíproca sí es válida), como por ejemplo algunos programas que juegan ajedrez, que "exhiben un cierto comportamiento inteligente" pero no se basan en conocimientos.

Los sistemas expertos, por su parte, buscan solucionar problemas utilizando las mismas técnicas y conocimientos que los expertos humanos. Lo usual es que sean sistemas basados en conocimientos en los cuales la base de conocimientos y el motor de inferencia se construyen a partir del conocimiento de los expertos humanos. Hay que aclarar, sin embargo, que no todos los sistemas basados en conocimientos son sistemas expertos, pues se puede concebir que haya bases de conocimientos y motores de inferencia construidos

con lo que pudiéramos llamar "conocimiento artificial". El hecho de que los sistemas expertos puedan "razonar" como los humanos tiene importantes aplicaciones en el área educativa, pues en ese caso sus inferencias pueden ser entendidas por el estudiante y corresponden a un proceso natural de razonamiento.

Los sistemas basados
en conocimiento
se caracterizan por
almacenar conocimiento
y no datos, lo cual les
permite hacer inferencias.

Las principales áreas de trabajo de la inteligencia artificial

Existen muchas áreas en las que los investigadores utilizan técnicas de inteligencia artificial, de las cuales las más conocidas son la deducción automática, el procesamiento de lenguaje natural, la robótica, el aprendizaje automático, la solución de problemas y la planificación, y, por supuesto, los sistemas basados en conocimientos y los sistemas expertos, entre otras.

En cuanto a las áreas de aplicación de la IA, y más particularmente de los sistemas expertos, pueden mencionarse agricultura, química, computación, electrónica, ingeniería, geología, administración de información, derecho, manufactura, matemáticas, medicina, meteorología, aplicaciones militares, física, control de procesos y tecnología espacial. Esto muestra su enorme espectro de aplicaciones, aunque hay que ser cuidadosos

al evaluar la utilidad de un sistema de este tipo, pues el hecho de aplicar esta tecnología no garantiza de por sí que el sistema sea útil ni apropiado para resolver un problema.

No debemos olvidar que uno de los posibles objetivos de la IA es la construcción de modelos computacionales de la mente, por lo que podemos mencionar la psicología como otra de las posibles áreas de aplicación de la IA. Actualmente se investiga activamente en la llamada ciencia cognitiva, en la cual, a partir de reflexiones hechas desde diversas disciplinas como la filosofía, la lingüística, la psicología, la antropología y la IA, se busca desarrollar una nueva concepción de los procesos mentales que permita resolver preguntas como ¿qué es conocer? o ¿cómo sabemos que conocemos la realidad y que no somos víctimas de una ilusión?

Los resultados de la inteligencia artificial

La IA ha pasado por muchas etapas. Del triunfalismo de los primeros años, evidenciado por uno de los proyectos de la época, el Solucionador General de Problemas, se ha pasado a una etapa de un optimismo más moderado, en donde se han visto las enormes dificultades que reviste la creación de "inteligencia artificial", y, en el proceso, la disciplina ha perdido credibilidad. Sin embargo, no pueden desconocerse los resultados obtenidos en su aplicación en algunas áreas (por ejemplo los sistemas expertos) y la influencia que ha tenido en la informática (por ejemplo en las áreas de bases de datos, diseño asistido por computador y robótica). Actualmente se desarrollan investigaciones en diferentes frentes: lo que podemos llamar la IA tradicional en donde se investiga en temas como el procesamiento de lenguaje natural, la IA distribuida y los sistemas de explicación, las redes neuronales a las que se les ha dado una enorme importancia en los últimos años y la ciencia cognitiva que ha convocado a investigadores de diversas disciplinas alrededor del apasionante tema del funcionamiento de la mente.

En Colombia existen varios grupos de investigación en las universidades en el área de IA, tanto desde el punto de vista tecnológico como desde el más amplio de la ciencia cognitiva, y otros que han buscado explorar sus posibilidades en áreas como la informática educativa, y además hay ya implementa-

ciones exitosas de sistemas de IA en la industria, promovidos principalmente por empresas privadas.

Creemos que para que haya un desarrollo importante del tema de IA en el país se requiere la existencia de grupos de investigación estables que trabajen en el área con continuidad. Esto implica la creación de núcleos de esta naturaleza en las universidades y centros de investigación. Actualmente, como ya se mencionó, hay unos pocos de ellos pero los proyectos que emprenden son en general de pequeño calado. Creemos que estos grupos deben buscar los mecanismos necesarios para darle una mayor proyección a sus investigaciones y para obtener financiación, lo cual les permitirá emprender esfuerzos de más aliento. Esto puede lograrse a través de entidades financiadoras de investigación pero también a través de empresas que puedan estar interesadas en explorar el área.

Conclusiones

Es indudable que todavía no podemos decir que el "saber hacer" con respecto a la IA esté maduro, ni mucho menos que pueda ser masificado, pero no podemos desconocer el hecho de que hay una gran cantidad de investigaciones sobre el tema que seguramente van a producir algún fruto en el futuro. Habría que incluir aquí no solamente lo relacionado con lo que podemos llamar la IA tradicional, sino también lo referente a las redes neuronales que hoy en día son el epi-

**Los sistemas expertos,
por su parte, buscan
solucionar problemas
utilizando las mismas
técnicas y conocimientos
que los expertos humanos.**

centro de un esfuerzo de investigación muy importante.

Un sintoma muy claro de lo anterior es la dificultad que hay para definir si la IA es una ciencia o una técnica. Esta preocupación, sin embargo, sólo debe inquietar a los teóricos. Parece más razonable indagar sobre las posibilidades que ofrece en las diferentes áreas, lo cual sólo puede hacerse por medio de la experimentación, como se han realizado los grandes avances en la informática (¿qué hubiera ocurrido si quien construyó el primer microcomputador se hubiera empantanado en discusiones teóricas sobre su utilidad o factibilidad?).

.....

Bibliografía

1. Turing AM. *¿Puede pensar una máquina? En SIGMA, el mundo de las matemáticas*, James R. Newman, Ediciones Grijalbo, Barcelona, 1969.
2. Minsky ML. *Semantic information processing*. MIT Press, 1968.
3. Charniak E, McDermott D. *Introduction to artificial intelligence*. Ed. Addison Wesley, 1985.
4. Schank RC. *What is AI anyway*. AI Magazine, winter, 1987.
5. Narayanan A. *Why AI cannot be wrong*. Department of Computer Science, University of Exeter, 1986.
6. Waterman D. *A guide to expert systems*. Ed. Addison Wesley, 1986.
7. Campbell JA. *Three uncertainties of artificial intelligence*.
8. Rueda F. *La inteligencia artificial: sus principios básicos y sus aplicaciones educativas*. Primer Congreso Colombiano de Informática Educativa, organizado por RIBIE. Bogotá, marzo de 1992.

SU FT-IR ESTÁ PARADO!



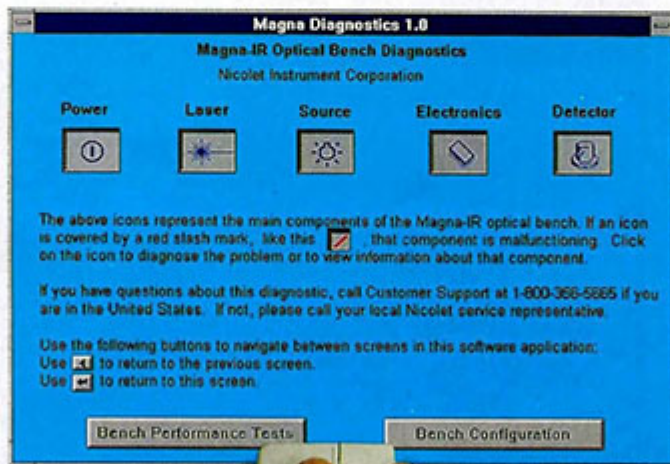
Ya no es problema!



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 adivinanzas

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 - Eldomet SRL
TEL: 54-1-354-6207
FAX: 54-1-354-1757
Brasil - Ambriex S.A.
TEL: (11) 826-6722
FAX: (11) 67-1870

Chile - Coan Instrumentación Ltda.
TEL: 22 50 645-1848
FAX: 497 430
Colombia - Instrumentación Ltda.
TEL: (1) 612-1515
FAX: (1) 612-0805

México - Instrumentos de Alta Tecnología
TEL: (5) 534-9568-9908
FAX: (5) 534-9572
Venezuela - Equilab C.A.
TEL: 239-52-35 / FAX: 239-52-05

Nicolet

INSTRUMENTS OF DISCOVERY

Epífitas vasculares

Recurso
promisorio
del bosque
subandino

Angela Chaparro de Barrera
Bióloga M. Sc. Fisiología de Cultivos
Eduardo Barrera Torres
Biólogo M. Sc. Botánica Sistemática.
Departamento de Biología - Universidad Nacional

Son epifitas las especies vegetales que no desarrollan su ciclo vital completo en el suelo, viven sobre otras plantas, sin obtener nutrientes de ellas, como las orquídeas y las bromelias. Algunas comúnmente se denominan parásitas; sin embargo el término es equivocado, toda vez que el árbol donde se encuentran únicamente suministra soporte. Los nutrientes y el agua se obtienen a partir del material de descomposición que estas plantas acumulan entre sus hojas o en la zona de sus raíces, o a partir del agua de escorrentía proveniente de las partes más altas del árbol.

Las epifitas realizan fotosíntesis, proceso que no desarrollan las parásitas; como se sabe, éstas absorben el agua y los nutrientes del árbol que las hospeda (hospedero). Por definición no son epifitas cuando crecen en sustratos distintos a vegetales, como rocas o piedras de diferente naturaleza, tejados, cables de conducción eléctrica o cercas.

De acuerdo con la presencia o ausencia de tejidos conductores especializados, las plantas se denominan **vasculares** y **no vasculares** respectivamente. En las primeras el agua y los nutrientes minerales se mueven vía xilema y los productos de la fotosíntesis desde las hojas hacia el resto de la planta lo hacen vía floema.

Las epifitas representan el 10% de las plantas vasculares. Pertenecen aproximadamente a 80 familias, 870 géneros y 23.000 especies. Se destaca la familia *Orchidaceae* como la más grande, ya que 67% de sus especies (14.000) son epifitas.

Para el bosque subandino colombiano las epifitas constituyen parte importante de su composición y diversidad florística. La investigación que hemos realizado, particularmente en el departamento de Cundinamarca, nos permite señalar la presencia de 17 familias de epifitas discriminadas así: 25

Para el bosque
subandino colombiano
las epifitas constituyen
parte importante
de su diversidad
florística.

especies de *Polypodiaceae*, *Vittariaceae* y helechos afines, 20 de *Piperaceae*, 10 de *Moraceae*, 5 de *Rubiaceae*, 30 de *Bromeliaceae* "quiches", 15 de *Araceae*, 70 especies de *Orchidaceae*, entre otras. Gran parte de las especies coleccionadas están pobremente representadas en el Herbario Nacional Colombiano; otras no se habían coleccionado o no estaban reportadas.

En relación con otras formas de vida, y no obstante su abundancia, en Colombia las epifitas han sido relativamente poco estudiadas, y sólo en trabajos recientes se establece que la función de sus interacciones a nivel de ecosistema resulta muy importante debido a sus características anatómicas, morfológicas y fisiológicas.

Tipos de epifitas

Las epifitas pueden clasificarse en los siguientes grupos:

1. Las **epifitas verdaderas** u **holoepifitas**, son "plantas aéreas" que jamás llegan a arraigarse en el suelo. Crecen en forma silvestre sobre los troncos y copas de los árboles. Generalmente germinan sobre la superficie de otra planta viva, donde desarrollan su ciclo. Derivan soporte pero no extraen agua ni minerales del hospedero.

Figura 1. Las epifitas, por su forma de vida altamente especializada, son muy sensibles a los cambios ambientales que se presentan cuando se tala el bosque.



2. Son **hemiepifitas** aquellas especies que viven solamente parte de su ciclo de vida sobre otra planta y así obtienen algunos nutrientes minerales de fuente terrestre. Se distinguen dos modalidades:
 - Las **primarias** como algunos cauchos (*Ficus spp.*), *Coussapoa spp.* y gaques o cucharos (*Clusia spp.*), inician su ciclo como epifitas al germinar sobre un árbol donde pasan una parte de su vida. La raíz principal se atrofia naturalmente y se originan las caulinares (del tallo) que abrazan al hospedero limitando su crecimiento y produciéndole la muerte en algunos casos. Un tiempo después alcanzan el suelo, lo penetran y desarrollan procesos normales de absorción y sostén.
 - Las **secundarias** como *Philodendron spp.* y *Monstera spp.* germinan y se establecen en el medio terrestre cerca de un hospedero al cual se adhieren; posteriormente pierden las conexiones con el suelo.
3. Las **epifitas accidentales** o **casuales** son especies normalmente terrestres que logran germinar y en algunos casos desarrollar su ciclo de vida completo sobre otra planta, como sucede con solanáceas, *Solanum spp.*; cariofiláceas, *Arenaria spp.*; rubiáceas, *Relbunium spp.*; balsaminá-

ceas, *Impatiens spp.*; cactáceas, *Kalanchoe spp.* y gramíneas, *Melinis minutiflora* (pasto gordura), *Ageratum conizoides*, *Coniza spp.*, *Galinsoga spp.*, entre otras. Esto ocurre cuando algunos individuos de la población se comportan como holoe-pifitas, mientras otros son terrestres. Por lo general desarrollan su ciclo a poca altura de la base del hospedero donde previamente se ha acumulado abundante materia orgánica.

4. Los **bejuco semiepifitos** son enredaderas que se apoyan por raíces adventicias funcionales las cuales parcialmente absorben agua y minerales, como algunas ericáceas, dioscoriáceas y aráceas.

Amenaza de extinción

Nuestro ilimitado entusiasmo por estudiar las epifitas del bosque subandino surgió al observar la creciente presión humana que ejerce la población más densa del país localizada en el cinturón altitudinal de los Andes colombianos, comprendido entre los 1000 y 2300 metros de altura sobre el nivel del mar.

La actividad que desarrolla el hombre para subsistir ha ocasionado la tala indiscriminada del bosque, para despejar áreas que se destinan a la agricultura; de otro lado, el uso justificado de algunas variedades de café que no requirieren sombrero, ha contribuido a arrasar muy rápidamente con pequeñas manchas del bosque subandino que subsistían en Colombia.

Las epifitas, por su forma de vida altamente especializada, son muy sensibles a los cambios ambientales que se presentan cuando se tala el bosque.

En Colombia la tasa de deforestación alcanza el 1.6%, valor muy alto si se compara con la de Paraguay (0.68%), Bolivia (0.2%), Venezuela (0.4%) y un poco menor que la de Ecuador (2.3%).

La sobreexplotación de algunas especies arbóreas y la destrucción o alteración de sus hábitats han colocado a



La sobreexplotación de algunas especies arbóreas y la destrucción o alteración de sus hábitats han colocado a las epífitas en peligro de extinción.

las epífitas en peligro de extinción, por disminución de sus poblaciones. Las especies aisladas o con pocos individuos, como las orquídeas, son más vulnerables a la destrucción de su medio, por los complejos ciclos biológicos y por la especializada interacción entre los factores que intervienen en su reproducción. Por otra parte, muchas tienen distribución restringida, algunas sólo se conocen en la localidad donde se recolectó para el herbario, otras no se han vuelto a encontrar

creciendo en su medio natural, como ocurre con *Miltoniopsis* sp. (barbaritas), *Stanhopea* sp. (toritos), *Phragmipedium* sp. (zapaticos), y otras son muy raras, como *Sigmoorchis* sp. y *Hexisea* sp.

Clima y diversidad

La diversidad climática en zonas tropicales está determinada por el gradiente altitudinal que crea la presencia de las cordilleras y por diferencias en los patrones de distribución y magnitud de lluvias. Puede ocurrir que la precipitación no sea suficiente para mantener un bosque perennifolio, pero la frecuencia de la pluviosidad durante el año permite que las plantas suculentas (hojas jugosas) que acumulan agua en sus tejidos

compitan ventajosamente a pesar de su desarrollo más lento.

El neotrópico (zona tropical y subtropical de América) es la región del mundo más rica en especies vegetales, con aproximadamente 90.000,

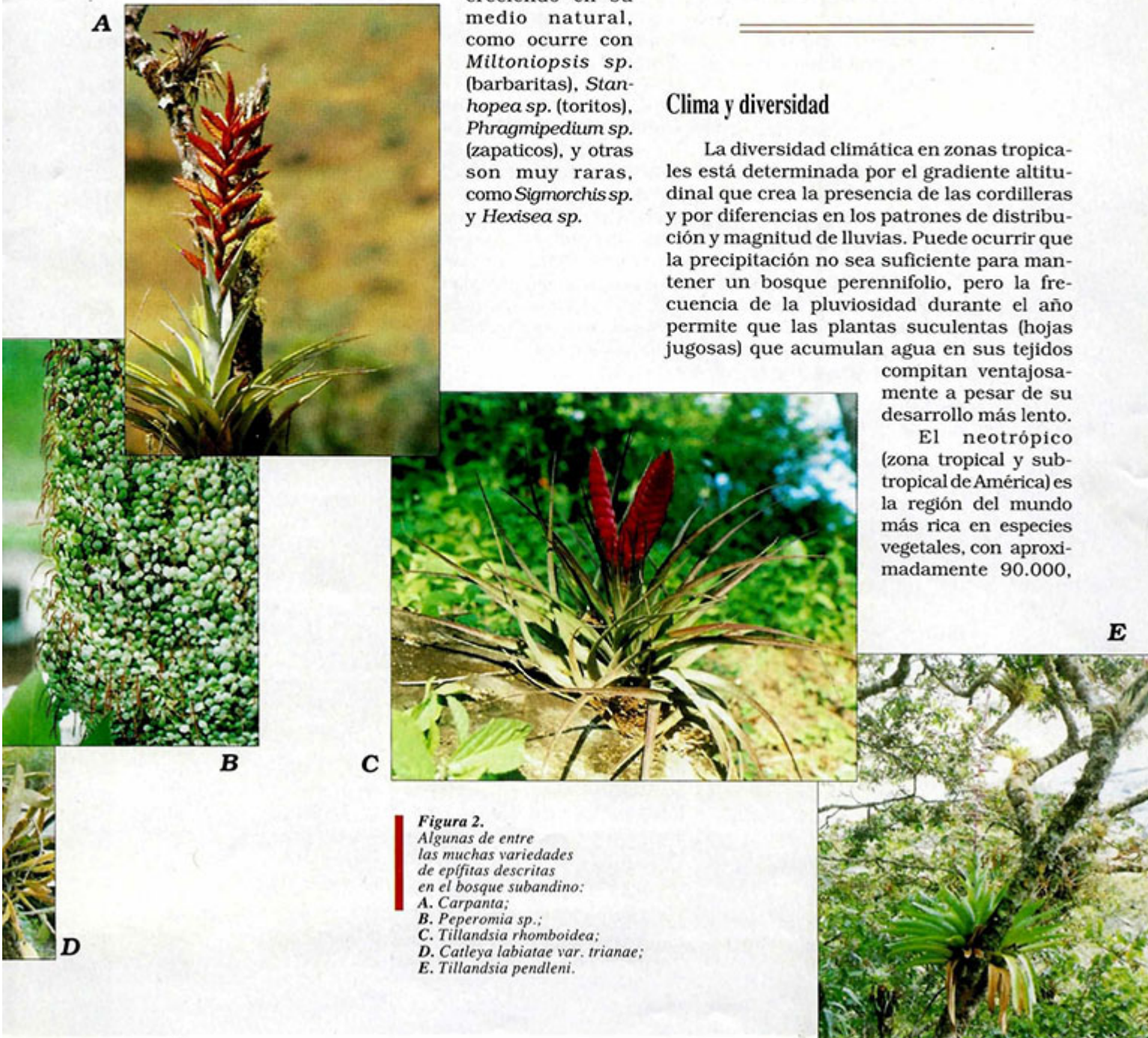


Figura 2.
Algunas de entre
las muchas variedades
de epífitas descritas
en el bosque subandino:
A. *Carpanta*;
B. *Peperomia* sp.;
C. *Tillandsia rhomboidea*;
D. *Catleya labiatae* var. *trianae*;
E. *Tillandsia pendleri*.

comparado con 30.000 de África y 35.000 de Australasia (65.000 especies en el paleotrópico o región tropical del viejo mundo). Por ejemplo, las bromelias epifitas son estrictamente neotropicales y entre las cactáceas solamente *Rhipsalis* se presenta en África y en Sri Lanka.

El continente sudamericano como núcleo de diversidad de orquídeas, bromelias, anturios, cactus, helechos, peperomias y otras especies epifitas de gran belleza, es considerado como reservorio de germoplasma para todo el mundo. En él se han identificado tres centros de origen. Por su ubicación geográfica Colombia está al menos dentro de dos de ellos, la región Andina y la región del Amazonas-Orinoco. Por el número de especies, Colombia se coloca como el segundo país con mayor diversidad florística, después de Brasil.

Por la frecuencia y duración de la nubosidad, más que por la cantidad de lluvia, los Andes permiten gran abundancia, diversidad y biomasa (materia acumulada) de epifitas con relación a otras regiones tropicales. Cabe anotar que la cubierta de nubes es de primordial importancia porque mantiene el abastecimiento de agua en épocas secas. En los bosques nublados generalmente las epifitas no vasculares son aparentemente dominan-

tes (musgos y líquenes). Sin embargo, se reporta la presencia de más de 10.000 especies vasculares. La variedad de climas y microclimas en la región Andina ha sido un factor importante para el origen de muchas especies, incluyendo epifitas como *Catleya labiata* var. *trianae* (flor de mayo o lirio), elevada a la categoría de flor nacional colombiana (figura 2D).

Distribución

En la **tabla 1** se presenta una sinopsis global de las epifitas vasculares por familia, género y especie, distribuidas en los grupos taxonómicos de mayor jerarquía, y en la **tabla 2** se reúnen las familias con más de 50 especies epifitas según el botánico John Kress, de la Smithsonian Institution en Washington. Las gimnospermas (semillas no encerradas en el ovario) son las plantas con menor porcentaje de epifitismo, y dentro de las angiospermas (semillas protegidas por el ovario) las dicotiledóneas son relativamente escasas si se comparan con la proporción de monocotiledóneas epifitas; particularmente en la familia *Orchidaceae* se reportan 440 géneros y 13.951 especies con esta característica.

EPIFITAS VASCULARES - DISTRIBUCION

GRUPOS	CATEGORIA TAXONOMICA	TOTAL	EPIFITAS	PORCENTAJE
VASCULARES	Familias	432	84	19
	Géneros	12140	876	7
	Especies	231638	23456	10
Pteridofitos (helechos)	Familias	33	13	34
	Géneros	239	92	39
	Especies	9000	2593	29
Gimnospermas (semillas desnudas)	Familias	15	2	13
	Géneros	65	2	3
	Especies	770	4	0.5
Angiospermas (semillas en ovario)	Familias	384	69	18
	Géneros	11836	782	7
	Especies	221868	20859	9
Dicotiledóneas	Familias	319	52	16
	Géneros	9409	262	3
	Especies	167893	4251	3
Monocotiledóneas	Familias	65	17	26
	Géneros	2427	520	21
	Especies	53975	16608	31

Tabla 1.

Relación con la dinámica del bosque

La distribución vertical y horizontal de epífitas varía de un árbol a otro debido a diferencias entre las especies de hospederos y al tipo de bosque que las alberga. Su presencia afecta positivamente la dinámica del ecosistema porque potencian la capacidad de absorber y retener nutrientes minerales de la lluvia, la humedad y el polvo del aire, incorporándolos a sus tejidos vivos, y porque posibilitan la transferencia a otros componentes del ecosistema vía herbívoros, lavado, lixiviación y caída de detritos. La acumulación de agua y nutrientes es de especial importancia en las épocas de verano.

También influyen en el deterioro de los árboles y en la composición florística del bosque. Su proliferación y crecimiento ocasiona cambios y procesos (retención de agua y acumulación de materia orgánica) que incrementan la frecuencia en la caída de árboles

y ramas, condición que abre espacios y modifica la entrada de la luz hacia el interior del bosque, promoviendo la germinación de semillas y el desarrollo de nuevas plántulas. Finalmente, suministran hábitat y fuente de alimento para gran variedad de animales, algunos de los cuales dependen exclusivamente de las reservas de las epífitas.

Por la frecuencia
y duración de la
nubosidad, más que
por la cantidad de lluvia,
los Andes permiten
gran abundancia
de epífitas.

Formas de vida y características

Las epífitas vasculares, además de las especies herbáceas, incluyen árboles como sucede con los cauchos (*Ficus spp.*), abrazapalos (*Cousapoa araneosa*), cucharos (*Clusia spp.*), *Schefflera sp.*, entre otros. Generalmente poseen algunas características en común, que tienen que ver con su autonomía, morfología y fisiología:

1. Producen numerosas unidades dispersoras (semillas o esporas) muy pequeñas y con poco peso específico, lo que facilita su diseminación por acción del viento. Cuando las

FAMILIAS DE PLANTAS VASCULARES CON MAS DE 50 ESPECIES DE EPIFITAS

GRUPO	FAMILIA	TOTAL	EPIFITAS	PORCENTAJE	
PTERIDOFITA (Helechos)	Polypodiaceae	1100	1023	93	
	Aspleniaceae	675	400	59	
	Hymenophyllaceae	600	400	67	
	Dryopteridaceae	1920	292	15	
	Lycopodiaceae	401	200	50	
	Davalliaceae	150	139	93	
	Vittariaceae	112	112	100	
ANGIOSPERMA (semillas en ovario)					
	Monocotiledóneas	Orchidaceae	19128	13951	73
		Araceae	2500	1349	54
		Bromeliaceae	2500	1144	46
		Cyclanthaceae	200	86	43
	Dicotiledóneas	Piperaceae	3100	710	23
		Ericaceae	3500	672	19
		Melastomataceae	4770	648	14
		Gesneriaceae	2500	560	22
		Moraceae	1000	522	52
		Rubiaceae	6500	223	3
		Cactaceae	1500	150	10
		Asclepiadaceae	2000	137	7
		Clusiaceae	1200	92	8
		Marcgraviaceae	122	89	73
		Araliaceae	700	78	11
		Solanaceae	2800	56	2

Tabla 2.
(Fuente: Kress WJ. The systematic distribution of vascular epiphytes: An update. 1986)

**Las epífitas
constituyen un
valioso germoplasma
que debe ser
rescatado
y conservado.**

semillas son de mayor tamaño (epífitas arbóreas) generalmente son dispersadas por aves y murciélagos que consumen la estructura carnosa que las envuelve.

2. Las raíces de las epífitas monocotiledóneas son de origen caulinar por la rápida desaparición de la principal. En las dicotiledóneas, la raíz principal permanece más tiempo, sin embargo poco después también se desarrollan profusamente las raíces caulinares, que abrazan al hospedero hasta estrangularlo en algunos casos. Adicionalmente, cuando las raíces están expuestas son carnosas, tienen capacidad fotosintética y en orquídeas y anturios (aráceas) se desarrolla un tejido de protección y adsorción denominado velamen.
3. En la mayoría de especies epífitas los tallos se presentan modificados (rizomas, bulbos, pseudobulbos, estolones). Están adaptados para almacenar agua y nutrientes y evitar su pérdida mediante la presencia de

coberturas gruesas de pelos y de escamas. Esta característica le concede al tallo un potencial como estructura de reproducción asexual.

4. En muchos casos, como en las orquídeas, las hojas se especializan para realizar funciones de **protección** y de **asimilación**. En el primer caso son pequeñas, con forma de escama, provistas de numerosas vellosidades. En los cactus las hojas se modifican transformándose en espinas, así evitan pérdidas excesivas de agua.

Metabolismo y eficiencia funcional

En las plantas se conocen tres rutas metabólicas principales: C3, C4 y CAM, para fijar el CO₂ (gas carbónico) y transformarlo en carbohidratos durante la fotosíntesis. Las plantas C3 y C4 realizan la fijación durante el día y las CAM abren sus estomas durante la noche, periodo durante el cual la humedad relativa es mayor y asimilan cantidades significativas de CO₂, en una reacción cuyo producto es el ácido málico que se forma y se

acumula en el jugo vacuolar, determinando cambios drásticos de acidez durante el día. Esta vía es característica de plantas suculentas terrestres o epífitas, como algunos miembros de las familias *Bromeliaceae*, *Piperaceae*, *Orchidaceae*, *Cactaceae*, *Asclepiadaceae* y *Gesneriaceae*.

Para complementar su metabolismo, las plantas CAM transpiran menos y son más eficientes en la economía del agua, comparadas con las que poseen otros sistemas fotosintetizantes. No es sorprendente la funcionalidad de esta ruta metabólica en epífitas, cuyo sistema radical no está bien desarrollado, no tienen suelo como reservorio de agua y están expuestas a frecuentes eventos de sequía.

Algunas hemiepífitas tienen sistemas fotosintéticos flexibles; por ejemplo, en *Ficus* se desarrolla la ruta metabólica C3 que fija CO₂ durante el día, usando la ribulosa difosfato carboxilasa, y *Clusia* cuando depende del suelo funciona como especie C3 y en la fase epífitica es de tipo CAM.

El hábitat epífitico es el nicho más seco dentro de los bosques tropicales húmedos y posiblemente predomina en las copas de los árboles. Sin embargo, el nicho ecológico perfecto para innumerables epífitas lo constituyen los bosques cálidos, nublados, con alta precipitación y protegidos por barreras montañosas.

Valor ecológico y recomendaciones

Las epífitas constituyen un valioso germoplasma que debe ser rescatado y conservado. Orquídeas, bromelias, cactus, peperomias, helechos, son entre otras las especies de epífitas más admiradas como plantas ornamentales del trópico. El afán de poseer las más bellas y raras entre los coleccionistas así como la tala de los bosques han ocasionado la extinción de muchas especies y el peligro de desaparición de otras, al menos en sus hábitats naturales.

En su mayoría las epífitas representan un potencial de explotación económica (ornamental, industrial y medicinal), como cultivo de importancia comercial para los mercados nacional e internacional. Este objetivo sólo se podrá alcanzar en la medida en que se conozca la biología de estas plantas y su estudio permita la clasificación y domesticación de las especies aún desconocidas.

Se recomienda que estas especies con alta vulnerabilidad ecológica sean protegidas y preservadas para la posteridad en áreas limitadas, en jardines botánicos, bancos de germoplasma y santuarios naturales, lugares que puedan ser visitados pero donde no se puedan causar disturbios a los organismos vivos ni al medio.

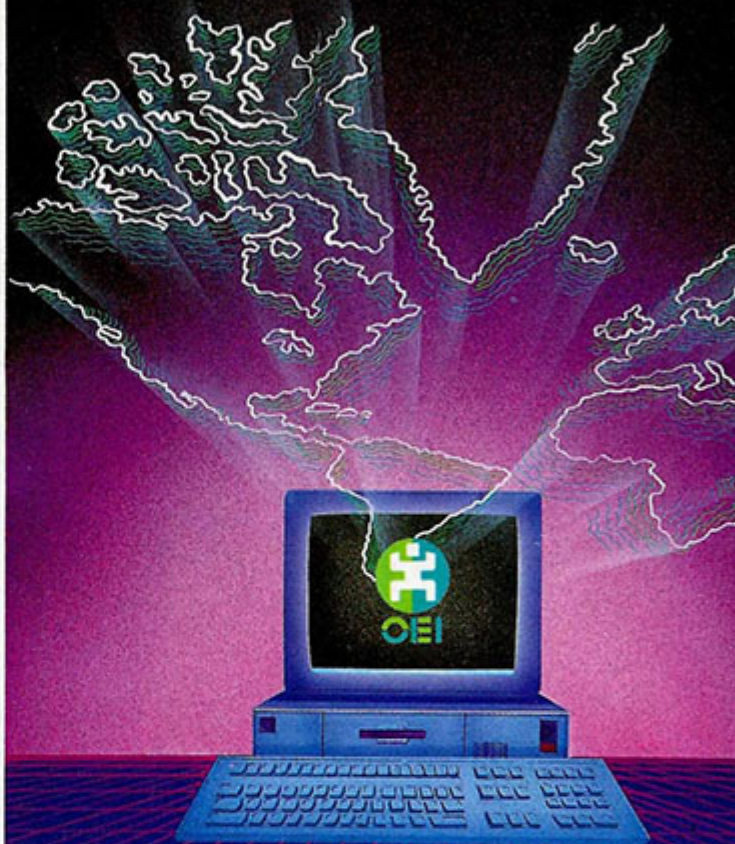
Los autores desean expresar sus agradecimientos a Colciencias por la financiación para realizar este trabajo.

Bibliografía

1. **Brennan JP.** Some aspects of the Phytogeography of Tropical Africa. *Ann Missouri Bot Gard* 65: 437-478, 1978.
2. **Da Silveira L, Sternberg O.** Aspectos fotosintéticos e isotópicos de epífitas y hemiepífitas. *Anales del IV Congreso Latinoamericano de Botánica, Vol. V, pp. 50-55, 1986 (junio-julio).*
3. **Foster MB.** The Bromeliads of Brazil. *Journal of the Bromeliad Society* 43(1): 1-17, 33-36, 1993 (enero-febrero).
4. **Gentry A.** Sumario de patrones fitogeográficos neotropicales y sus implicaciones para el desarrollo de la Amazonia. *Rev Acad Col Ci Ex Fis Nat, Vol. XVII(61): 95-101, 1986 (noviembre).*
5. **Janzen DE.** Costa Rican Natural History. The University of Chicago Press. 816 p. 1983.
6. **Kress WJ.** The systematic distribution of vascular epiphytes: An update. *Selbyana* 9(1): 2-22, 1986.
7. **Medina E.** Aspectos ecofisiológicos de plantas CAM en los trópicos. *Trop Ecol* 24: 68-84.
8. **Olivares E, Díaz M, Van der Merwe N.** Metabolismo ácido de las crasuláceas en bosques húmedos tropicales. *Anales del IV Congreso Latinoamericano de Botánica, Vol. V, pp. 56-67, 1986 (junio-julio).*
9. **Nadkarni N.** The effects of epiphytes on nutrient cycles within temperate and tropical rainforest tree canopies. Ph.D. Dissertation, University of Washington, Seattle, Washington, 1983.
10. **Nadkarni N.** An ecological overview and checklist of vascular epiphytes in the Monteverde cloud forest reserve, Costa Rica. *Brenesia* 24: 55-62, 1985 (septiembre).
11. **Raven PH.** Ethics and attitudes. En: J Simmons, et al. (Eds.) *Conservation of Threatened Plants.* Plenum Press, N. Y. and London, pp. 155-179, 1976.
12. **Serna R.** Distribución vertical de epífitas vasculares en un relicto de bosque de *Weinmania tomentosa* y *Drymis grandensis* en la región de Monserrate. Tesis de Grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 118 p, 1992.
13. **Van der Hammen T.** Historia, Ecología y Vegetación. Fondo FEN, Colombia, pp. 13-231, 1992.

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

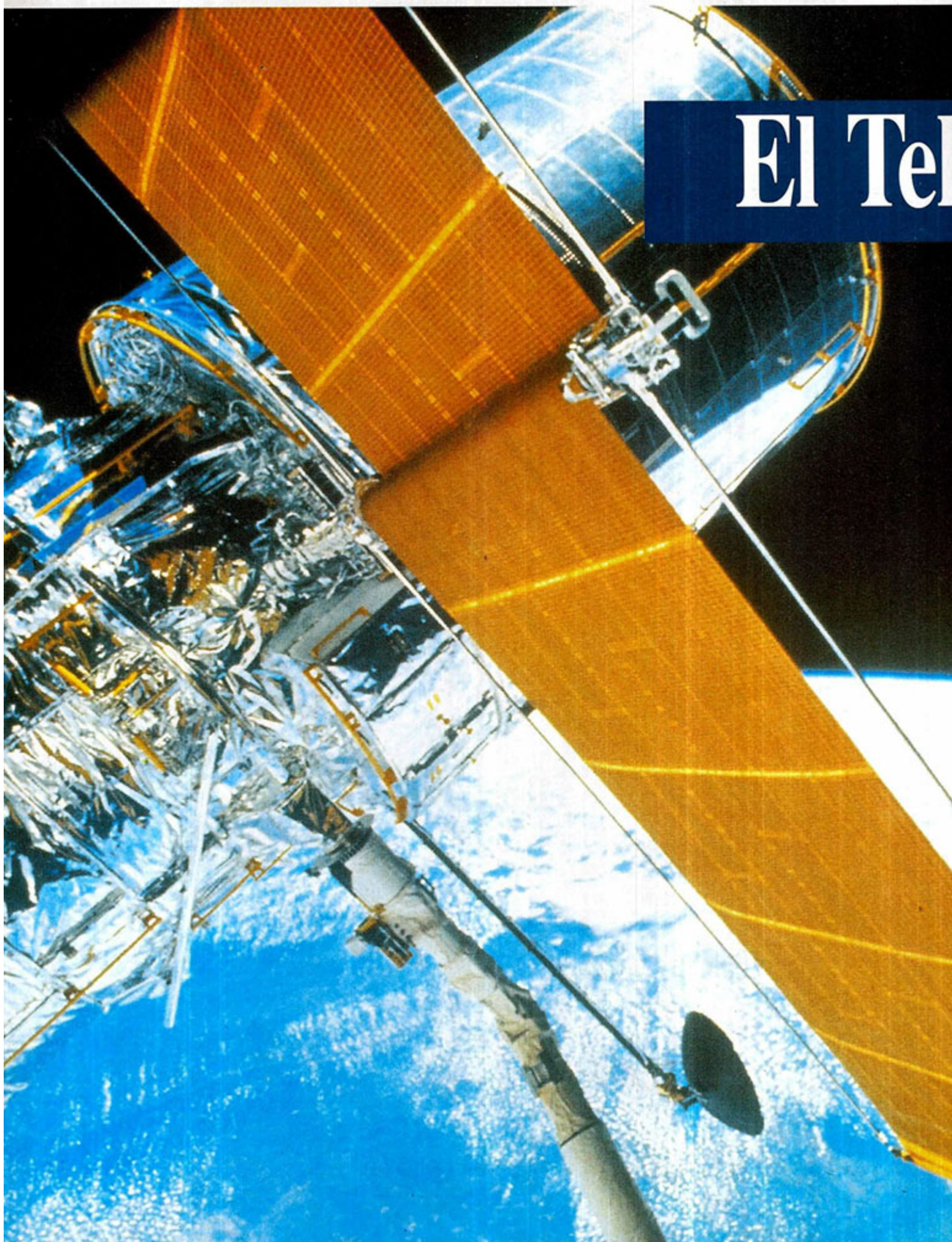
Calle 68 No. 4A-28 Tels: 2488081 - 2118743

2487924 Fax: 2102323 - 2171257 Bogotá

Descuento del 20% en servicios para

los ejecutores de Innovación y Ciencia

El Te



Telescopio Espacial Hubble

La promesa... El instrumento

Sin duda,
el instrumento
científico más
costoso y complejo
jamás puesto
en órbita por
el hombre.

Eduardo Posada Flórez

Director, Centro Internacional de Física

En un artículo anterior (**Innovación y Ciencia**, Vol. 2, No. 2, 1993) veíamos cómo el telescopio espacial Hubble, extraordinario instrumento astronómico puesto en órbita en agosto de 1990, había mostrado desde el comienzo serias deficiencias en su funcionamiento.

El telescopio orbital es uno de los proyectos más ambiciosos de la historia de la astronomía, y sin duda el instrumento científico más costoso y complejo jamás puesto en órbita por el hombre. Gracias al hecho de estar situado por fuera de la atmósfera y por tanto al abrigo de las turbulencias que afectan seriamente las observaciones realizadas desde la superficie de la Tierra, se esperaba que el Hubble, con su espejo de 2.4 metros de diámetro, tuviera una sensibilidad y una resolución equivalentes a las de un instrumento terrestre con un espejo de 24 metros de diámetro. Al poseer además un grupo de instrumentos de altísima sensibilidad tales como la cámara para objetos difusos, la cámara planetaria de campo ancho y dos espectrómetros de alta sensibilidad, el telescopio contaba con magníficas posibilidades para el análisis de la luz proveniente de los objetos celestes.

La falla principal, un error en la fabricación del gran espejo de 2.4 metros de diámetro que resultó más plano de lo inicialmente previsto, se tradujo en un enfoque deficiente de la luz proveniente de la periferia del espejo, lo cual, en último análisis, provocó una considerable pérdida de sensibilidad del instrumento. A ese defecto de naturaleza puramente óptica, vinieron a sumarse otros, de origen mecánico o electrónico, que acarrearón dificultades para la orientación del instrumento y para la operación de uno de sus detectores.



Figura 1.
Proceso inicial
de fabricación
del telescopio
espacial
Hubble, donde
se observa el
espejo central
de 2.4 metros
de diámetro.

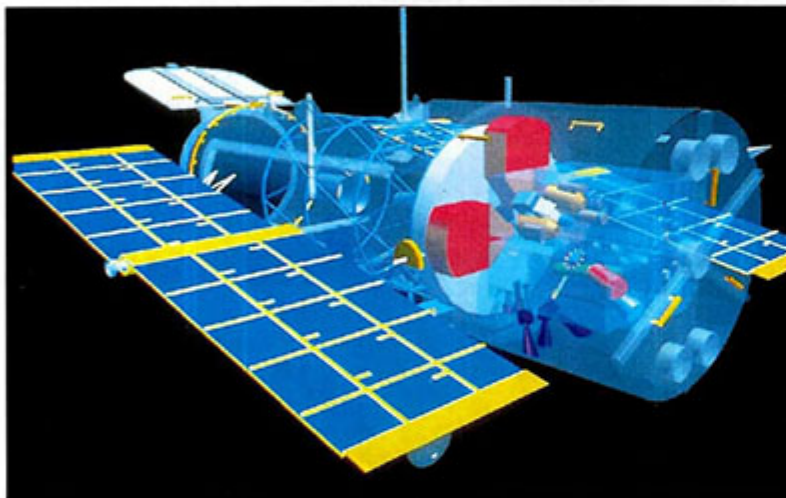


Figura 2.
Estructura interna
del telescopio
espacial Hubble.



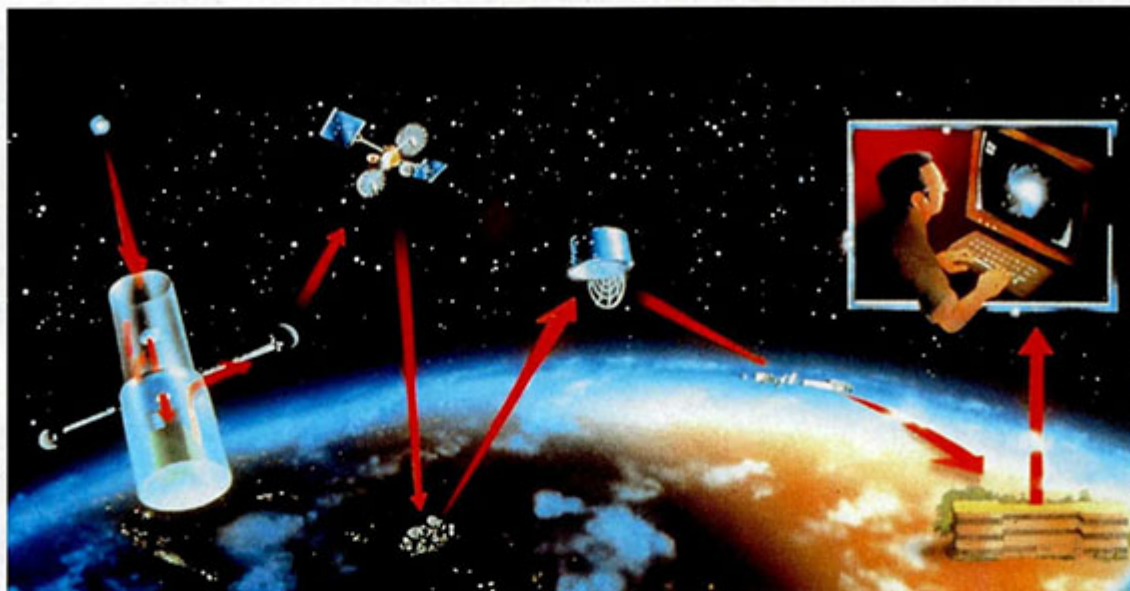
Figura 3.
Abril de 1990:
lanzamiento
del transbordador
espacial
Discovery, que
puso en órbita
el telescopio
espacial Hubble.

A pesar de esos problemas, atribuibles a errores difíciles de aceptar por parte de una agencia de la importancia de la NASA, cuya experiencia en misiones espaciales debería constituir una clara garantía de éxito, los resultados obtenidos hasta ahora han sobrepasado las expectativas más optimistas, gracias en particular a las innegables ventajas que conlleva la ubicación en órbita, al margen de las influencias atmosféricas. Un acertado tratamiento de imágenes ha permitido, además, eliminar gran parte del defecto del espejo, manteniendo la resolución global del instrumento, pero en detrimento de su sensibilidad. A comienzos del 94, la NASA espera instalar en el Hubble un complejo sistema de corrección llamado COSTAR, que debería devolver al observatorio casi todas sus posibilidades, añadiendo seguramente apasionantes descubrimientos a los hechos hasta ahora, de los cuales examinaremos a continuación algunos de los más importantes.

Una de las contribuciones dignas de mención del Hubble ha sido el estudio de la galaxia supergigante M87 formada por cerca de un billón de estrellas y situada en el cúmulo de Virgo, a una distancia de aproximadamente 50 millones de años luz de nosotros. M87 es una activa fuente de rayos X y ondas de radio y posee además un chorro gigante de gas que se proyecta desde el centro de la galaxia hacia su periferia. El astrónomo Peter Young había postulado en 1978 la presencia de un agujero negro para explicar esa inusitada actividad. Las observaciones realizadas por el Hubble mostraron en el corazón de M87 una altísima densidad de estrellas, 300 veces mayor que la que se observa en una galaxia corriente como la Vía Láctea. Este hecho es claro indicio de la posible existencia de un agujero negro, cuya masa sería varios miles de millones de veces mayor que la del sol. El Hubble permitió ver además que el chorro de gas se curva hacia la posición probable del agujero negro, como si fuera un gigantesco canal para atraer las estrellas hacia ese lugar.

Por otra parte, gracias a su gran poder de resolución que, como vimos, no fue afectado por la aberración esférica, el telescopio permitió observar detalles de la galaxia más distante conocida, la 4C41.17, situada a 14.5 miles de millones de años luz de nosotros. Fue así posible descubrir en ella puntos brillantes que pueden ser cúmulos gigantes de

Figura 4. La luz de los objetos distantes es captada por el telescopio espacial Hubble. Posteriormente es convertida en señales digitales las cuales son transmitidas por una serie de satélites hasta el Instituto Espacial Hubble en Baltimore, Maryland, donde se calibran, monitorean y archivan.



estrellas que se alinean a lo largo de un chorro de gas de alta velocidad que se proyecta desde el centro de la galaxia, partiendo de lo que puede ser también, en este caso, un agujero negro.

A esos descubrimientos, que confirman de manera casi segura la existencia de los tan debatidos agujeros negros, debemos añadir las importantes observaciones de los restos de SN 1987A, una brillante supernova que apareció en 1987 en la Gran Nube de Magallanes, galaxia satélite de la Vía Láctea. El Hubble permitió identificar con gran precisión el anillo de materia formado por los restos de la supernova, cuyo diámetro real de 1.37 años luz se determinó gracias a observaciones efectuadas en 1988 por el satélite IUE. La comparación del diámetro real del anillo y de su diámetro aparente, medido por el Hubble, permitió calcular con una precisión nunca antes alcanzada para un objeto exterior a la Vía Láctea, la distancia que nos separa de la Nube de Magallanes: 169.000 años luz. Esta determinación permitió establecer el valor más preciso actualmente conocido de la edad del universo: algo más de 15 mil millones de años.

En ese mismo campo de la determinación de las distancias intergalácticas, el Observatorio Espacial ha aportado una importante contribución, mediante el estudio de 27 Cefeidas en la galaxia espiral denominada IC 4182. Ese tipo de estrella reviste un gran interés para la astronomía, ya que su luminosidad varía regularmente, con un período que depende de la intensidad promedio de la luz que emite. Su observación puede, por consiguiente, permitir determinaciones muy precisas de la distancia que nos separa de la

galaxia a la cual pertenecen. Ello hace posible calcular con mayor precisión las distancias intergalácticas y, por ende, la edad del universo.

Otro tema del mayor interés para la cosmología actual es, sin lugar a dudas, el de la existencia de la llamada materia oscura en el universo. En efecto, desde hace varios años se sabe que la masa dinámica de las galaxias, determinada a partir de su poder de atracción, es mucho mayor que su masa estática, calculada con base en la cantidad de estrellas que las componen. Por otra parte, la densidad del universo, establecida a partir de la masa estática,

El Hubble hace posible calcular con mayor precisión las distancias intergalácticas y, por ende, la edad del universo.

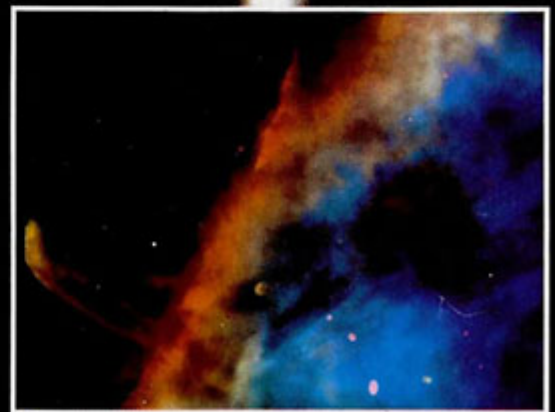
Observa Telescopi HUB



Júpiter

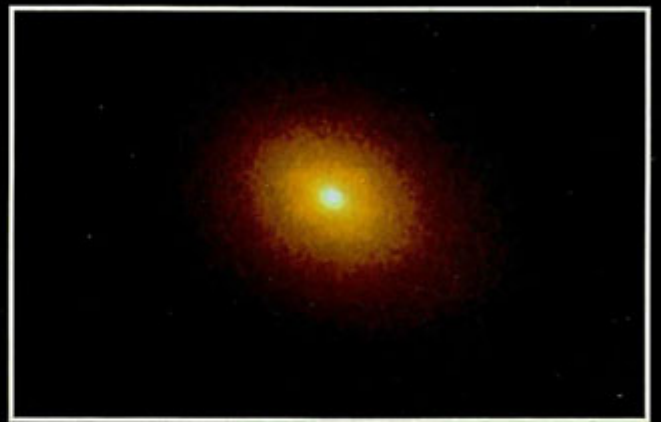


Galaxia NGC 4261

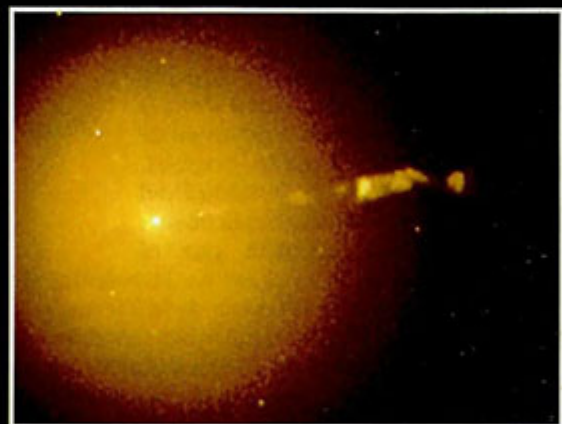


Nebulosa de Orión

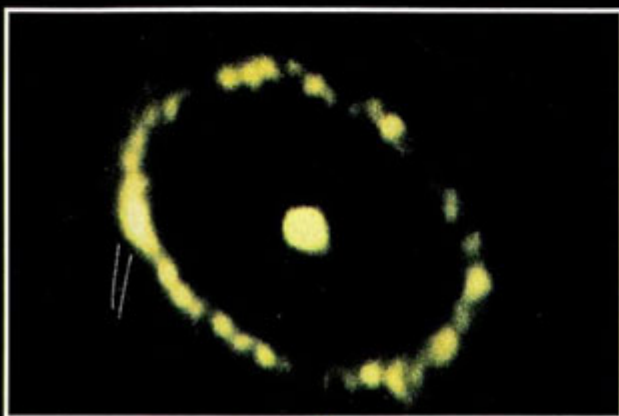
aciones del o Espacial BLE



Galaxia M32



Galaxia M87



Supernova 1987A

es muy inferior a la densidad crítica, necesaria para que la actual expansión del universo se detenga y se inicie un proceso de contracción, según lo plantea el modelo del Big Bang (**Innovación y Ciencia**, Vol. 1, No. 1, 1992). Aunque existen todavía datos que no han sido totalmente interpretados, el estudio hecho por el Hubble de la desviación de la radiación proveniente de cuasares lejanos por parte de grandes galaxias o nebulosas, permitió establecer la existencia de la materia oscura y su repartición dentro de las galaxias y en el espacio que existe entre ellas. Además, se pudo determinar que dicha materia podría estar constituida tanto por estrellas oscuras (enanas negras), como por partículas elementales, entre las cuales se ha candidatizado, entre otras, a los neutrinos (si se demuestra que su masa no es nula) o a los fantasmagóricos monopolos magnéticos.

Finalmente, la teoría del Big Bang prevé que la cantidad de deuterio (isótopo pesado del hidrógeno) creada inmediatamente después de la gran explosión original, depende de la densidad del universo. Mediante la observación realizada por el Hubble del espectro de la estrella Capella, situada a 41 años luz de la Tierra, un grupo de astrónomos de la Universidad de Colorado pudo determinar la abundancia relativa del deuterio con respecto al hidrógeno. La densidad del universo, calculada sobre esa base, es tan sólo 6% de la densidad crítica definida anteriormente, lo que lo condenaría, si ello se confirmara, a una eterna expansión. Este resultado, en aparente contradicción con el anterior descubrimiento, no ha hecho sino ahondar uno de los mayores misterios de la astronomía actual.

Los aportes del Telescopio Orbital no se han limitado a la cosmología o al estudio de las galaxias. Los resultados, aunque menos espectaculares, obtenidos en el campo de la

astronomía planetaria han sido de un enorme interés científico. Para poder apreciar la calidad de la información proporcionada por el Hubble, baste con decir que las imágenes de Júpiter o Saturno que puede suministrar cotidianamente, son tan detalladas como las que enviaron las sondas espaciales Voyager al pasar por las cercanías de esos planetas a

comienzos de los 80. Gracias a ello, se pudieron obtener las primeras imágenes del polo norte de Saturno e incluso observar una tempestad de alcance planetario en ese planeta. La evolución de la gran mancha roja de Júpiter y de sus bandas de nubes ha podido ser estudiada de manera mucho más precisa que en el pasado, al igual que los cambios climáticos globales que se producen en Marte. Gracias al Hubble, por último, ha sido posible por primera vez distinguir claramente a Plutón de su satélite Caronte.

En su corto tiempo de funcionamiento, el Observatorio Espacial no sólo ha permitido realizar descubrimientos novedosos, sino que ha facilitado la recolección continua de innumerables datos, cuyo

análisis e interpretación mantendrán a muchos astrónomos ocupados durante los próximos años. No cabe duda de que, cuando se hayan efectuado las reparaciones mencionadas, el Hubble nos deparará sorpresas aún mayores que las que nos ha brindado hasta ahora, obligándonos, tal vez, a modificar sustancialmente nuestra concepción actual del universo.

... el Hubble nos deparará sorpresas aún mayores que las que nos ha brindado hasta ahora, obligándonos, tal vez, a modificar sustancialmente nuestra concepción actual del universo.

.....

Bibliografía en depósito

ENFRIADORES POR CIRCULACION NESLAB

Si 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

Ofrecemos 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.





Ciencia y Tecnología para una comunidad saludable

José Armando Porras Niño MD.
División de Ciencia y Tecnología - Ministerio de Salud

Una comunidad con buena salud no es necesariamente una comunidad económicamente rica. Es más bien una comunidad consciente de que la salud es el resultado de saber manejar la interacción de factores tanto naturales como del entorno para conseguir calidad de bienestar y de vida.

Cercanos al advenimiento del año 2000, estos factores podrán ser intervenidos positiva o negativamente por el hombre, debido a los avances arrolladores alcanzados por el desarrollo científico y tecnológico contemporáneo. Hoy en día los descubrimientos de la genética, la biología molecular y la bioingeniería -hasta hace pocos años campos considerados

inalterables desde el punto de vista experimental e inaccesibles a la intervención científica- demuestran que es el propio ser humano quien puede determinar la calidad de vida que quiere y el nivel de salud al cual aspira.

En la medida en que tengamos más posibilidades de implementar modelos diferentes de desarrollo social y económico, modelos que nos permitan un mejoramiento en la productividad para el bienestar de la colectividad, iremos adquiriendo un mayor grado de satisfacción de la comunidad, y seguramente una mejor convivencia.

Lo importante para la humanidad es el nivel de aporte de los avances científicos para satis-

La necesidad de trascender el concepto del enfermo individual por el de riesgo colectivo, hizo que se plantearan nuevas propuestas para explicar la salud como fenómeno social.

facier las necesidades esenciales del ser humano, tales como la subsistencia, la protección, el entendimiento, el afecto, la identidad y la libertad. La violencia, por ejemplo, es la consecuencia de no satisfacer necesidades básicas. Como resultado, la salud se ve afectada.

La medicina moderna está haciendo crisis. A pesar de que la tecnología le ha hecho muchos favores, también ha permitido que el tratamiento del ser humano se haya vuelto despiadado y anárquico. Los médicos egresados durante los últimos 20 años no están capacitados para hacer un análisis profundo y completo de su paciente. Son víctimas de la dictadura de la tecnocracia. Sin embargo, ad portas del siglo XXI, se asoma una corriente universal de volver al humanismo de la primera década de este siglo.

El paradigma de la salud

Los intentos por explicar el fenómeno salud/enfermedad han tenido un desarrollo similar al de los avances científicos y tecnológicos, señalados no solamente por las ciencias básicas y clínicas sino también por las ciencias sociales. Los diversos modelos explicativos han determinado a su vez la forma de manejar los problemas de salud y el tipo de profesional que interviene.

Desde el concepto mítico y sacralizado según el cual la enfermedad era castigo de los dioses, la humanidad ha encontrado otra serie de explicaciones: vino el modelo biológico, cuando se descubre la existencia de microorganismos, para luego encontrar que los problemas de la salud se vinculaban a través de una interrelación entre el hospedero, el agente y el ambiente, por lo que se propuso entonces el concepto preventivista de mediados del presente siglo.

La necesidad de trascender el concepto del enfermo individual por el de riesgo colectivo, hizo que se plantearan nuevas propuestas para explicar la salud como fenómeno social y permitir un manejo más integral, interdisciplinario e intersectorial.

Los investigadores M. Lalonde y H. Blum proponen un modelo multicausal intervenido por cuatro elementos dinámicos: el biológico o hereditario, el ecológico o ambiental, el estilo de

vida o comportamiento y la organización de los servicios de salud.

Este paradigma permite comprender no solamente el campo de la prevención y de la curación, sino también el trabajo relacionado con la promoción de salud, la planeación y la formulación de las políticas de salud. Permite además explicar que el estado de la salud de una comunidad es un efecto de los procesos naturales y sociales que afectan el mismo.

La ciencia, la tecnología y la salud

En la medida en que el ser humano pueda explicar los hechos físicos e inmateriales que condicionan su existencia (ciencia) y pueda desarrollar acciones para su beneficio y bienestar (tecnología), podrá asegurar condiciones de vida alcanzables y deseables.

El ejercicio de la ciencia debe ser una opción que los gobiernos ofrezcan a la comunidad y a la juventud en particular, para que el conocimiento sea utilizado para satisfacer necesidades. Quizás el secreto del éxito en los países menos desarrollados está en poder desarrollar ventajas competitivas para utilizar al máximo su ingenio y creatividad. En la medida en que cada comunidad sea autor y actor en la generación científica y tecnológica, podrá afianzarse en una posición menos dependiente que le permita sobrevivir en un mundo cada vez más competitivo y tecnocrático.

La industria, la comunidad científica (universidades, grupos de investigación) y el gobierno son los responsables de dirigir, producir y manejar los procesos de desarrollo científico y tecnológico.

En este marco, y en nuestro medio particular, de acuerdo con el actual Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología para la salud, el **gobierno** tiene la responsabilidad de la planeación y administración de los procesos socioeconómicos, así como de los desarrollos legislativos para el fomento y la regulación de los sistemas de salud. En la medida en que el gobierno se apoye en la ciencia y la tecnología como factor fundamental para el desarrollo de la calidad de los servicios de salud y de vida de una comunidad, éstos podrán vigorizarse y fortalecerse. La formulación de políticas en el sector educativo para incentivar la creatividad y la innovación, con cambios curriculares que propicien una cultura de la investigación y estímulos a los docentes, tendrá repercusiones definitivas para este propósito.

Resulta inaplazable la adopción de modelos macroeconómicos integrales que vinculen



las variables económicas, sociales y científico-tecnológicas con políticas y estrategias financieras, fiscales, arancelarias, comerciales, informativas y académicas para hacer posible una verdadera transformación.

El organismo gubernamental deberá cumplir cuatro funciones básicas: promoción, regulación, legislación y financiación.

La comunidad científica constituye el eje fundamental de los procesos científicos y tecnológicos. De la forma como se organice y se estructure, de su actitud y desempe-

ño depende el perfil cultural de una sociedad. Nuestras universidades deberán hacer más énfasis en la investigación que en la mera transmisión de información. Además de formar, la universidad debe producir ciencia, innovar, proponer, plantear soluciones y convertirse en el sistema nervioso central del desarrollo biosocial de la comunidad.

Las facultades deberán reorientar sus currícula hacia contenidos más humanísticos y fortalecer el compromiso con los problemas y potencialidades del país, para asumir el papel protagónico de ser proponentes e innovadores de nuevos procesos científicos y técnicos para la realidad del país.

De los tres agentes sociales, **la industria** es quizás el que ha vivido más al margen de los procesos científicos y tecnológicos nacionales, particularmente en los países en vía de desarrollo. Un alto porcentaje de los procedimientos, técnicas, equipos e insumos en salud es importado, pudiéndose haber hecho menos costoso y menos sofisticado a través de una transferencia y apropiación de tecnología, consiguiendo los mismos beneficios para la atención del paciente o de la comunidad.

El sector empresarial debe renovarse no solamente en lo que hace referencia a sus procesos y productos, sino también hacia un nuevo estilo donde se abran nuevos espacios de participación con las realidades sociales y de

compromiso con los problemas nacionales. El comportamiento del sector productivo es definitivo en los cambios de estilo de vida de una sociedad e incide directamente en la protección y conservación de un entorno sano.

La trilogía institucional y la salud

Tanto gobierno como industria y comunidad científica tienen compromisos y responsabilidades frente a cada uno de los factores determinantes del nivel de salud expuestos por Lalonde y Blum, y se convierten en protagonistas de su mejoramiento o deterioro.

1. El determinante biológico ha sido campo de interés para la investigación médica y a través de sus estudios ha permitido diagnosticar y mejorar el manejo de las enfermedades infectocontagiosas, degenerativas y crónicas. Hoy en día se destaca el descubrimiento de los misterios del mundo genético.

Las universidades y centros de investigación, con el debido apoyo del gobierno y la empresa privada, deberán fortalecer la investigación y los estudios de acuerdo con los perfiles epidemiológicos existentes. La investigación básica, la clínica y la epidemiológica pueden aportar beneficiosos avances al conocimiento, tanto en materias básicas como en aspectos etiológicos, semiológicos y terapéuticos, de patologías transmisibles que están adquiriendo nuevamente gran importancia en el espectro de la morbi-mortalidad, como la malaria, la tuberculosis y la lepra, y algunas infectocontagiosas nuevas como el sida, así como aquellas relacionadas con los avances del desarrollo y los procesos de maduración demográfica como el cáncer y las enfermedades cardiovasculares.

2. El componente ecológico reconoce un ambiente intervenido por los aciertos y fallas de la trilogía gobierno-industria-comunidad científica. Le corresponde al gobierno la función de definir y promulgar decisiones que consoliden una conciencia saludable y una respuesta favorable por parte de la industria en la responsabilidad de producir bienes y servicios.

Las necesidades básicas del ser humano tienen que ver no solamente con el "ser" sino también con el "estar", determinado por el componente ambiental. Tanto las decisiones del gobierno como las políticas del sector industrial deberán estar fuertemente articuladas con estudios investigativos exploratorios, descriptivos y evaluativos sobre la realidad ecológica. Solo así puede garantizarse un impacto benéfico soste-

La violencia
esta alimentada entre
otras causas por la
secular insatisfacción de
necesidades básicas de
subsistencia, tolerancia
y convivencia.

nido en programas como municipios saludables, agua potable, eliminación de excretas, manejo de basuras y desechos y hábitat sano.

3. **El estilo de vida**, representado por actitudes, comportamientos y creencias de los individuos de una comunidad, es un factor especialmente influyente en un país poliétnico, donde además tradicionalmente se han desconocido las verdaderas realidades regionales.

Los diferentes estilos de vida que tipifican a las comunidades obedecen a diversas razones, tanto naturales como históricas y culturales. Cada país es un agregado heterogéneo de comunidades que exigen reconocimiento y respeto por su identidad. Por tanto los programas diseñados para la satisfacción de necesidades tanto individuales como colectivas deben estar enmarcados dentro de políticas tales como la autodeterminación, la descentralización y la participación.

Cobra aquí particular interés el fenómeno de las patologías sociales y colectivas como la violencia, alimentada entre otras causas por la secular insatisfacción de necesidades básicas de subsistencia, tolerancia y convivencia.

Programas tales como boticas comunales, servicios solidarios de salud y hogares de bienestar, son ejemplos de participación ciudadana y de respeto por la identidad de las comunidades, no sin olvidar que son propuestas coyunturales que requieren de revisiones y estudios periódicos por parte de la comunidad científica.

4. **La organización de los servicios de salud** es un resorte esencialmente gubernamental. Su eficiencia y efectividad dependen de decisiones político-administrativas que tienen que ver con el acceso, la oportunidad, la equidad y la calidad de los servicios. Los desarrollos tecnológico e industrial también juegan un papel importante puesto que ellos determinan

en parte los costos de los servicios, los procesos de atención, las formas de accesibilidad y oportunidad, la cobertura y la definición de sistemas universales, equitativos, solidarios y eficientes.

Se necesita una verdadera consolidación de investigadores para que su trabajo pueda

articularse con el sector gubernamental para la toma de decisiones y con el industrial para la aplicación del conocimiento.

La concertación y la convocatoria, estrategias fundamentales

Hoy en día hay más conciencia de que los tres estamentos deben trabajar de común acuerdo. La **concertación** representa integración, coordinación, intercambio, comunicación, compromiso y negociación. Así concebida, permite un reconocimiento mutuo entre las partes en cuanto a sus deberes, responsabilidades y limitaciones para poder entrar en el campo de la definición de funciones y acuerdos de trabajo y de acción.

La **convocatoria**, por su parte, constituye una solicitud del sector gubernamental a las instancias científicas y productivas para que orienten sus planes y realizaciones en concordancia con las necesidades y prioridades locales y nacionales. Es una forma de sincronizar los esfuerzos en función de objetivos comunes.

El sector productivo debe conocer lo que la comunidad científica está investigando y proponiendo, e igualmente ésta debe conocer los requerimientos y necesidades de la industria. El gobierno debe contar con las herramientas indispensables para solicitar el concurso de los investigadores e industriales -incentivos, estímulos fiscales y tributarios, financiamiento- para así encontrar solución a los problemas coyunturales y de largo plazo.

Las convocatorias no solamente serán útiles para la producción de conocimiento sino también para analizar, revisar y evaluar conocimientos, prácticas y tecnologías en uso.

El mantenimiento de un buen estado de salud de una comunidad, por tanto, no es responsabilidad exclusiva del personal médico y otros profesionales de la salud. El trabajo interdisciplinario, con otras profesiones de tipo administrativo, económico y social, se hace cada vez más necesario.

El compromiso de los tres estamentos se resume entonces en que la universidad investigue, el gobierno tome decisiones y legisle sanamente, y la industria produzca bienestar.



El renacimi

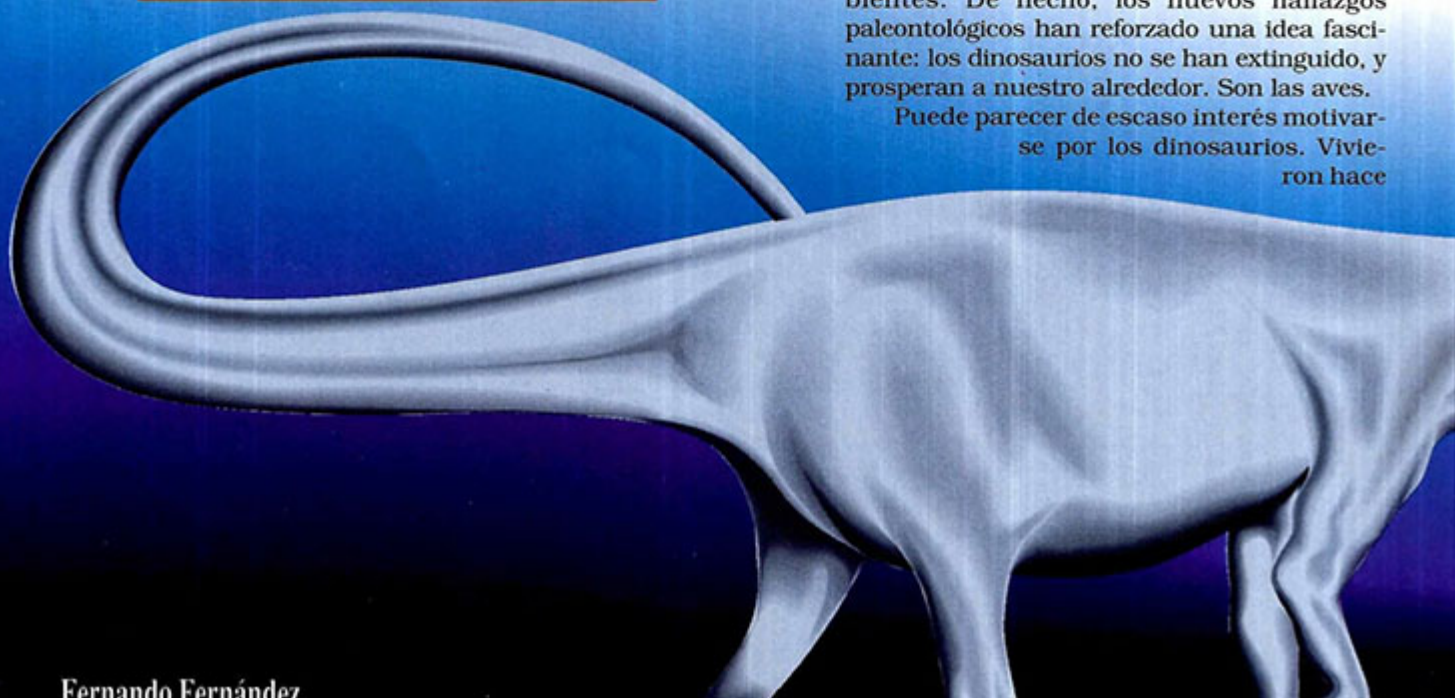
Los nuevos hallazgos paleontológicos han reforzado una idea fascinante: los dinosaurios no se han extinguido, y prosperan a nuestro alrededor. Son las aves.

Tradicionalmente los dinosaurios han sido sinónimo de lo obsoleto, primitivo y anticuado. La imagen común de estos vertebrados es la de grandes seres lentos, torpes, de bajo intelecto y sangre fría ... que inevitablemente se extinguieron.

Con base en hallazgos recientes, unidos a nuevas interpretaciones de viejos datos, haciendo uso de metodologías y herramientas modernas, una legión de paleontólogos innovadores y heréticos ofrece una novedosa y sorprendente imagen de los dinosaurios, de su origen, extraordinario desarrollo y diversidad, y de su enigmático ocaso. Aunque parciales, los resultados son tales que nos hallamos ante un verdadero renacimiento de los dinosaurios.

Los argumentos esenciales para esta nueva visión de los dinosaurios se sustentan en la posesión de sangre caliente -por lo menos en los dinosaurios pequeños-, capacidad intelectual mayor que la reptiliana, viviparidad, sociabilidad y tratamiento maternal, gran expansión geográfica, relaciones predador-presa y amplia ocupación de ambientes. De hecho, los nuevos hallazgos paleontológicos han reforzado una idea fascinante: los dinosaurios no se han extinguido, y prosperan a nuestro alrededor. Son las aves.

Puede parecer de escaso interés motivarse por los dinosaurios. Vivieron hace



nto de los dinosaurios

mucho tiempo y lejos de nosotros. Sin embargo, y más allá de las importantes lecciones en biología y evolución, hemos de tener en cuenta que si los dinosaurios no se hubiesen extinguido, los mamíferos nunca se habrían expandido, y nosotros, los humanos, no estaríamos contando estas historias.

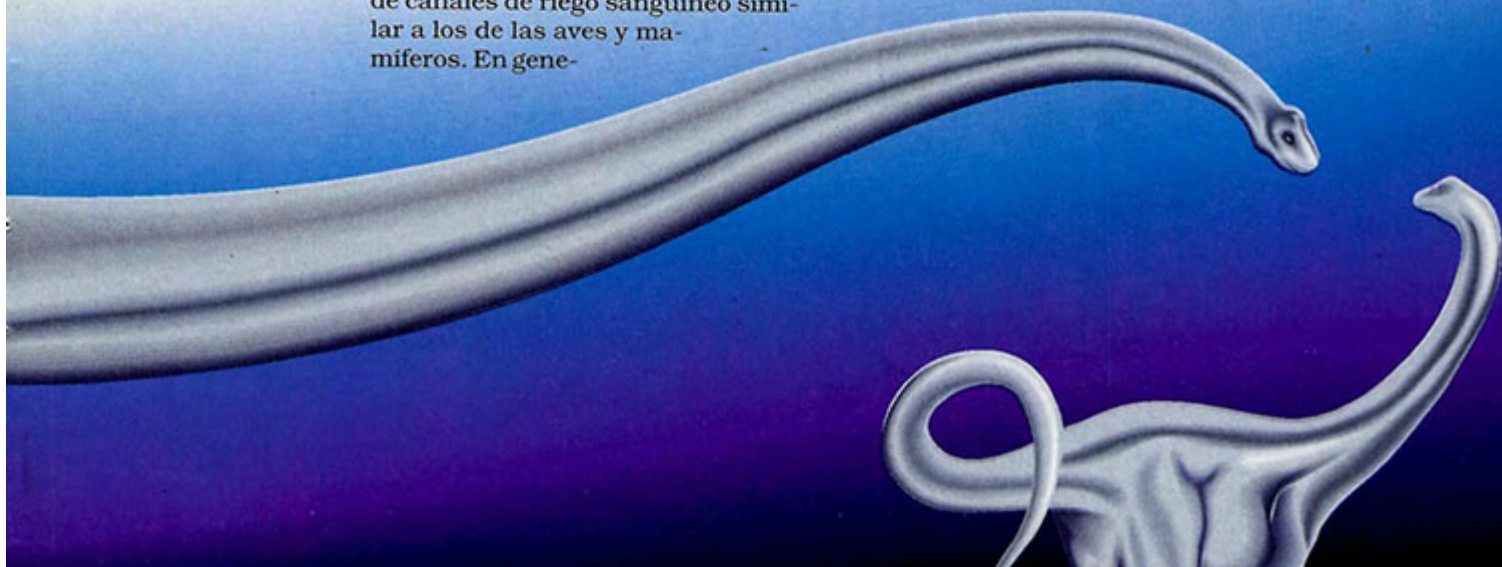
¿Tenían sangre caliente los dinosaurios?

Muchos paleontólogos creen que entre los dinosaurios existía la endotermia o capacidad de producción corporal de sangre caliente, como en las aves y los mamíferos. Al parecer, los dinosaurios pequeños, bastante activos y con cerebros relativamente complejos, eran endotérmicos. Probablemente los grandes saurópodos, algunos de los cuales se acercaban a las 100 toneladas, no tenían problemas con su control de temperatura: con cuerpos tan voluminosos el calor se conservaba durante las noches. Armand de Ricqlès, paleohistólogo de la Universidad de París, quien realiza un interesante estudio con cortes transversales de huesos de estos saurios, ha observado que poseen un patrón de canales de riego sanguíneo similar a los de las aves y mamíferos. En gene-

ral, los organismos endotérmicos poseen huesos ricamente vascularizados debido a la alta demanda de oxígeno, en contraste con los ectotérmicos o de sangre fría, cuyos huesos poseen baja densidad de canales.

La lección del presente

Las sabanas africanas son muy famosas por sus ricas comunidades de herbívoros y predadores. El estudio de estas comunidades muestra que predadores como leones, guepardos y leopardos necesitan mucho alimento: deben consumir bastantes presas para mantener sus metabolismos altos. Así, la relación entre predadores y presas es alta: cada comunidad de presas (los herbívoros) sostiene a una comunidad grande de predadores. Estudios de comunidades relativamente bien conservadas de dinosaurios del cretáceo han permitido estimar que, al parecer, la relación entre los herbívoros (comunidades de hadrosaurios, saurópodos, ceratopsios) y los predadores (como el terrible tiranosaurio) se ajusta más al modelo de sus análogos mamíferos africanos.



Sociabilidad

La sociabilidad es una característica generalmente asociada a aves y mamíferos, es decir a animales de sangre caliente. En los animales de sangre fría, al parecer, la regla es más bien que cada uno se las arregle por su propia cuenta. Estudios de huellas fosilizadas en diferentes partes del mundo han mostrado que algunos grupos de saurópodos (grandes saurios herbívoros, como los *Apatosaurus*) permanecían en grupos cohesionados como las actuales manadas (**figura 1**). Incluso se han descubierto patrones semejantes en diferentes especies, donde las crías y probablemente las hembras permanecían en el centro y los machos en la periferia; una clara manobra para disuadir a los grandes predadores

de aquellas épocas. Más aún, existen evidencias de sociabilidad en ciertos grupos de predadores; a los pequeños dinosaurios carnívoros como los audaces "uña terrible", podría arrojarles buenos resultados la caza en grupo como a los actuales lobos, leones e hienas.

Cuidado parental

El buen cuidado de las crías es otro aspecto generalmente asociado a aves y mamíferos. Algunos de éstos "invierten" bastante tiempo y energía en sus crías, y, a su vez, éstas tienen altas probabilidades de sobrevivir. El paleontólogo J.R. Horner tuvo la fortuna de encontrar, en sedimentos cretácicos en Montana, Estados Unidos, una rica comuni-

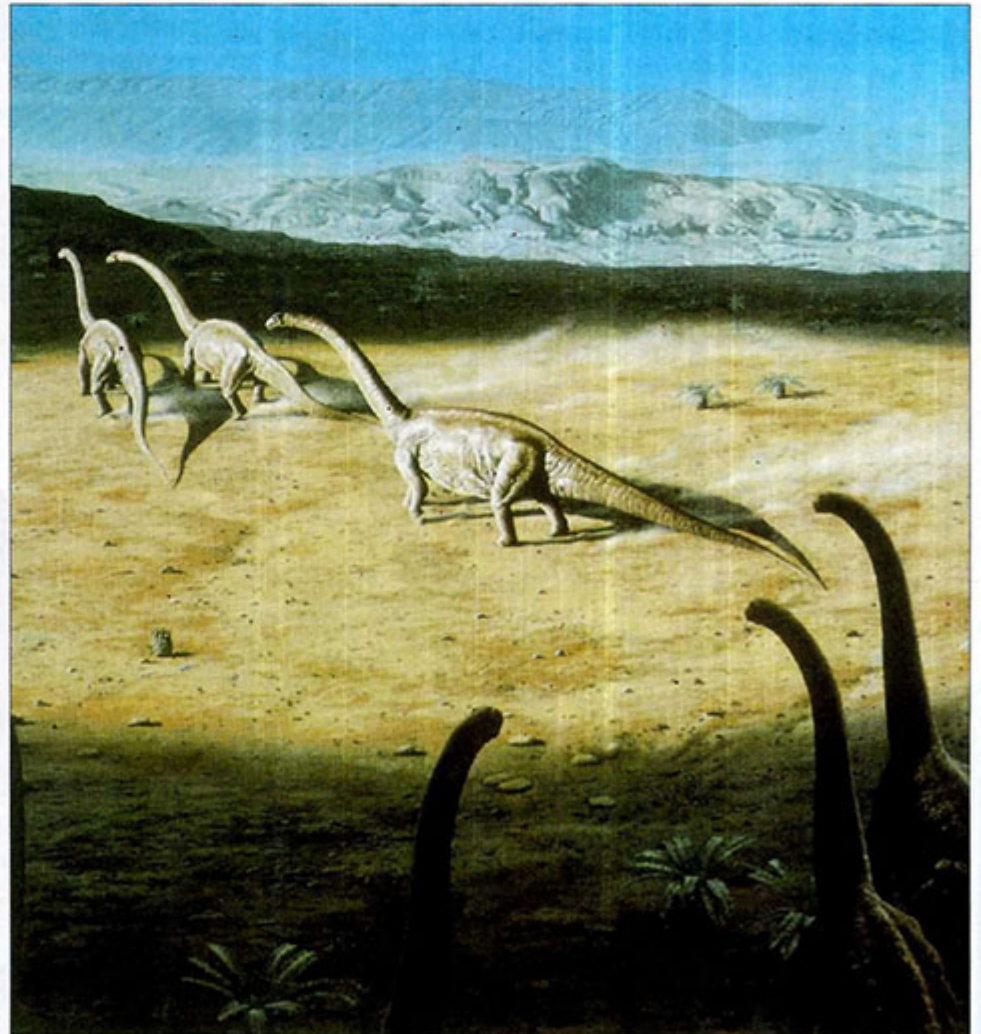


Figura 1.
Los saurópodos viajaban en grupo largos trayectos, en busca de nuevas fuentes de alimento.

dad fosilizada de saurios adultos, crías y huevos. La persistencia de bebés junto a sus padres, el tipo de nidos y la proximidad entre éstos, sugieren que en esta especie llamada *Maiasaurus*, algo así como "mamá reptil bondadosa", existía un verdadero cuidado parental, como se presenta en nuestros endotérmicos de hoy.

Dinosaurios en climas fríos

La distribución geográfica de los dinosaurios no solamente nos habla de su tremendo éxito; también da pruebas indirectas de su endotermia. Los dinosaurios estuvieron prácticamente en todas partes: Norteamérica, Europa, Asia, África, Suramérica, el Ártico y la Antártida. Lo sorprendente es que existían dinosaurios incluso en regiones cercanas a los polos, regiones necesariamente frías. Los animales de sangre fría no prosperan en latitudes tan altas; la presencia de dinos en sitios muy fríos sugiere, una vez más, posesión de sangre caliente.

¿Viviparidad?

Aunque el modo de reproducción favorito en los dinosaurios es el del huevo, según ciertos indicios parece que algunos grandes saurios, como el gigantesco apatosaurio o brontosaurio, eran vivíparos. Las hembras traían al mundo crías vivas, grandes y desarrolladas. Esto podría ser ventajoso para animales acostumbrados a continuos desplazamientos y al asedio de astutos predadores.

Saurios inteligentes

De una u otra forma la inteligencia también ha estado asociada a la endotermia. Los vertebrados inteligentes se incluyen entre las aves y sobre todo entre los mamíferos. Por supuesto, nadie discute que los dinosaurios hayan tenido niveles de inteligencia equiparables a los de los mamíferos.

Muchos saurios no eran inteligentes, como el estegosaurio, cuyo cerebro era más pequeño que su propia glándula pineal. Para muchos, la inteligencia máxima podría ser como la de las gallinas, lo cual no representa un insulto para los dinos -ni para las gallinas-, pues esta característica los coloca muy por encima de los reptiles típicos. Entre los dinos, los pequeños predadores *Velociraptor* están por encima en cuanto a nivel de inteligencia. Poseían cerebros grandes (en relación con su cuerpo) y complejos, asociados a ojos de gran tamaño, manos prensiles y gran capacidad de carrera. La coordinación de estas cualidades requeriría un cerebro complejo, en nada similar al típico reptiliano.

¿Crecimiento rápido?

En comunidades de adultos, crías y juveniles (como *Maiasauria*) hay evidencias de crecimiento rápido. Esto podría sugerir, una vez más, presencia de sangre caliente en algunos dinos.

¿Y el comportamiento?

Los huesos se fosilizan pero no el comportamiento. Nunca sabremos realmente cómo se comportaban los dinos, cómo crecían, se educaban, peleaban, se amaban, comían y morían. Pero, en una verdadera labor detectivesca, y usando la etología comparada, muchos biólogos han comenzado a develar secretos de la vida diaria de los dinosaurios. Por ejemplo, muchas estructuras, cuyas funciones se desconocían o malinterpretaban, ahora se asocian a rituales de competencia por hembras y apareamientos. Los *Pachycephalosaurus* poseían duras testas que podrían servir para duelos de machos por una hembra, como los ciervos con cuernos. Las grandes crestas sobre las cabezas de varios hadrosaurios (*Parasaurolophus*, *Corythosaurus*, *Lambeosaurus* y *Saurolophus*) no serían, como se pensaba, reservorios de respiración -los hadrosaurios no eran acuáticos-, sino es-

La distribución geográfica de los dinosaurios no solamente nos habla de su tremendo éxito; también da pruebas indirectas de su endotermia.



Figura 2. En una verdadera labor detectivesca, y usando la etología comparada, muchos biólogos han comenzado a develar secretos de la vida diaria de los dinosaurios.

estructuras de atracción sexual, con seguridad vivamente coloreadas, o de llamados sonoros, como en *Parasaurolophus* (Figura 2).

Buenos vecinos

Existen otras evidencias, suministradas por seres vivientes emparentados con los dinosaurios. Los vecinos vivos filogenéticamente más cercanos a los dinos son los cocodrilos y las aves. De hecho dinos, cocodrilos, aves y pterosaurios forman un grupo definido dentro de los reptiles, llamado *Archosauria*, que significa "lagartos dominantes". Los cocodrilos son los únicos reptiles que presentan cuidado maternal y nidos elaborados, así como un corazón más eficaz en el intercambio de oxígeno.

Las aves van mucho más lejos en estos asuntos. Los pterosaurios -que no eran dinosaurios- fueron los únicos reptiles voladores de la historia, prosperando a la par que los dinos en el mesozoico.

Un sorprendente hallazgo del paleontólogo ruso A.G. Sharov muestra la posesión de pelos en un pterosaurio, el *Sordus pilosus* del jurásico en Kazakhstan. Esto supone dos lecciones: en los pterosaurios también había sangre caliente -los pelos evitaban la pérdida de calor-, y la posesión de pelos no es exclusiva de mamíferos, como siempre se ha pensado. Si todos los primos y vecinos de los dinos parecen demostrar la posesión de endotermia y rasgos complejos de comportamiento, ¿por qué hemos de negárselos a los dinosaurios?

Hacia una nueva clasificación

Los nuevos dinosaurios, los dinosaurios renacidos, han resucitado, como el ave fénix, de las cenizas a las que los condenaron viejos principios y prejuicios de mentes conformes. Los dinos se nos ofrecen ahora como seres extraordinarios, inteligentes, algunos bondadosos, otros fieros, que conquistaron el planeta por un periodo extraordinariamente largo, por casi 150 millones de años.

¿Cómo hacer justicia a estos algunas veces olvidados saurios? Una forma puede ser modificando una de las mayores tradiciones de la biología: la clasificación de los vertebrados. Durante largo tiempo hemos crecido aceptando, como evangelio, los cinco grandes grupos de vertebrados: peces (clases

Los dinosaurios se nos ofrecen ahora como seres extraordinarios, inteligentes, algunos bondadosos, otros fieros, que conquistaron el planeta por casi 150 millones de años.

de los agnatos, placodermos, condrictios y osteictios), anfibios (clase *Amphibia*), reptiles (clase *Reptilia*), aves (clase *Aves*) y mamíferos (clase *Mammalia*). Una verdadera revolución en la biología y en sus herramientas de análisis conduce hoy en día a una nueva, fresca y provocadora visión y clasificación de los animales, especialmente de los vertebrados.

Para algunos biólogos, la clase *Reptilia* es un grupo completamente artificial y arbitrario. Este grupo se ha definido más por lo que no es que por lo que es. Si un vertebrado terrestre tiene sangre caliente y pelos, es un mamífero; si tiene sangre caliente y plumas, es un ave. Todo lo demás, al sótano, es decir, a la clase de los reptiles, seres escamados, de sangre fría, poco inteligentes y a los cuales les pasó su momento de gloria hace mucho tiempo. Una nueva clasificación, más acorde con nuestros nuevos conocimientos, separa la

clase reptiliana en grupos más definidos y afines. Así, tortugas, lagartos y serpientes, tuataras, plesiosaurios y demás pléyade de saurios formarían grupos definidos y todavía "reptilianos", mientras que los arcosaurios ("reptiles dominantes") formarían un grupo definido morfológica y funcionalmente, agrupando a los pterosaurios, los cocodrilos, los dinosaurios y las aves (**tabla**).

Los dinosaurios no se han extinguido

¿Dinosaurios y aves juntos? ¡Esto parece una herejía! Recientes hallazgos -y formas de ver las cosas- demuestran cada vez más convincentemente que las aves no eran sino uno de los tantos grupos de dinosaurios que comenzaron a prosperar en el jurásico. En otras palabras, **las aves son dinosaurios con plumas**. Aún más, la posesión de plumas en estos dinos no obedeció a un "impulso

CLASIFICACION TRADICIONAL

PHYLUM: CHORDATA (CORDADOS)

SUBPHYLUM: VERTEBRATA (VERTEBRADOS)

Clase Amphibia (Anfibios)

- Subclase Labyrinthodonta (extintos)
- Subclase Lepospondyli (extintos)
- Subclase Lissamphibia (salamandras, ranas y sapos)

Clase Reptilia (Reptiles)

- Subclase Anapsida (tortugas y otros grupos extintos)
- Subclase Synapsida (pelicosaurios y terápsidos antepasados de los mamíferos)
- Subclase Euryapsida (plesiosaurios y otros grupos marinos extintos)
- Subclase Archosauria ("reptiles dominantes")
 - Orden Therodontia (terodontos, extintos)
 - Orden Cocodrylia (cocodrilos)
 - Orden Saurischia (dinosaurios)
 - Orden Ornithischia (dinosaurios)
- Orden Pterosauria (pterosaurios, extintos)

Subclase Lepidosauria (tuataras, lagartos, anfisbénidos y serpientes)

Clase Aves (Aves)

Clase Mammalia (Mamíferos)

NUEVA CLASIFICACION

CHORDATA (animales con notocordo en alguna época de su vida)

VERTEBRATA (animales con vértebras)

TETRAPODA (animales con cuatro patas)

ANTIGUOS ANFIBIOS

- Microsauria (salamandras y cecillios)
- Temnospondyli (ranas y sapos)
- Amniota (tetrápodos cuyos embriones tienen membrana amniótica)

ANTIGUOS "Reptiles"

- Testudomorpha (tortugas)
- Lepidosauromorpha (tuataras, lagartos, serpientes)
- Archosauromorpha (cocodrilos, dinosaurios, aves)
- Cocodrylia (cocodrilos)
- Ornithischia (dinosaurios ornitisquios, extintos)
- Saurischia (dinosaurios saurisquios, extintos)
- Aves (aves: dinosaurios con plumas)

MAMIFEROS

Synapsida (mamíferos)

* Bellairs A. y Altridge J. Los reptiles, Ed. Blume, 1a. Ed. 261 p. 1978.

Modificada de Pough et al. Vertebrate Life, MacMillan, USA. 1990.

Figura 3. Estudios recientes de fósiles han demostrado los estrechos lazos evolutivos que existen entre los dinosaurios y sus descendientes modernos, las aves.



interno" de conquistar gloriosamente el aire con el vuelo: la evolución no anticipa, no tiene rumbo ni planes. Más razonable parece pensar en las plumas como un artefacto para impedir la pérdida de calor en seres de sangre caliente. Que después éstas sirvieran para el vuelo, es un buen ejemplo de buen uso de lo que se tiene a la mano ante nuevos ambientes y retos.

Si estudiamos lo que define a un ave, nos encontramos con que no posee nada exclusivo. ¿Sangre caliente? Muchos más la poseen. ¿Morfología particular? La anatomía aviana no difiere mayormente de la dinosauriana. ¿Plumas? En la década de los ochenta se descubrió, en formaciones del cretáceo superior en Mongolia, un fósil de un dinosaurio (alejado de las aves) con impresiones de plumas sobre el cuerpo; se le llama *Avimimus*.

Más aún, en marzo de 1993 un equipo dirigido por M. Noreil descubrió en Mongolia un extraordinario fósil de un vertebrado con tantas características de dinosaurio y de ave, que los especialistas no se han decidido en qué grupo ubicarlo. Para algunos, este fósil, llamado *Mononychus* ("una uña"), no es dinosaurio ni ave: ¡es ambas cosas!

No tenemos excusa para separar aves de dinosaurios; las aves son el único grupo de dinosaurios que sobrevivió a la gran extinción de fines del mesozoico (figura 3). Los dinosaurios no se han extinguido; viven con nosotros recreando nuestra vista, nuestro oído y nuestro paladar.

Clasificaciones moderadas colocan a los arcosaurios como un grupo definido, con su propio status dentro de los vertebrados, quizá de nueva clase. Algunos han ido un poco más lejos, colocando a los dinos como una nueva e importante clase dentro de los vertebrados. La antigua clase de las aves pasaría a ocupar un lugar más modesto, como un subgrupo dentro de *Dinosauria*.

Dinosaurios suramericanos

Los dinos son, actualmente, las mascotas y maravillas favoritas de niños y adultos en Norteamérica y Europa. Realmente, en esos continentes prosperaron espectacularmente estos saurios, gracias a su favorable posición sobre el ecuador. Suramérica tenía una posición más hacia el sur que la actual, siendo una región más fría y por tanto menos hospitalaria. No tuvimos faunas tan ricas (ni procesos de fosilización tan afortunados) como los continentes del norte, pero tenemos en nuestras rocas un importante secreto: guardamos pistas de un capítulo trascendental en la historia de los dinosaurios, el de su origen. Los dinosaurios más antiguos conocidos eran *Herrerasaurus* y *Pisanosaurus*, pequeños bípedos que vivían en el triásico superior (hace unos 225 millones de años), en lo que es ahora el noroccidente de la Argentina. Recientemente se encontró otro dino

Tenemos en nuestras rocas un importante secreto: guardamos pistas de un capítulo trascendental en la historia de los dinosaurios, el de su origen.

espectacular, llamado *Eoraptor* ("primer ladrón"), no lejos del *Herrerasaurus*. Este tiene unos 228 millones de años de antigüedad, lo que lo ubica como el más viejo de los dinos conocidos. Estos valiosos hallazgos fortalecerán nuestros conocimientos sobre los dinosaurios en sus orígenes y colocarán a Suramérica entre los lugares claves a la hora de hablar de dinosaurios.

Una lección más de los dinosaurios

Hay una enseñanza más que nos dejan los dinos, y tiene que ver con las actitudes de los científicos. En el siglo XVIII el naturalista sueco Carlos Linneo estableció una clasificación de todos los seres vivos que es, básicamente, la que todavía seguimos. Linneo no tenía ideas evolucionistas, y todas sus categorías taxonómicas propuestas (como familia y especie) implicaban entes estables, fijos y sin cambio, como lo estableció el Creador.

Hacia 1859 se inició una verdadera revolución en la biología con la divulgación de las ideas del naturalista inglés Carlos Darwin, a través de su libro *El origen de las especies*. El mérito de Darwin no estuvo tanto en hablar de la evolución, sino en acumular una gran cantidad de pruebas -en parte gracias a su periplo de cinco años por el hemisferio sur- y proponer el mecanismo de la selección natural como una explicación. Entonces las entidades fijas de Linneo pasaron a ser dinámicas, susceptibles de cambio. Desde entonces los biólogos han mirado la clasificación linneana más como un reflejo de las relaciones evolucionarias de los organismos, que como un sistema arbitrario de agrupación de organismos, aunque actualmente algunas posiciones dentro de las escuelas de clasificación no la aceptan.

Desde muy temprano se establecieron los grandes grupos de vertebrados terrestres

(*Tetrapoda*), correspondiendo a las clases de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos. El acomodo y sostenimiento de estas categorías se basa en planes morfológicos y fisiológicos, amén de una "jerarquía evolutiva" dada por el "orden de aparición" de cada grupo en los registros geológicos. Así, los anfibios y reptiles se han tratado como tetrápodos "inferiores" debido a su temprana aparición en el registro fósil y a la posesión de sangre fría (ectotermia). Las aves y los mamíferos se consideran "superiores" por su origen más reciente y la posesión de sangre caliente (endotermia).

Pero, ¿existe un criterio válido para considerar a un animal inferior o superior comparado con otro? Un lagarto de sangre fría prosperará mejor en ciertos ambientes que un mamífero y sería difícil catalogarlo como inferior. ¿El criterio es antropocéntrico?

Colocamos a aves y mamíferos en la cúspide de la evolución porque tienen sangre caliente, porque nosotros la tenemos. ¿Cómo sería la clasificación de los vertebrados si nosotros fuéramos humanos de sangre fría?

La "clase" de los reptiles parece haber sido uno de los grupos más golpeados por ese antropocentrismo. Si un vertebrado terrestre no tiene

plumas ni sangre caliente (lo que define a las aves), o no tiene pelos ni sangre caliente (lo que define a un mamífero), entonces es un reptil. ¡Tántas décadas de estudios y seguimos definiendo a los reptiles por lo que no son! Desde los primeros descubrimientos de fósiles de dinosaurios, y desde su temprana caracterización reptiloidea, estos seres quedaron condenados a heredar la biología reptiliana. Si los dinosaurios eran reptiles, entonces eran de sangre fría, torpes y lentos gigantes incapaces de acciones espectaculares.

Aquellos que enarbolaron con tanto entusiasmo la revolucionaria bandera del darwinismo, aquellos que se mofaron de clérigos y naturalistas conservadores por su antie-

**Si los dinosaurios
no se hubiesen
extinguido, los
mamíferos nunca
se habrían expandido,
y nosotros, los humanos,
no estaríamos contando
estas historias.**

volucionismo, terminaron por anquilosarse en su propia revolución y seguir cómodamente una rígida y monótona clasificación por largo tiempo. Y estos mismos líderes y voceros de los cambios de antaño se oponen a las nuevas ideas, a nuestras herejías de hoy.

La resistencia que ha habido para aceptar las nuevas ideas sobre los dinosaurios y la nueva propuesta de su clasificación parece obedecer más a prejuicios de los científicos que a rigurosas argumentaciones técnicas en su contra. Al fin y al cabo, si todas esas nuevas ideas fueran ciertas, nos veríamos obligados a abandonar esquemas y posiciones cómodas y conocidas.

La idea de continuo cambio, de eterna duda, de

cuestionamiento de las cosas, parece haberse ido extinguiendo de las aulas, de las universidades, de los libros. Aplaudimos a los héroes de la ciencia del pasado que nos abrieron un camino difícil en sociedades inquisitorias, a la vez que miramos con recelo y condenación a los herejes de hoy.

Quizá necesitamos una nueva revolución. No necesariamente en nuestras ideas y conceptos, sino en nuestra actitud hacia la ciencia y la vida. Necesitamos asombrarnos por todo lo que nos rodea, y jamás perder esa capacidad de la sorpresa por lo pequeño o lo cotidiano.

Si los dinosaurios pueden, en alguna medida, contribuir a ello, entonces no se habrán extinguido. Vivirán con nosotros.

**Quizá necesitamos
una nueva revolución.
No necesariamente
en nuestras ideas
y conceptos,
sino en nuestra
actitud hacia
la ciencia y la vida.**

Bibliografía

1. **Bakker RT.** *Dinosaur Renaissance. Scientific American* 232: 58-78, 1975.
2. **Bakker RT & Galton PM.** *Dinosaur Monophyly and a new Class of Vertebrates. Nature* 248: 168-172, 1974.
3. **Charig A.** *La Verdadera Historia de los Dinosaurios.* Salvat Editores, Barcelona, 1988.
4. **Desmond A.J.** *Los Dinosaurios de Sangre Caliente* Editorial Diana, México D.F., 1980.
5. **Dorfman A.** *Rewriting the Book of Dinosaurs. Time Magazine,* abril 26, 36-46, 1993
6. **Farlow JO.** *A Consideration of the Trophic Dynamics of a Late Cretaceous Large-Dinosaur Community (Oldman Formation). Ecology* 57: 841-857, 1976.
7. **Gore R.** *Dinosaurs. National Geographic* 183(1): 2-53, 1993.
8. **Horner JR.** *The Nesting Behavior of Dinosaurs. Scientific American* 250: 92-99, 1984.
9. **Langston W.** *Pterosaurs. Scientific American* 244: 92-102, 1981.
10. **McNeill-Alexander R.** *Dynamics of Dinosaurs and other extinct Giants. Columbia University Press, New York, 1989.*
11. **Norman D.** *The Illustrated Encyclopaedia of Dinosaurs. Crescent Books, New York, 1985.*
12. **Sereno PC, Forster CA, Rogers RA & Monetta AM.** *Primitive Dinosaur Skeleton from Argentina and the Early Evolution of Dinosauria. Nature* 361: 64-66, 1993.
13. **Weishampel DB, Dodson P & Osmólska H.(eds).** *The Dinosauria. University of California Press, Berkeley, 1990.*
14. **Wellnhofer P.** *Archaeopteryx. Scientific American* 262: 42-49, 1990.

Buenas noticias

Solidez financiera, liderazgo tecnológico y mucho futuro para nuestros clientes.



Los resultados lo confirman.
IBM de Colombia sigue siendo, como
hace 56 años, la primera empresa
informática del país.

Ser la única compañía de
computadores entre las
100 primeras empresas
del país es cuestión de
liderazgo.

Liderazgo tecnológico es
ofrecer a los clientes los
"Mejores Productos del
Año", según selección de

las más prestigiosas publicaciones del
mundo al AS/400, RISC/6000,
Computación Personal, OS/2, etc.

Ser Líderes en Servicio al Cliente es
haber sido reconocidos por el Gobierno
Colombiano con el Premio Nacional de la
Calidad.

Ser Líderes del Cambio significa
reestructurarnos para responder a
nuestros clientes con las mejores
soluciones.

IBM
Líderes del Cambio

Noticias

A.C.A.C.

NOVEDADES EN EXPOCIENCIA 93

Ya es un hecho. Del 7 al 15 de octubre Santafé de Bogotá será testigo de un evento único en Latinoamérica: **EXPOCIENCIA 93: Una Nueva Cultura Empresarial**, donde la industria, las asociaciones y los centros de investigación -tanto a nivel nacional como internacional- tienen una cita importante para mostrar el desarrollo de la investigación, la ciencia y la tecnología.

El sector industrial, informático y financiero. Las universidades, los centros de investigación, los creadores e innovadores, los inversionistas en tecnología -para quienes se organizará una rueda de negocios-, en fin, todo un despliegue de empresas e instituciones tendrán la oportunidad de participar en interesantes eventos que permitirán divulgar y poner los avances científicos y tecnológicos al servicio del desarrollo del país. Esos son algunos de esos eventos:

ECOEFICIENCIA

Un pabellón estará consagrado al importante tema de la ecología. Allí se exhibirán los últimos avances tecnológicos que promueven el desarrollo de manera racional, buscando la preservación de los ecosistemas y el bienestar humano; así como también aquellos que se proponen recuperar el hábitat natural.

• GENETICA VS. ETICA

Con el fin de intercambiar experiencias y analizar resultados, pero sobre todo para determinar si es conveniente patentar o no genes humanos, más de 300 científicos de todo el mundo se reunieron en París a finales del mes de abril, convocados por la UNESCO. Las conclusiones a las que llegaron fueron tajantes.

Ante el acelerado avance científico, el cual a veces plantea nuevos dilemas éticos, la UNESCO y gobiernos e instituciones europeos han decidido fijar marcos restrictivos para las investi-

gaciones y experiencias genéticas con el fin de "prevenir excesos".

Por tanto, sólo se podrán manipular genéticamente las células somáticas -aquellas que están destinadas a ser espermias u óvulos- para tratar enfermedades. Las destinadas a provocar cambios estéticos o, por supuesto, para "mejorar la raza", quedan prohibidas.

De todos modos, la aplicación de esta regla depende de la conciencia de científicos y médicos. Una vez más queda demostrada la controversia que genera este tema. ¿Manipular o no genes humanos? Un debate que está muy lejos de terminar.

ENCUENTRO NACIONAL DE PROFESORES, INVESTIGADORES E INNOVADORES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Un objetivo claro tiene este encuentro: contrarrestar el distanciamiento que existe entre aquellas personas que realizan actividades de investigación y educación, con profesores y demás interesados en el área de las ciencias a cualquier nivel. Así, profesores, investigadores e innovadores podrán comunicar e intercambiar experiencias, identificar dificultades y compartir la búsqueda de soluciones. Lo que se pretende es fortalecer la ense-

ñanza de las ciencias en Colombia. Conferencias, foros, innovaciones en material didáctico, seminarios, talleres y temas de interés sobre el desarrollo de la enseñanza de la ciencia, son los atractivos del Encuentro de Profesores, Investigadores e Innovadores. Quienes están interesados en participar, deberán inscribirse antes del 27 de agosto en la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia.

FERIA DE UNIVERSIDADES

En esta Feria Internacional de Universidades los estudiantes colombianos y latinoamericanos tendrán la oportunidad de recibir información sobre cursos de pre y postgrado de universidades de todo el mundo. Paralelo a lo anterior se ofrecerán datos sobre requerimientos de visas, gastos de viaje y de vivienda, cursos de idiomas, ayuda financiera y requisitos académicos para todos los interesados. La Universidad de Harvard y otros centros de educación superior de Estados Unidos y países europeos, asiáticos y latinoamericanos han confirmado su participación en la Feria.

REUNIÓN DE INTERCIENCIA

Interciencia, Federación que agrupa 16 Asociaciones Científicas de América, llevará a cabo su reunión anual durante EXPOCIENCIA 93, y tiene como uno de los temas a tratar el traslado de la sede, actualmente en Estados Unidos, a un país de América Latina. Colombia está altamente opcionada para acoger esta sede.

• FUTURO PROMISORIO DE LAS REVISTAS CIENTÍFICAS ANDINAS

La Reunión de Editores de Publicaciones Científicas Andinas celebrada a finales del mes de mayo en Quito, Ecuador, sirvió para reafirmar lazos de comunicación, determinar políticas a seguir y consolidar la iniciativa de la creación de la **Asociación de Editores de Revistas Científicas Andinas**. Entidad que busca mejorar la calidad y establecer una verdadera cooperación entre todas las publicaciones del sector.

La A.C.A.C., y en especial nuestra revista, son los representantes por Co-

lombia ante dicha Asociación. Es por ello que se hace una convocatoria para que por medio de INNOVACION Y CIENCIA, se integren todas las revistas y publicaciones científicas colombianas, con miras a que se informen y participen de todas las actividades que tiene previstas la Asociación andina.

• EXENCIONES TRIBUTARIAS Y DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

La puesta en marcha de la ley 6 de 1992 de Reforma Tributaria, en

especial su artículo 125, determinó exenciones tributarias para las empresas del sector privado que contribuyan al desarrollo de la ciencia y la tecnología en Colombia.

Con el fin de invitar al sector privado para que destine fondos para el avance de la ciencia y el desarrollo tecnológico, las empresas gozarán de exenciones del 100% en el caso de donaciones, y de 20% y 30% para las inversiones en investigación y desarrollo tecnológico del área.

SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE "SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y REDES DE TELECOMUNICACIONES"

En el marco de EXPOCIENCIA 93 se realizará este evento que permitirá conocer experiencias, nuevas tecnologías y el proceso de planeación y estrategias de desarrollo de centros de información en telecomunicaciones a nivel nacional e internacional.

Entidades del gobierno, empresas operadoras prestatarias de servicios de comunicaciones, personal directivo de sistemas y redes de información, universidades y personas de alguna manera relacionadas con las áreas de información y telecomunicaciones tienen cita en este Seminario-Taller, evento que demostrará la vital importancia

del sector informático actualmente en Colombia. La internacionalización de la economía así lo exige.

EXPOCIENCIA 93

Evento único en
Latinoamérica y un triunfo de
nuestra Colombia inteligente.

PREMIO NACIONAL AL MÉRITO CIENTÍFICO

En su cuarta versión también tendrá lugar en EXPOCIENCIA 93. El trabajo de un científico colombiano será premiado, esta vez, con la suma de cinco millones (\$5.000.000) de pesos y la publicación de un libro sobre la vida y obra del ganador. GRANAHORRAR y la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia A.C.A.C. con-

vocan a los aspirantes para que se inscriban. La fecha límite se cumple el 27 de agosto de 1993. Podrán participar candidatos presentados por organismos nacionales e internacionales vinculados al fomento de la ciencia y la tecnología, por academias científicas y tecnológicas e institutos y centros de investigación.

EXPOCALIDAD

En el marco de EXPOCIENCIA 93 tendrá lugar EXPOCALIDAD, en donde se reunirán empresas interesadas en demostrar cómo "la filosofía de la calidad" es un elemento fundamental en cualquier proceso de producción. La necesidad de la excelencia en los productos colombianos para competir con los extranjeros es una de las principales metas que persigue EXPOCALIDAD.

MUESTRA DE TRABAJOS DE GRADO DE INGENIERÍA

De otro lado, la Muestra de los Mejores Trabajos de Grado en Ingeniería, organizada por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, y la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, A.C.A.C., exhibirá los mejores trabajos de grado desarrollados en las 66 facultades y 200 programas de ingeniería del país. Esta Muestra constituye un importante estímulo para que diferentes proyectos puedan ser vendidos a particulares o se conviertan en base para la creación de nuevas empresas.



Premio Nacional a la Innovación Tecnológica Empresarial

Categoría: Gran Empresa

TRANSEJES

Control de Calidad Total: verdades e ilusiones

Introducción

A partir de 1987, Transejes, una de las doce empresas merecedoras al Premio Nacional a la Innovación Tecnológica Empresarial por sus valiosos aportes al progreso de nuestro país, comenzó a darle cuerpo a una relativa vieja idea de establecer un sistema de control de calidad total. Transejes llevó a cabo el ejercicio de planificación estratégica; estableció equipos de trabajo compuestos por personal de distintos niveles y funciones, para atacar problemas relacionados principalmente con productividad. Además, creó el

llamado "Plan Excelencia", con el fin de capitalizar las sugerencias individuales o de grupos.

Decidimos fijar como prioridad para el uso de nuestros recursos, el control de la fábrica, entendido como control de la suma de todas las acciones y actividades requeridas para tener dominio y manejo absoluto de todo aquello que es humanamente posible manejar sin dejar nada al azar.

Administración efectiva

A partir de mediados de 1992 Transejes delegó la administración de la operación de fábrica a una única gerencia que aglutinó las siguientes funciones: diseño del producto (llamado internamente ingeniería de información del producto); diseño del proceso (denominado internamente ingeniería de información del proceso); control de calidad de procesos y equipos, ingeniería industrial, producción, mantenimiento, dispositivos y herramientas (llamado internamente coordinación de procesos). Este fue el primer paso para poner en práctica los principios y postulados de la administración efectiva, hasta conseguir su dominio.

El área de fábrica (o planta), para efectos prácticos y didácticos, se concibe en dos grandes subáreas a saber: la subárea de ejecución o fabricación propiamente dicha y la subárea de planeación y desarrollo del producto.

Una vez conseguida la aprobación del cliente, concurren básicamente las funciones de ingeniería del producto, ingeniería del proceso, control de calidad y producción.

Transejes creó además los siguientes comités:

1. Comité de Fábrica
2. Comité Nuevos Desarrollos

3. Comité Secuencia de Producción

4. Comités de Atención Reclamos al Cliente

Desde el punto de vista de la calidad, cantidad y costo, las cifras muestran que la tasa de rechazos, retrabajos, selección y desviaciones de la ingeniería ha venido mostrando un 95% de cumplimiento con relación a las metas trazadas.

Sin embargo, hay que resaltar que el objetivo básico es el control del proceso a través del control de la puesta a punto de cada máquina y de la implantación de la normalización del proceso por el mismo operario. Este objetivo básico nos conduce a tener productos de calidad. La cantidad, la productividad y los costos representan el objetivo superior, consecuencia del objetivo básico.

Igualmente, el manejo que Transejes le está dando al desarrollo de nuevos productos tiene como objetivo básico el control de dicho proceso en sus distintas etapas, desde el estudio de factibilidad preliminar pasando por el diseño del producto, el proceso, etc., hasta el suministro al cliente y su aprobación. El resultado conseguido se traduce en reducción de costos, una mejor calidad y estabilidad en cuanto a la cantidad de piezas producidas, siendo este último el objetivo superior.

Consecuente también con los conceptos básicos del Control de Calidad Total, los operarios mismos efectúan la inspección final, mientras que la sección de control de calidad hace la auditoría para asegurar el cumplimiento de los procedimientos. Por su parte, la sección de materiales hace la inspección de recibo.

A finales del año anterior, con base en una nueva disposición ("layout") definida previamente,

Transejes reubicó la maquinaria existente e inició el montaje de la maquinaria del Proyecto de Juntas Homocinéticas Lado Caja, conocido por todos internamente como proyecto GI.

Perspectivas futuras

Una vez cumplidas las etapas de planeación y de análisis prevemos continuar con las etapas de acción, verificación, estandarización y conclusiones, con miras a tener implantadas totalmente la puesta a punto y las cartas de control de calidad de los procesos a más tardar el 30 de junio de 1993.

Luego procederemos a optimizar parámetros en las operaciones críticas de las líneas de exportación inicialmente, mediante el diseño de experimentos haciendo uso del método TAGUCHI.

En el 93 también nos hemos dedicado a hacer estudios de capacidad de máquinas, a actualizar la información requerida para la operación, que es el "know how" de la compañía, a realizar los análisis de los modos y efectos de fallas potenciales, a solucionar problemas de mantenimiento para evitar futuras reparaciones del equipo, y a llevar a cabo la labor educativa con el personal.

Dentro de nuestros propósitos destacamos el arranque productivo de la maquinaria GI a partir de mayo de este año, el funcionamiento cotidiano de los comités mencionados, el cumplimiento de los compromisos adquiridos en cuanto a entregas de producción, y el desarrollo de nuevos productos.

Conclusiones

Para empresas del sector industrial, es fundamental poner

toda la atención en el corazón o fuente de la calidad, que no es otra cosa que el proceso productivo, ya que allí es donde se define el producto con la buena (o mala) calidad intrínseca que le llega al cliente.

Naturalmente, las labores rutinarias y obligatorias del sistema continúan y no pueden ser descuidadas. Al iniciar el establecimiento de un sistema de control de calidad total cada empresa deberá establecer su propio sistema. La empresa, como el ser humano, es un individuo.

La llegada a este punto no ha sido abrupta, ni producto del azar o de una iluminación. Ha sido más bien el resultado (no final, naturalmente) del proceso en el que hemos estado inmersos en los últimos cinco años.



Industria de Ejes y Transmisiones S.A. - Transejes

Industria de Ejes y Transmisiones S.A. - Transejes es una organización dedicada al desarrollo y comercialización de la transmisión y transformación de potencia principalmente en el sector automotor.

Fundada en 1972, está localizada en la zona industrial de Girón, municipio anexo a la ciudad de Bucaramanga, y abarca tres segmentos principales del mercado: equipo original, exportaciones y reposición; y cuenta con 495 empleados que operan siete líneas básicas de mecanizado y tres líneas de ensamble.

La empresa inició operaciones ensamblando ejes diferenciales para las plantas ensambladoras y comercializando repuestos y ejes cardánicos. En 1975 comenzó el proceso de integración del producto con el montaje de las

líneas de mecanizado de tubos y de semiejes. Durante 1976 se instaló la línea de mecanizado del casco de eje diferencial. En 1977 continuó el proceso de integración nacional con base en el desarrollo de componentes menores del eje producidos por diferentes proveedores locales y se logró un fuerte impulso a las exportaciones habiéndose ampliado el mercado para vehículos norteamericanos.

En 1980 las condiciones adversas de la industria automotriz a nivel mundial se reflejaron en la operación de Transejes. Sin embargo, con el fin de contrarrestar la caída en la demanda y de actualizar los productos a los últimos desarrollos tecnológicos, se inició la venta de ejes homocinéticos a las plantas ensambladoras.

A comienzos de 1981 se montó la línea de mecanizado de yugos de acople y se instalaron las líneas de ejes cardánicos, de mecanizado de semiejes medianos y pesados, y de ejes homocinéticos. En 1982 Transejes inició el suministro de ejes para diversos vehículos: Chevette, Isuzu, Luv y Mazda.

En 1984 la empresa se vio altamente favorecida con la restricción de importaciones de vehículos armados, logrando consolidar el mercado de ejes homocinéticos. Adicionalmente las exportaciones se reactivaron con lo que mejoró el balance de los tres segmentos del mercado: equipo original, exportaciones y reposición.

En 1986 se hicieron cambios importantes en el sistema de producción al implementar el

CONFIABILIDAD PARA SU DESARROLLO EN BIOTECNOLOGIA



ARC quimicos Ltda.

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.



concepto celular en las líneas de portaengranajes, cardanes, juntas homocinéticas, tubos y semiejes, consiguiendo mejoras notables en aprovechamiento de espacios e inventarios, en beneficio de la productividad y eficiencia.

En los años 1987 y 1988 la empresa obtiene excelentes resultados. Transejes alcanza la operación récord. Durante 1989 se llevan a cabo programas de tipo organizacional con el fin de llevar a la empresa a un nivel de competitividad internacional y liderazgo interno que le permitan afrontar los retos que el nuevo ordenamiento económico nacional presenta. De esta manera se desarrolló exitosamente el Programa de Planeación Estratégica, con la

aplicación de la filosofía de **Calidad Total** descrita en el artículo.

Transejes ha tenido un crecimiento acelerado durante los últimos años, en los cuales pasó de ser una empresa con una planta local en Bucaramanga a un grupo de nuevas empresas que surgen en el panorama nacional:

Transcar, en Ibagué, empresa especializada en la producción de cardanes de transmisión de potencia para aplicaciones industriales, automotrices y agrícolas; **Transejes - Partes para Motor**, en Medellín, empresa dedicada a la fabricación de partes mecanizadas de alta precisión para motor; **Transmotor**, en Ibagué, la cual concentra la distribución comer-

cial de productos y componentes para la transmisión de potencia, y **Repsa**, en Santafé de Bogotá, representante comercial exclusiva en Colombia de Dana World Trade.

Actualmente Transejes es un grupo de empresas privadas que tiene como misión ser fabricante y comercializadora de partes y conjuntos en el campo de la generación y transmisión de potencia.

Transejes busca ser una empresa de categoría mundial, la mejor de su género en Colombia, para competir integralmente en el mercado global.

Cumplir esta visión del futuro es una meta de todos para antes del año 2000.



Novedades editoriales

CONDICIONES DE TRABAJO EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA



ESTRATEGIAS EMPRESARIALES Y DIFERENCIACION OBRERA

**ANITA WEISS DE BELALCAZAR
WIGBERTO CASTAÑEDA H.**
Universidad Nacional de Colombia
Departamento de Sociología
Segunda edición, 1992

La empresa "Colpartes", analizada en este estudio, nació como una pequeña empresa y durante gran parte de su existencia estuvo bajo una dirección tradicional y paternalista que imprimió su sello a la relación entre trabajadores y empresa. La introducción de máquinas de control numérico, el aumento del número de trabajadores, el ingreso masivo de ingenieros y la transformación de lo que fuera una empresa modesta en cabeza de un poderoso grupo industrial produjeron profundos cambios en el estilo de dirección, la organización del trabajo y las relaciones industriales, a la vez que estimularon procesos de transformación en la composición social y cultural de los trabajadores.

Este estudio nos acerca a problemas cruciales de las tendencias empresariales y la identidad obrera en Colombia.

COOPERACION INTERNACIONAL: COLOMBIA Y LA COMUNIDAD EUROPEA

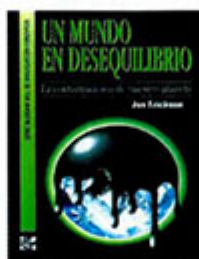
MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL Oficina de Relaciones Internacionales

Durante los años ochenta se iniciaron transformaciones trascendentales en el contexto internacional, de las cuales una que tiene singular importancia es el denominado proyecto Europa 92.

La consolidación de este proceso tendrá importantes repercusiones, no sólo para los países comunitarios, sino también para el resto de naciones que mantienen vínculos con la Comunidad.

De hecho, algunos analistas consideran que el crecimiento de los países comunitarios se extenderá al resto del mundo mediante un mayor dinamismo del comercio internacional. Se hace entonces necesario desplegar importantes esfuerzos que permitan conocer y difundir estos acontecimientos.

UN MUNDO EN DESEQUILIBRIO La contaminación de nuestro planeta



JON ERICKSON
Serie McGraw-Hill
de Divulgación Científica

Este libro nos plantea el grave riesgo que supone la contaminación a escala global de nuestro planeta. El desarrollo económico mundial está alterando las pautas de uso del agua en la Tierra. La destrucción mundial de los bosques y de los hábitats naturales, la extracción a gran escala de los combustibles fósiles, el extendido uso de productos químicos en la industria y en la agricultura están alterando los ciclos nutrientes básicos de la biosfera.

CIENCIA Y PERIODISMO



MANUEL CALVO HERNANDO
CEFI - Centro de Estudios para el Fomento de la Investigación. Barcelona (España)

Manuel Calvo Hernando, periodista científico y fundador de la Asociación Española de Periodismo Científico, de la que es su presidente, comparte con el lector experiencias y anhelos de toda una vida dedicada a la tarea de, como él mismo señala en uno de los apartados de este libro, "divulgar la información científica y tecnológica, de interpretar la significación de los descubrimientos, de servir de agente de control social para que las decisiones políticas no se tomen sin tener en cuenta los hechos científicos".

EINSTEIN El hombre y su obra

JEREMY BERNSTEIN
Serie McGraw-Hill de Divulgación Científica

En esta biografía el autor quiere transmitirnos la gran contribución de Einstein a la ciencia y al pensamiento moderno. El libro está estructurado a través de los tres grandes pilares de sus investigaciones, como son la relatividad especial, la relatividad general y la gravitación, y, por último, la teoría cuántica.

AMERICA LATINA: SUBDESARROLLO Y COLONIALISMO TECNOLÓGICO

AMERICA LATINA:
SUBDESARROLLO Y
COLONIALISMO
TECNOLÓGICO

ELSA BEATRIZ ACEVEDO PINEDA
Editorial Gente Nueva
Santafé de Bogotá, D.C. 1992

En nuestro siglo, y más exactamente en su segunda mitad, han cambiado radicalmente las condiciones de vida y de trabajo de la humanidad. A este conjunto de fenómenos que transformará y transforma hoy la vida material y espiritual del hombre se le denomina Revolución Científico-Técnica.

El progreso científico-técnico está ligado al mismo progreso del hombre y de la humanidad, y en ningún momento presenta un paso atrás en su proceso evolutivo. Lamentablemente, hay que reconocer que el hombre creador y núcleo central de la RCT ha utilizado la misma en su contra, para su enriquecimiento y manipulación política. Ante esto, bien vale la pena preguntarnos ¿cuál es el futuro que le espera al género humano cuando la ciencia y la tecnología son utilizadas en su contra? Responder a éste y a muchos otros interrogantes constituye el objetivo del presente libro.

LOS SISTEMAS DE INFORMACION, UN INSTRUMENTO PARA EL DESARROLLO

MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL
Oficina de Relaciones Internacionales
Santafé de Bogotá, D.C., enero de 1993

El objeto del estudio es identificar fuentes de información que apoyen la ejecución de planes, programas y proyectos de desarrollo, de carácter público o privado, logrando un máximo aprovechamiento de los recursos existentes.

Se identifican 50 sistemas de información que se describen en el documento, organizados en cuatro grupos así: 14 unidades de información de los ministerios conforman la primera parte. La segunda es una muestra de 16 sistemas de información colombianos o con sede en el país. La tercera parte describe 17 sistemas de información de la Organización de las Naciones Unidas, y la cuarta y última parte explica en detalle los sistemas de correo electrónico: BITNET y CGNET.

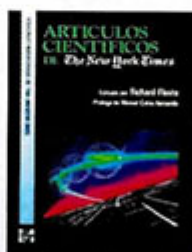
WORLDWIDE SCIENCE AND TECHNOLOGY ADVICE



To the Highest levels of Governments
Editado por **WILLIAM T. GOLDEN**
Pergamon Press, New York, 1991

Los autores discuten en este libro acerca de los organismos que proveen consejería en ciencia y tecnología a los gobiernos de 35 países, incluyendo los más importantes del mundo y algunos comunistas y en vía de desarrollo. Los artículos tratan sobre el funcionamiento de estas instituciones, así como sobre su estructura formal. Cada autor describe los organismos de consejería en ciencia y tecnología en su país de origen y opina acerca de su eficacia y de cómo influyen en la formulación de políticas y planes de acción referentes al sector.

ARTICULOS CIENTIFICOS DE THE NEW YORK TIMES



Editado por **RICHARD FLASTE**
Prólogo de **MANUEL CALVO HERNANDO**
Serie McGraw-Hill de Divulgación Científica

Este libro pone a nuestro alcance los comentarios, temas y curiosidades científicas que semanalmente han ido apareciendo en la sección *Science Times* desde el año 1987 a 1990. En sus siete apartados generales se abordan temas relacionados con la cosmología, nuestros orígenes, el comportamiento humano, la salud, el medio ambiente, los avances de la tecnología, curiosidades.

CUSIANA - PETROLEO DE LA NACION

EDUARDO CHAVEZ LOPEZ
Santafé de Bogotá, D.C.

En Cusiana y en un centenar de regiones más, intereses particulares le disputan a la Nación su propiedad sobre el subsuelo petrolífero. El presente libro expone la historia fundamento del proyecto de ley que resolverá definitivamente en favor de la Nación la propiedad del subsuelo petrolífero de Cusiana.

Novedades en software y equipos

Nuevos adelantos en telecomunicaciones

El manejo ágil y fácil de la información es ahora una realidad con los portátiles Macintosh.

Así como en la década de los ochenta la computación personal causó la gran revolución en la industria de la electrónica y la informática, en estos años noventa es cada vez más grande la importancia de la computación interpersonal, en grupos de trabajo y en particular, una modalidad de computación que ha sido posible gracias a la miniaturización de computadoras.

Sin embargo, es muy grande el desafío que ofrece a los fabricantes el hecho de que estos usuarios móviles con computadores portátiles requieran estar en contacto con la información tal como si estuviesen en su escritorio. Muchos de los fabricantes de computadores ofrecen tarjetas externas de fax o de modem que permiten a los notebooks establecer comunicaciones. Sin embargo, la mayoría de estas soluciones distan mucho de ser totalmente transparentes para el usuario, es decir, el usuario tiene una gran limitación en cuanto a los servicios de red que tiene disponibles cuando está lejos de su oficina.

Los PowerBooks de Apple son máquinas diseñadas desde su concepción básica con el usuario móvil en mente. Es por eso que traen incorporado un fax/modem dentro de la máquina, que les permite comunicarse con cualquier máquina de fax o con cualquier servicio de información a

través de modem. Sin embargo, el real poder se manifiesta con AppleTalk Remote Access, el software que acompaña cada PowerBook. Con él, es posible establecer una conexión entre el computador portátil y una red de oficina, de tal forma que el usuario remoto queda comunicado exactamente como lo estaría si su máquina estuviera conectada al cable físico en la oficina. Todos los servicios de archivos, de impresión, acceso a bases de datos, comunicación con minis y mainframes o en general, cualquier servicio de red, se continúan accediendo de la misma forma en que se acceden en la oficina, sin utilizar ningún software o hardware adicional y sin necesidad de aprender ningún procedimiento adicional.

Ya sea que la red tenga servicios en LocalTalk, Ethernet, Token Ring, X.25, SNA o TCP/IP, AppleTalk Remote Access permite establecer la conexión. Esto combinado con los avances que se están realizando en cuanto a comunicaciones inalámbricas, tales como telefonía celular, redes de área local basadas en tecnologías infrarrojas o de radio, sistemas de pager, etc., hace ver cada vez más como una realidad el "cliente universal", es decir, el usuario de red que sin importar si se encuentra en su oficina, en un vehículo, en otro edificio o

En estos años noventa es cada vez más grande la importancia de la computación interpersonal.

aun en otra ciudad, puede permanecer en contacto con toda su información al instante.

Hoy en día, sin ir más lejos, existen productos que aprovechan el cubrimiento de los populares "beepers" para hacer llegar correo electrónico al usuario de un PowerBook sin necesidad de estar conectado a ningún teléfono o red. Otra

de las tecnologías que Apple está incorporando a su sistema operacional es la de "agentes" interactivos e inteligentes, que residen en la oficina y que permanentemente están obteniendo información de servicios tales como estado de acciones, información bancaria, etc.

Las redes satelitales y servicios de valor agregado

Grandes cambios vienen ocurriendo en los campos tecnológicos y de los negocios, exigiendo que las empresas se adapten rápidamente a las exigencias del mercado. COMWARE es el primer **Integrador de Sistemas de Computación a Nivel Nacional** que ha entendido la necesidad de proveer soluciones totales e integrales a sus clientes, disponiendo para ello de los mejores recursos físicos y humanos en el diseño y presentación de sus soluciones.

Actualmente se vive un ambiente de internacionalización de los mercados, en donde se imponen las organi-

zaciones que ofrecen mejores servicios y productos en la forma más eficiente posible. La comunicación ha venido desempeñando un papel fundamental en la operación de muchas compañías, en particular en empresas donde la prontitud, cubrimiento y exactitud de las operaciones efectuadas con sus clientes sean la razón fundamental de su negocio.

Las comunicaciones vienen registrando avances importantes en su desarrollo tecnológico, apoyado fundamentalmente en la necesidad de ofrecer servicios mucho más amplios y completos. Hoy por hoy vienen alcanzando un alto nivel de implantación los servicios digitales para la transmisión de voz, datos y video. En la actualidad, un usuario requiere disponer de los servicios mencionados en cada uno de los puntos donde cuenta con una oficina para poder reaccionar oportuna y eficientemente a las exigencias de su negocio.

Para alcanzar la comunicación entre dos o más puntos cualesquiera, portando los servicios de voz, fax, datos y video, se dispone de tecnologías diferentes, de las cuales la de mayor auge hoy en día es la tecnología satelital.

Su difusión es el resultado de contar con una serie de ventajas sobre otras tecnologías que la hacen mucho más ajustada a las necesidades de las organizaciones modernas, en particular su elevado UPTIME o tiempo de operación, que se estima del 99.99% de disponibilidad, su independencia de la distancia, puesto que una solución satelital conecta puntos remotos más fácilmente que cualquier otro tipo de tecnologías, y su flexibilidad para administrar la red conforme las necesidades de servicios requeridos.

Con el advenimiento de las redes satelitales se han venido creando una serie de compañías especializadas en suministrar estaciones terrenas con un elevado nivel de crecimiento. VITACOM es una de estas compañías que, fundadas en Estados Unidos, ha ingresado con mayor fuerza en el mercado latinoamericano. La relación

de usuarios en este mercado, entre los cuales se cuentan universidades, empresas de comunicaciones, industrias y el sector financiero dan una idea exacta de como aplicar la solución satelital para todo tipo de negocio y el apoyo que presta para que efectivamente las organizaciones sean más productivas y eficientes.

El éxito de las soluciones satelitales va asociado directamente con los resultados alcanzados por la solución respecto a las expectativas de los clientes, las cuales usualmente se dirigen a disponer de un medio que les permita, además de contar con la solución, ajustarla siempre a las necesidades nuevas y cambiantes de su negocio; es fundamental disponer entonces de un administrador de red ágil y confiable que se ajuste a los requerimientos del cliente, incluso previendo con anticipación las posibles fallas del sistema y disponiendo de los recursos redundantes en forma automática.

El administrador de la red de VITACOM permite alcanzar los objetivos citados en virtud de ser totalmente centralizado y disponer de un canal de servicios que reporta cuáles son las alarmas que se están registrando en todas las estaciones terrenas que componen la red, indicando los parámetros que están saliéndose de sus valores permitidos. A su vez permite redefinir cualquier parte de la red desde un punto central, de forma tal que el establecer un servicio a un punto remoto puede alcanzarse justo en el momento en que requiera y por el tiempo necesario.

A través de la red satelital se prestan servicios de transmisión de voz, fax y video, los cuales se reúnen en un único medio de salida a través de un multiplexor. La función del multiplexor es entonces tomar varios

servicios del usuario final como son una conversación telefónica, un facsímil, una transferencia de archivos o una videoconferencia, unirlos en un único canal o salida y enviarlos a través de un sistema de transmisión, cuyo punto final tiene otro multiplexor con función justamente inversa para entregar los servicios inicialmente reunidos y distribuirlos a cada uno de los usuarios destina-

rios. Disponer de un multiplexor flexible, o en otras palabras, de un administrador de datos inteligente de ancho de banda que optimice la utilización de la salida o canal con el mayor número de servicios de usuario ha permitido que NEWBRIDGE sea hoy líder mundial es este tipo de tecnología.

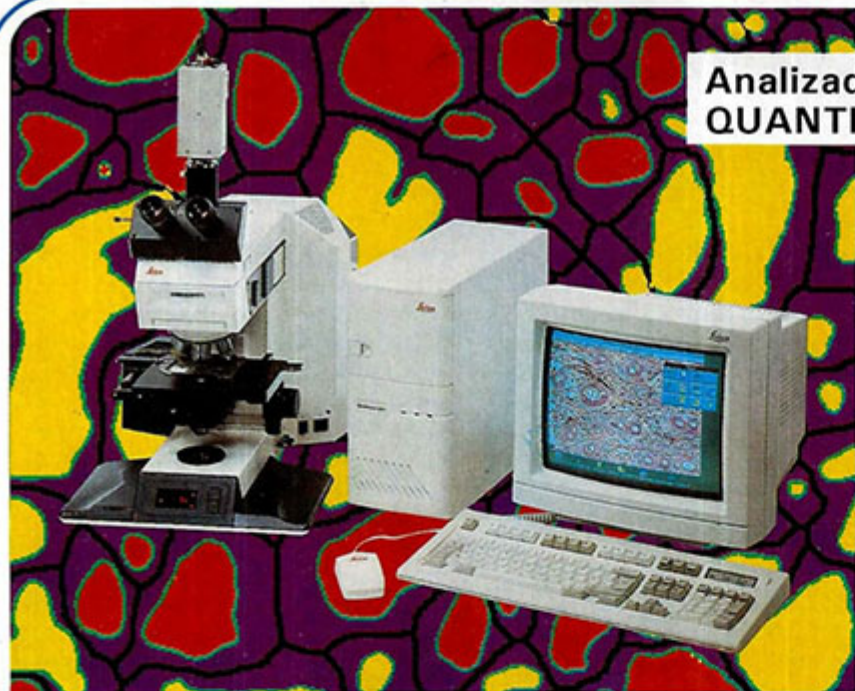
El éxito de las empresas telefónicas en responder a las necesidades de sus clientes depende fundamentalmente de su capacidad tecnológica para cambiar o ampliar

sus servicios y por eso muchas compañías a nivel mundial han decidido unirse al líder de los multiplexores inteligentes NEWBRIDGE.

La solución satelital NEWBRIDGE cumple la función de unir los diferentes servicios que van por las estaciones terrenas a operar en el punto destino, flexibilizando la red a las necesidades propias de la organización y permitiendo que desde un punto central se disponga de un control total de la red y sus servicios.

Así como en el caso de VITACOM con su software de administración, desde el mismo punto se pueden administrar todos los recursos de los multiplexores a través del software de administración de NEWBRIDGE, permitiendo configurar servicios en el momento que se requieran y haciendo la operación y el control de la red factible a través de un punto central.

**Hoy por hoy
vienen alcanzando
un alto nivel de
implantación los
servicios digitales
para la transmisión
de voz, datos
y video.**



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

INSTRUMENTOS PARA CIENCIA Y TECNICA

AROTEC

*Un paso adelante en
Ciencia y Tecnología*

*Suscríbase al mejor
aliado de sus estudios e
investigaciones*

Innovación 
y **Ciencia** 

*Todo lo que usted quería
saber para estar
adelante*



Adpostal

*Cuenta con nosotros
Hay que creer en los
Correos de Colombia*

ASOCIACION COLOMBIANA PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA



23 AÑOS TRABAJANDO POR EL PROGRESO DE COLOMBIA

ACTIVIDADES

- ◆ **Contribución al establecimiento de la legislación en ciencia y tecnología**
 - Ley 29 y decretos reglamentarios
 - Nueva Constitución Nacional
 - Sistema de estímulos a los investigadores

- ◆ **Servicios a la comunidad científica y tecnológica:**
 - **Divulgación e información**
 - . Boletín Informativo
 - . Revista Innovación y Ciencia
 - . Libros sobre Ciencia y Tecnología
 - **Administración de proyectos**

- ◆ **Actividades científicas juveniles**
 - **Expociencia Juvenil:** Feria de la creatividad
 - **Encuentro con el futuro:** Conferencias sabatinas para estudiantes y profesores
 - Estímulos a la creación de clubes de ciencia y creatividad

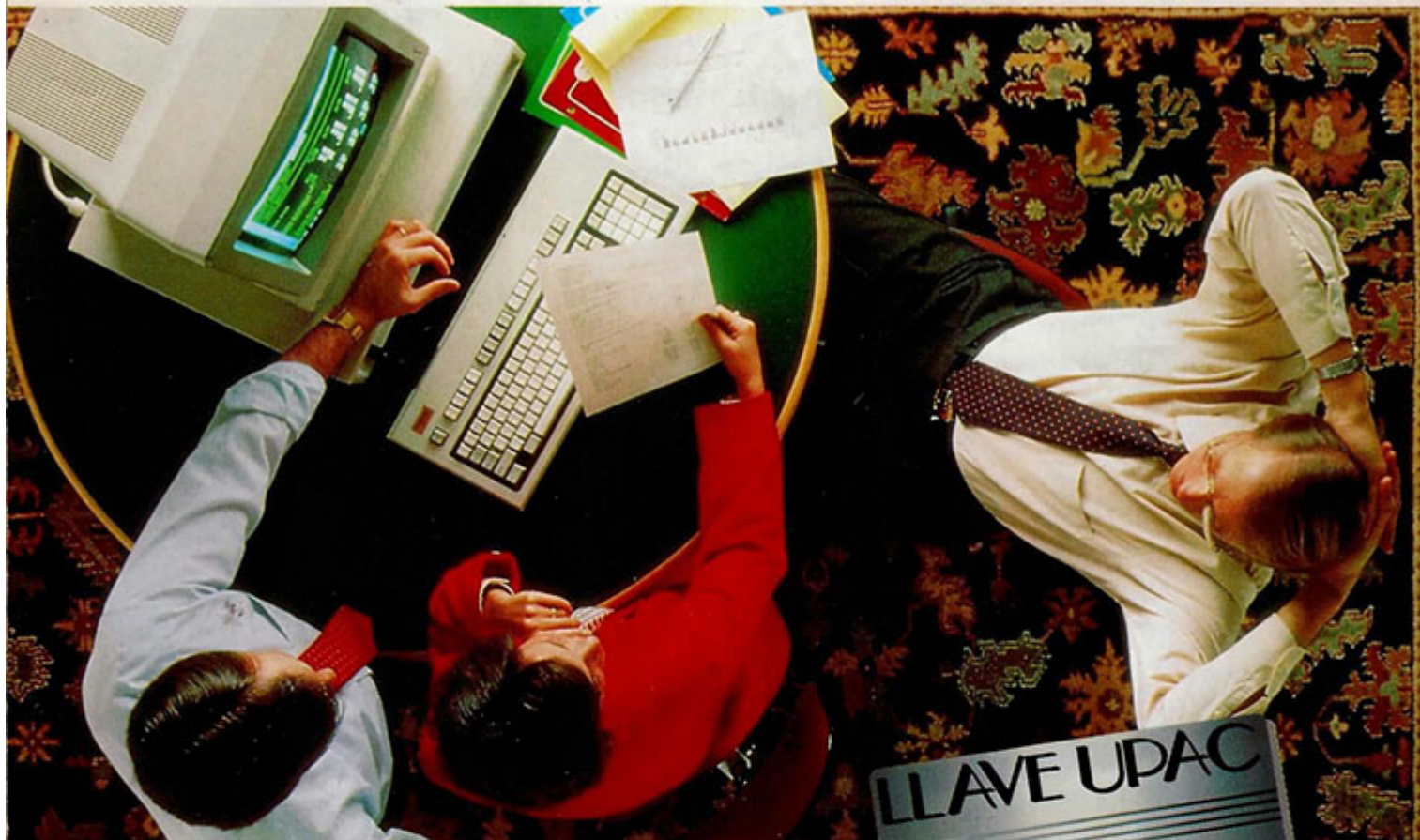
- ◆ **Convención Científica Nacional:** Encuentro Interdisciplinario sobre temas trascendentales en ciencia y tecnología

- ◆ **Expociencia:** Feria internacional de la ciencia y las innovaciones tecnológicas

- ◆ **Estímulos a los avances en ciencia y tecnología**
 - Premio Nacional al Mérito Científico
 - Premio Nacional a la Innovación Tecnológica Empresarial

- ◆ **Fomento de programas y proyectos científicos**
 - El programa Interciencia de Recursos Biológicos Nuevos o Subutilizados, PIRB
 - Centro Nacional de Ciencia y Tecnología

Un excelente ejecutivo sabe que la tecnología lo hace líder en segundos



¡ Optimice su tiempo !

- 608 cajeros automáticos de las principales redes, a su servicio las 24 horas.
- Pago de servicios, consulta de saldo, giros y retiros en cajeros automáticos.
- Compras sin necesidad de efectivo en más de 2.500 almacenes y supermercados afiliados a Redeban y Red Multicolor.

Avance con la tecnología líder. Abra su cuenta en Granahorrar y obtenga acceso inmediato a su tarjeta Llave Upac.



RED LLAVE UPAC

REDEBAN

servibanca

RED MULTICOLOR

ATH

LLAVEBANOS

Tarjeta Llave Upac, su llave maestra.



Granahorrar

Tecnología Líder

ViaSatélite