



Innovación y Ciencia

Volumen XIV • Nº 1 • 2007 • Tarifa postal reducida 194 • Colombia \$12.000

400 años del Telescopio

Escorpione

Inteligencia Artificial

Biocombustible

Derechos Humanos



[*áce-áce*]

Es una entidad sin ánimo de lucro,
fundada el 9 de octubre de 1970,
que trabaja por el fomento de la
Ciencia y la Tecnología como base
del desarrollo social.

ACAC desarrolla diversos programas
cuyos fines son

integrar a la comunidad científica
y reforzar su compromiso con el

estudio de los problemas del país,

difundir el conocimiento científico,
promover y apoyar la

investigación Científica y Tecnológica

e impulsar programas de apropiación social

de Ciencia y tecnología.

Correo electrónico acac@acac.org.co

www.acac.org.co



VOLUMEN XIV N° 1

JUNTA DIRECTIVA ACAC

Eduardo Posada Flórez

Rubén Ardila

Guillermo Hoyos V.

Carlos Corredor P.

Marcelo Riveros R.

Édgar Alberto Páez

Horacio Torres S.

Raúl Joya O.

Helena Groot

Walter Ocampo

CIDEIM • Francisco Miranda

MALOKA • Nohora Elizabeth Hoyos

ACCEFYN • Jaime Rodríguez

PRESIDENTE

Eduardo Posada Flórez

DIRECTORA EJECUTIVA

Carmen H. Carvajal López

EDITOR

Eduardo Posada Flórez

EDITOR CIENTÍFICO

Diego Andrés Rosselli Cock

COORDINACIÓN EDITORIAL

Lorena Ruiz Serna

COMITÉ EDITORIAL

Carlos Corredor

Guillermo Hoyos

Paulo César Narváez

Diego Andrés Rosselli Cock

CONSEJO EDITORIAL INTERNACIONAL

León Lederman

Isabel Llano

Rodolfo Llinás

PRODUCCIÓN Y DISEÑO

Editorial El Malpensante S.A.

ASISTENTE COORDINACIÓN EDITORIAL

Marisol González

FOTOGRAFÍA

Autores

IMPRESIÓN

Panamericana Formas e Impresos S.A.



CARÁTULA

Face4studio

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

DERECHOS RESERVADOS

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización expresa del Comité Editorial. La publicación no es responsable legal del contenido de la publicidad de cada edición. Los conceptos expresados en los artículos no reflejan necesariamente la opinión de los editores.

Resolución Ministerio de Gobierno N° 5447 del 9 de octubre de 1992

ISSN 0121-5140

Tarifa postal reducida N° 2007-194 de Servicios Postales Nacionales

Vence: diciembre 31 de 2007

ACAC: Cra. 50 N° 27-70, Unidad Camilo Torres, Bloque C, Módulo 3

Telefonos: 3150734 – 3155900 • Fax: 2216950

Email: innovacionyciencia@acac.org.co

Bogotá, D.C., Colombia

Precio venta al público: \$ 12.000

Suscripción (4 números al año): \$ 45.000

● editorial

6

▲ vistazos

8

■ notas breves

Divulgar o patentar... he ahí el dilema

Marcela Ramírez

12

2006: un buen año para la investigación en salud en Colombia

Diego Rosselli

16



● astronomía

La historia del telescopio

Germán Puerta

20

El telescopio es la herramienta básica y fundamental de la astronomía moderna, y su origen, al parecer, se remonta varios siglos atrás. El año 2009 fue declarado por Naciones Unidas como el Año Internacional de la Astronomía, un homenaje a los 400 años del telescopio de Galileo Galilei.



▲ biología

Los escorpiones: organismos relictuales, enigmáticos y poco conocidos en Colombia

Eduardo Flórez

26

Los escorpiones o "alacranes" conforman un grupo ancestral, conocido comúnmente por su peligrosidad debido a la acción de las toxinas de su veneno. Sin embargo, menos del 2% de las especies conocidas son potencialmente peligrosas para el ser humano. Muchas particularidades de su morfología, biología y comportamiento son únicas dentro del reino animal, por lo cual su conocimiento resulta provechoso en varios campos de la ciencia actual. Indudablemente el abordaje de su estudio resulta imprescindible para una mejor comprensión de este grupo que en Colombia apenas comienza a ser estudiado.



■ ciencias sociales

Recuperación de la memoria histórica para las violaciones de los derechos humanos

Omar Huertas Díaz

34

En este artículo se presentan reflexiones encaminadas a describir el concepto de "recuperación de la memoria histórica" en las violaciones a los derechos, junto con los componentes constitutivos del mismo, teniendo como objetivo principal, aportar elementos que contribuyan a la adopción de medidas de no repetición, evitando así la ignorancia y el olvido por los Derechos del Hombre, como bien lo señalara el texto de



Sumario

Innovación y Ciencia • Volumen XIV • N° 1 • 2007

● química

La tercera vía en biocombustibles: imitar a la naturaleza

Alejandro Castro

40



Emular a la naturaleza parece ser la vía más realista para obtener combustibles. Así como durante millones de años los residuos orgánicos se fosilizaron y se transformaron en petróleo, carbones y gas natural, es posible repetir este proceso natural si se someten estos mismos residuos [biomasa] a altas temperaturas y presiones en presencia de agua. Por encima del punto de ebullición normal, el agua manifiesta propiedades poco conocidas en el medio común y transforma la "biomasa" [materia orgánica] en aceites, carbones y gases. Este artículo proporciona un acercamiento al interior de este proceso, su historia, porvenir y las propiedades del agua que hacen posible la transformación de la biomasa hacia biocombustibles en muy corto tiempo, como, por ejemplo, 15 minutos, mediante un procedimiento que los científicos han denominado "la conversión hidrotérmica".

▲ medio ambiente

Eco-innovación: de la producción limpia al consumo sustentable

Alejandro Boada

52



Una fuerte tendencia surgió en los años noventa: se buscaba mejorar los procesos productivos, haciéndolos más eficientes en el uso de los recursos, a la vez que se disminuía su impacto ambiental. A finales del siglo xx surge la ecoeficiencia y la "producción más limpia", como respuesta de los empresarios para mejorar productos, poner en marcha procesos de producción menos contaminantes y ofrecer servicios menos agresivos con el medio ambiente. Hoy en día la gestión ambiental considera el producto como una emisión al ecosistema.

■ ingeniería

La inteligencia humana en la inteligencia artificial

Hernando Ramírez

60



La idea de alcanzar, o incluso superar, la inteligencia humana ha sido una de las metas centrales de la inteligencia artificial. Esa aspiración, que siempre se vio como muy lejana, atraviesa hoy por un momento crucial dado que se está tratando de integrar no sólo múltiples saberes computacionales sino los enfoques de otras disciplinas que, como las neurociencias o la psicología, estudian la inteligencia humana.

● sitios web

66

▲ novedades editoriales

Exportación de tecnología colombiana

En los últimos tiempos, a raíz de los procesos de negociación de varios tratados de libre comercio y, en especial, del TLC con Estados Unidos, se ha empezado a hablar en el país de la necesidad de mejorar la competitividad del sector productivo, con el fin de que pueda afrontar con éxito la mayor competencia que se avecina.

Uno de los ingredientes esenciales para lograr ese resultado es el estímulo de la innovación en las empresas en lo referente a productos y procesos productivos y en lo que atañe a temas organizacionales, comerciales, etcétera. Desafortunadamente, al igual que en la mayoría de los sectores, nuestra tendencia en ese aspecto es mirar hacia afuera, buscando en los países desarrollados la solución a todos nuestros problemas, tanto en lo que tiene que ver con tecnología dura como en lo relacionado con modelos económicos, políticos, de gestión, etcétera.

No olvidemos, sin embargo, que para saber comprar bien, el país que compra debe tener gente tan capacitada y, lo que es más importante, tan actualizada como la que generó la tecnología en el país que vende. Sobra decir que la única manera de alcanzar el nivel requerido de actualización y de estar en la punta del conocimiento es participar en su creación, desarrollando una capacidad propia para hacer investigación y desarrollo. La idea muy generalizada de que es más económico comprar la tecnología que invertir en crear la bases para producirla o adaptarla no tiene en cuenta que la tecnología que se puede adquirir libremente es en la mayoría de los casos obsoleta, poco adaptable a nuestras condiciones y que, al comprarla sin tener la capacidad local de asimilarla, lo único que se logra es crear una mayor dependencia respecto a los proveedores, lo cual, a la larga, resulta mucho más costoso.

Es muy frecuente en ese contexto decir que no se debe inventar lo que ya está inventado, punto muy válido en general pero que en nuestros países se aplica para justificar el que no invirtamos en crear capacidad local de investigación y desarrollo. No se tiene en cuenta que la mayor parte de lo que está inventado ha surgido en los países industrializados y no se aplica de ninguna manera a nuestras condiciones locales.

Una de las primeras cosas que debemos recordar es que nuestro país tiene unas características sociales, económicas, geográficas y climáticas muy particulares, casi únicas en el mundo. Pocas son las naciones del trópico que poseen grandes cadenas montañosas y pisos climáticos tan variados y estables a lo largo del año, lo cual ha favorecido el florecimiento de nuestra extraordinaria diversidad biológica, étnica y cultural.

Esos factores hacen que las tecnologías y los modelos desarrollados para otras naciones no se

Hay, además, muchísimos casos en los que la tecnología no existe y debe ser desarrollada en su totalidad localmente. Algunos ejemplos de esta afirmación son los siguientes:

- El sector agrícola, en el cual nuestras condiciones climáticas hacen indispensable el desarrollo de la tecnología de mejoramiento, siembra, sanidad y poscosecha.
- El procesamiento de productos alimenticios típicos del trópico cuyas características requieren un desarrollo especial.
- Las enfermedades tropicales que, dadas sus características, justifican plenamente investigaciones locales.
- La meteorología y la climatología, dadas las características muy particulares de la zona tropical.
- Los fenómenos de corrosión, tanto biológica como atmosférica, en instalaciones industriales, barcos, etcétera.
- Las telecomunicaciones, ya que una cosa es transmitir datos en regiones esencialmente planas como las de Europa o Estados Unidos y otra, muy distinta, hacerlo a través de las cumbres de los Andes, donde alturas como la del monte Blanco son cosa común.

Debemos convencernos de que se nos presenta una gran oportunidad para desarrollar tecnología adaptada que podamos vender a otros países del trópico y que nos permita, además, exportar con valor agregado los productos de nuestra región a los países industrializados.

El desarrollo de la capacidad de pensar es también la garantía de que, cuando adquiramos productos tecnológicos en el mercado internacional, no caigamos en los errores que por ignorancia se cometen en esos campos y que le cuestan al país sumas ingentes, a veces comparables con lo que le representa el flagelo de la corrupción.

EDUARDO POSADA FLÓREZ

Presidente

CARMEN HELENA CARVAJAL

Directora ejecutiva



Vistazos



● El anamú es una hierba que tradicionalmente se recomienda para personas con leucemia; sin embargo, no existe una explicación científica de su forma de actuar. Investigadores de la Universidad Javeriana tratan de descifrar los componentes antitumorales de esta y otras plantas que crecen como maleza en el país.

INVESTIGACIÓN DE ACTIVIDAD ANTITUMORAL EN HIERBAS TRADICIONALES

Por Carolina Roatta Acevedo, NOTICyT

Tras los secretos de las plantas "milagrosas" contra el cáncer

“Úsela contra el cáncer. Usted toma la hierbita, la lava bien, la hierva en agua y se toma la infusión”. Así explicó Sandra, vendedora de hierbas en la plaza de Paloquemao de Bogotá, la receta para tomar el agua de anamú, que, según el “saber popular”, sirve para curar esta enfermedad. Esta planta, entre otras, es estudiada por el grupo de inmunobiología y biología celular de la Universidad Javeriana para conocer a fondo sus propiedades anticancerígenas.

Los investigadores ya lograron identificar lo que llaman “fracciones”, que podrían definirse como partes muy pequeñas de la planta, divididas gracias a distintos procesos químicos. “Algunas fracciones cuentan con actividad que elimina los tumores, y otras que inhiben

con el fin de establecer la estructura química y analizar cuáles compuestos, solos o combinados, tienen la actividad antitumoral”, explicó Susana Fiorentino, Ph.D en Inmunología Molecular.

La planta anamú (*Petiveria allia-cea*) crece en los potreros de climas cálidos y, según los comercializadores encuestados en el documento *Caracterización del mercado colombiano de plantas medicinales y aromáticas* del Instituto Von Humboldt, es empleada contra el cáncer, principalmente leucemia; la artritis, el reumatismo y la sinusitis, entre otras enfermedades. Sin embargo, su uso excesivo o inadecuado puede provocar problemas intestinales y renales, y no es recomendada para personas con problemas de azúcar, embarazadas, lactantes y niños.

“Buscamos los metabolitos, que son mecanismos de respuesta primarios de las plantas, frente a los efectos del cambio del clima, la polución, los insectos, etcétera. Estos metabolitos pueden activarse en los seres humanos”, agregó Fiorentino. Según la investigadora, dichos metabolitos son capaces de matar las células tumorales o de frenarles el crecimiento y de estimular la respuesta inmune, es decir, todos los elementos que protegen el organismo contra agresiones externas.

Rubén Torrenegra, profesor titular de Química de los Productos Naturales y miembro del grupo de investigación, explica cómo esta disciplina busca conocer las sustancias que produce una planta y generar conocimientos sobre sus potenciales usos en nuevos medicamentos, productos cosméticos, industriales, nutricionales, etcétera.

“Es una cuestión de control y seguimiento. Si yo tengo una sustancia

el contenido de acuerdo con muchos factores como la influencia de las fases de la luna, la época en que se recoge, etcétera. Es más fácil controlar algo cuando se da en una cantidad pesada y dosificada, ya que, por ejemplo, es posible que en el momento de recolección de la planta, ésta no tenga la concentración para actuar como debe hacerlo, y no se obtengan los resultados esperados”, indicó Torrenegra.

“No se trata solamente de obtener esos compuestos y encontrar la concentración óptima, sino de poderle dar un valor agregado a esa planta que tenemos en Colombia, y la cual podríamos usar para nuestros pacientes. La idea es, en un futuro, decirle al agricultor que siembre anamú para comprárselo y nosotros producir los extractos teniendo la validación científica y la confirmación clínica que pensamos trabajar en un mediano plazo”, puntualizó Fiorentino.

¿Medicina tradicional vs. convencional?

El estudio científico de plantas que han sido utilizadas por generaciones, legitimadas por la experiencia y el saber popular, se relaciona con la discusión sobre la relación entre la llamada medicina natural y la medicina occidental, convencional, alopática, científica o tecnológica, a la que todos estamos acostumbrados.

“La medicina tradicional consta de un conocimiento básico que no tiene la ciencia académica y que está sustentado por la experiencia. La idea de este tipo de proyectos es conocer el mecanismo por medio del cual actúa”, indicó Torrenegra.

“Los medicamentos tienen unas



tienen la de frenar la proliferación de las células tumorales. Pero también existen fármacos que tienen la función de activar la respuesta inmune, llamados inmunostimulantes, que normalmente han sido más utilizados en la medicina alternativa, basados en el conocimiento tradicional y que no son de uso común. Cosa que es difícil de entender para un inmunólogo, porque si se matan las células tumorales y paralelamente se estimula el sistema inmune, hay una actividad doble y es más fácil eliminar el tumor, la bacteria o el virus”, explicó Florentino.

No obstante, con esta clase de proyectos, Colombia no se exime de la tendencia mundial de revisar cómo las diferentes medicinas se pueden

complementar. Susana Florentino se refiere como ejemplo al *Ayurveda*, un antiguo arte de curar que se practica en India desde hace más de 5.000 años en forma ininterrumpida. Éste fue formalmente reconocido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como un sistema médico tradicional. El Centro de Medicinas Alternativas y Complementarias (NCCAM), dependiente del Instituto de la Salud de Estados Unidos, ubica al *Ayurveda* dentro de la categoría de los sistemas profesionales complementarios mayores.

El *Ayurveda* es una medicina viva que, por su concepción y su metodología, se integra con la medicina moderna, complementando sus aportes y soluciones. Acepta y promueve la observación

y la investigación científica, las cuales han permitido corroborar muchos de sus postulados y recomendaciones.

En esta línea, Miguel Pombo, ingeniero químico, miembro del equipo e investigador de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas, indicó: “En Colombia están conformados grupos de investigación que realizan estudios serios encaminados a explicar los mecanismos de acción de algunos extractos de especies vegetales promisorias. Sin embargo, un bajo porcentaje de tales especies ha sido estudiado, teniendo en cuenta que Colombia es el segundo país más rico en especies del mundo, después de Brasil, el cual posee más especies, en una superficie que es siete veces mayor”.

INSCRIBASE

IX CONGRESO LATINOAMERICANO DE EDUCACION PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO

Bogotá Abril Jueves 19 - Viernes 20 y Sábado 21 de 2007
Hotel Crown Plaza Tequendama Internacional Salón Rojo

I CONGRESO DE ACREDITACION INTERNACIONAL EN LA EDUCACION MEDIA E INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR

Bogotá Abril Jueves 18 - Viernes 20 de 2007
Hotel Crown Plaza Tequendama Internacional Salón Monserrate

Créditos Académicos

Conferencias - Foros - Talleres de los nuevos estándares - Orientaciones de competencias propuestas por el Ministerio de Educación Nacional
Bilinguismo - Filosofía - Educación Técnica - Sociales - Competencias Científicas, Investigativas y demás.

Países invitados en los dos congresos Cuba - España - Chile - Perú - México - Argentina

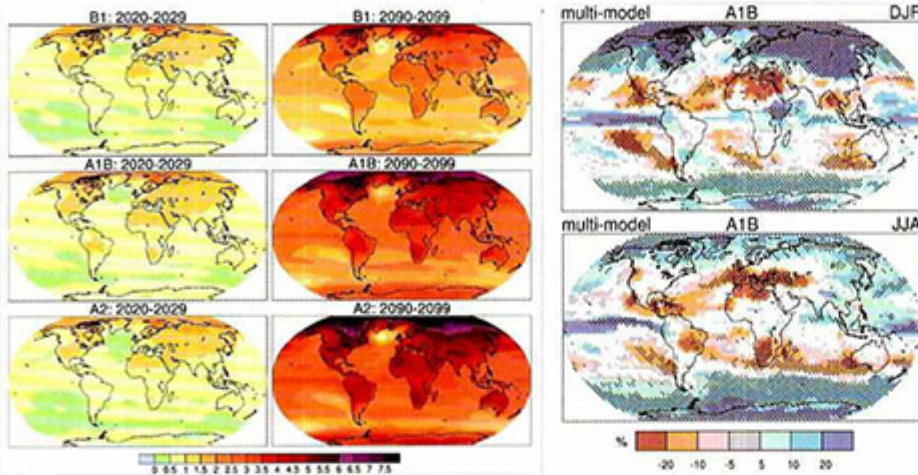
Mayores Informes

INGASIND - Bogotá: (1) 213 6978

IMAGEN Y MERCADERO, Cali: (2) 331 7403



Vistazos



● Cambios en la temperatura del aire y la precipitación.

EVIDENCIAS CADA VEZ MÁS CONTUNDENTES SOBRE EL CALENTAMIENTO GLOBAL Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Por J. D. Pabón

Geógrafo de la Universidad Nacional de Colombia

Las evidencias del cambio climático son cada vez más contundentes y se está demostrando con mayor claridad que la actividad humana está jugando un papel significativo en ese fenómeno. El informe presentado en febrero de 2007 por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) sintetiza el análisis realizado por científicos de diferentes partes del mundo para proveer mayor información sobre el tema y plantear mejores modelos climáticos. El documento presenta las tendencias globales y regionales y plantea los escenarios de los posibles cambios de clima que se prevén para el siglo XXI. Una de las novedades del informe, comparándolo con los tres documentos anteriores, es que hace la diferencia entre la señal natural y la antropogénica en el calentamiento global (ver Stone *et al.*, 2007). Esta última se ha venido marcando

decenios del siglo XX. Una vez disponible este informe, resulta de suma importancia analizar cuáles son, en términos generales, las evidencias del cambio climático en el ámbito mundial y cómo se manifiestan en el territorio colombiano.

El calentamiento y el cambio climático en la escala global

Según el reciente informe del IPCC, la temperatura promedio mundial del aire se ha incrementado en casi 0.74°C (entre 0.56 y 0.92°C) entre 1906 y 2005, así como el ritmo de aumento también se ha acelerado y hoy es casi el doble del de hace 100 años. El documento también informa que los últimos 12 años han sido los más calurosos desde 1850 y que el calentamiento es mayor en los continentes y en las latitudes medias y altas.

Las observaciones de la temperatura del mar que se han efectuado desde 1961 muestran un aumento de la temperatura oceánica. La expansión térmica y el aporte de los glaciares (principalmente de Groenlandia, de la Antártica y de los de montaña) están aumentando el nivel del mar a un ritmo promedio mundial que en 1961 era de 1.8 milímetros, pero que desde 1992 ha

censo del nivel del mar durante el siglo XX ha sido de cerca de 17 centímetros.

La precipitación ha presentado tendencias diferentes para las diversas regiones del mundo. Así, por ejemplo, se detectó que entre 1990 y 2005 la precipitación ha venido aumentando significativamente en los sectores orientales de Norte y Suramérica, al norte de Europa y en el norte y el centro de Asia. Por el contrario, para el mismo período se ha observado una disminución de la precipitación sobre Sahel, el Mediterráneo, el sur de África y algunas partes del sur de Asia.

En cuanto a fenómenos extremos, se ha identificado un aumento de los eventos de lluvias fuertes en muchas regiones del mundo, así como una marcada tendencia al incremento de la frecuencia de ciclones tropicales (tormentas y huracanes) en el Atlántico tropical.

Proyectándose hacia el futuro, y considerando diversos escenarios, el informe estima que la temperatura promedio mundial del aire hacia finales del siglo XXI (2090-2099) estará entre 1.8°C y 4.0°C por encima de lo que se observó a finales del siglo XX (1980-1999). El nivel medio del mar para este mismo período aumentaría entre 18 y 60 centímetros. Es muy probable el aumento de la precipitación en las latitudes altas y medias y la disminución de ésta en la zona subtropical. El IPCC 2007 también estima que hay una mayor probabilidad de que los ciclones tropicales sean más intensos.

El cambio climático en Colombia

El análisis de la manifestación del cambio climático en Colombia (Pabón, 2003) muestra las siguientes evidencias del cambio climático en el país: 1) la temperatura promedio anual del aire



promedio de 0.1°C a 0.2°C por decenio; 2) la precipitación anual ha presentado cambios (aumento en algunas regiones, disminución en otras) a lo largo del país, en un rango que oscila entre el -4% y el +6% por decenio; 3) los glaciares de montaña han retrocedido y 4) el nivel medio del mar se ha incrementado a razón de 3 a 5 milímetros al año.

La construcción de escenarios de cambio climático para diferentes regiones del territorio colombiano (Pabón, 2006), basados en el uso de modelos globales, en regionalización de los productos de dichos modelos y en extrapolación de tendencias, permiten plantear que bajo una duplicación del dióxido de carbono atmosférico —lo cual es muy probable que ocurra a comienzos de la segunda mitad del siglo XXI— en el territorio colombiano habría un incremento diferenciado regionalmente de la temperatura del

aire de entre 0°C y 2.5° C (más probablemente entre 0.5°C y 1.5°C); cambios en el volumen anual de precipitación que oscilan entre -15% (disminución) y +15% (aumento) dependiendo de cada región del país (más probablemente entre -10% y +10%) y un ascenso del nivel del mar de entre 40 centímetros (en el Caribe) y 60 centímetros (en el Pacífico). Es necesario mencionar que aún hay un alto grado de incertidumbre en cuanto a las estimaciones de los cambios de la precipitación para algunas regiones del país, las cuales habrá que reducir con el mejoramiento de la modelación del clima nacional y la aplicación de diversas herramientas de análisis y estimación.

Referencias

IPCC, 2000, *Special Report on Emissions Scenarios*, editado por

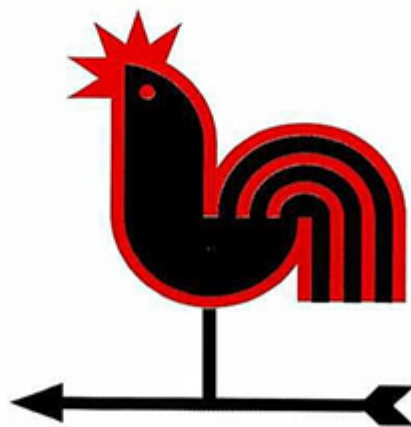
Nakicenovic, N. y R. Swart, Cambridge University Press, Reino Unido y EE.UU.

IPCC, 2007, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policemakers*, contribution of working group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Paris.

Pabón, J.D., 2003, "El cambio climático global y su manifestación en Colombia", *Cuadernos de Geografía*, volumen XII (1-2), pp. 111-119.

Pabón, J.D., 2006, "Escenarios de cambio climático para Colombia", *Memorias del IV Encuentro de la Red de Universidades del Pacífico Sur (RUPSUR)*.

Stone, D. A. et al., 2007, *A Multimodel Update on the Detection and Attribution of Global Surface Warming*. *Journal of Climate*, v. 20, pp. 517-530.



EL MUNDO EN BOGOTÁ
www.hjck.com

Desde 1950 una emisora para la inmensa minoría

innovación

Divulgar o patentar... he ahí el dilema

KODAK

KODAK

Marcela Ramírez

Consultora en Patente

Clarke Modet & Co., Colombia

mramirez@clarkemodet.com.co

Tabla 1. Solicitudes de patentes PCT presentadas por universidades durante los últimos cinco años y solicitudes presentadas ante la Superintendencia de Industria y Comercio por universidades colombianas

Año	Solicitudes de patentes PCT						Solicitudes SIC
	País de origen de la universidad						Colombia
	EE. UU	Europa	Japón	Otros	Colombia	Total	
2001	4.113	503	47	279	0	4.903	4
2002	4.119	613	97	209	0	5.038	1
2003	4.781	657	160	201	0	5.799	8
2004	4.778	638	289	293	0	5.998	7
2005*	4.543	558	798	322	0	6.221	6

*No se contabiliza el año 2006, puesto que muchas de dichas solicitudes aún no han sido publicadas¹.

Que el crecimiento y la competitividad de las empresas del siglo XXI se basan en las nuevas ideas es un hecho que nadie discute. Así mismo, es irrefutable que la sociedad ha delegado en el sector académico, específicamente en las universidades y centros de investigación, la misión de ser motor del desarrollo científico y tecnológico de los países. El dilema al que hoy se enfrentan estas organizaciones es el de publicar para que el conocimiento que generan sea de dominio público o de proteger vía propiedad industrial, y con ello, facilitar la interacción universidad-empresa y mejorar el retorno de la inversión que hace el Estado en investigación.

En los países desarrollados, la tendencia actual de las universidades y los organismos públicos de investigación se orienta cada vez más hacia la protección vía patente de sus invenciones y la explotación del conocimiento por la universidad misma o mediante el

de fondos destinados a incrementar las actividades de investigación y a fomentar la creación de "start-ups" (empresas que comercializan nuevas tecnologías).

Como se evidencia en la tabla 1, el aumento del número de patentes solicitadas por las universidades de Estados Unidos, Europa y Japón en los últimos 6 años es notable. Este incremento se encuentra directamente relacionado con modificaciones del marco normativo de las universidades, encaminadas a promover una mayor interacción entre la investigación pública y la industria, y en pro de mayores beneficios tanto sociales como para el ámbito privado, derivados del apoyo público a la actividad I+D.

En América Latina, el sector académico empieza a tener interés en el tema de propiedad intelectual, visualizando la interacción universidad-empresa como una necesidad para dinamizar sus investigaciones, aportar soluciones a problemas prácticos y, en algunos casos, solucionar la escasez de recursos

interacción ha evidenciando la protección de los intangibles como un factor motivador y esencial para lograr compatibilizar los intereses de ambas partes.

En este orden de ideas, muchas instituciones académicas han iniciado el proceso de adopción de políticas y medios para la gestión del conocimiento y su protección; proceso que no ha resultado sencillo, entre otros temas, por el reto que plantea conciliar la misión de las universidades y otras instituciones como entes generadores de conocimientos con la protección en los resultados de su investigación y, por ende, la adquisición de derechos de exclusividad que extraen del dominio público la explotación de estos desarrollos.

Cuando este tema es mencionado en el ámbito universitario, las posiciones suelen ubicarse entre dos extremos:

- La difusión absoluta y sin beneficios de los conocimientos obtenidos en las investigaciones.

¹ Datos obtenidos a partir de bases de datos de la Superintendencia de Industria y Comercio.

- La protección por patente de dichos resultados.

Obviamente, existen posiciones intermedias, donde algunas investigaciones son divulgadas y otras son protegidas, dependiendo de los intereses existentes sobre el tema que se investiga².

Quienes defienden la posición de difundir sin proteger basan sus argumentos en el hecho de que la misión de las universidades y otras entidades públicas es la creación de bienes públicos accesibles a cualquier interesado, sin costo alguno. Además, argumentan que la obtención de tales resultados ya ha

el conocimiento es el no retorno de la inversión en I+D, que convierte la investigación en un gasto y, por ende, aumenta la posibilidad de que las investigaciones sean interrumpidas por falta de recursos.

Otro hecho ligado a la divulgación sin costos de los resultados de las investigaciones realizadas por las universidades y financiadas por el Estado es que el principal beneficiario de estos conocimientos es la empresa privada, que podrá aprovechar los resultados de la investigación pública sin contribuir a su financiamiento. Si pudiéramos garantizar que las empresas beneficiadas

interesa a los defensores de la libre divulgación, y consiguiendo cuantiosos beneficios a partir de aquellos conocimientos de dominio público producidos por las universidades colombianas.

Ahora bien, en relación con la protección de los resultados vía patente es importante que se rompa el mito de que la solicitud de patente supone un obstáculo para la difusión de los conocimientos.

En realidad, contrario a la idea errónea de que la patente supone un secreto, si se divulga el conocimiento se trata, el mejor sistema para obtener información es el sistema de patentes, pues la mayoría de legislaciones establece que las solicitudes deben ser publicadas en un plazo de 18 meses, contados a partir de la fecha de presentación y bajo una clasificación internacional que facilita la recuperación de información. Las bases de datos que contienen esta información están disponibles vía internet y muchas de ellas no tienen costo alguno. Además, un requisito que deben cumplir las solicitudes de patente es divulgar la invención de forma suficiente para que cualquier persona versada en la materia pueda reproducirla³.

Basándonos en lo expuesto, es claro que las patentes son contrarias al secreto industrial, pues precisamente el sistema de patentes constituye la principal herramienta para motivar a quienes invierten en I+D a divulgar sus resultados, en lugar de guardarlos como un secreto del cual la sociedad no obtiene conocimientos ni provecho. Precisamente, esta divulgación del conocimiento por parte de la sociedad es la que recibe en contraprestación un período de exclusividad en la explotación, que garantiza a quien divulga sus resultados un mayor beneficio e incentiva al inversionista a destinar parte de sus ganancias en más investigación.

El dilema es entre publicar, para que el conocimiento sea de dominio público, o proteger, vía propiedad industrial.

sido financiada con recursos del Estado, y que la libre disponibilidad de los conocimientos promoverá más investigación científica y aplicaciones útiles de los conocimientos obtenidos.

Por su parte, la posición que se sitúa en pro de las patentes tiene como soporte el argumento de que la no protección de los resultados repercute en la no explotación de los mismos, pues las empresas prefieren apostar por tecnologías que gozan de cierto grado de exclusividad y, por ende, asegurar un mejor retorno de la inversión.

Aunque las dos posiciones tienen puntos a favor y en contra, es importante visualizar las consecuencias que para un país como Colombia provoca la libre divulgación del conocimiento.

Una consecuencia directa de la tendencia a divulgar de manera libre

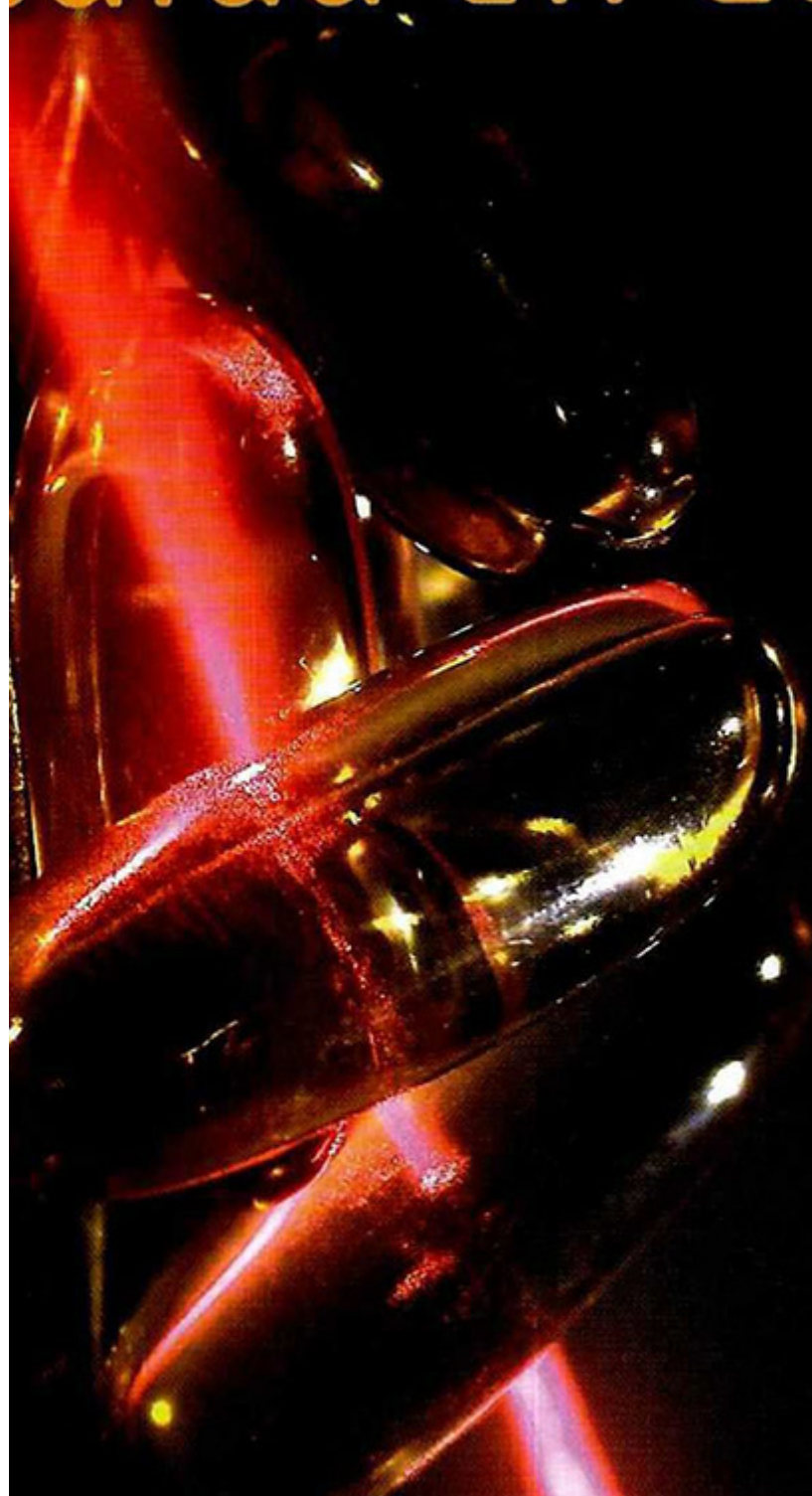
son colombianas, sería posible pensar que la divulgación de los conocimientos generados por las universidades es una excelente idea.

Sin embargo, siendo realistas, el fenómeno de globalización conlleva la diseminación de la información no sólo en Colombia sino en el mundo. En consecuencia, es alta la posibilidad de que más quienes obtengan provecho de los resultados de las investigaciones costeadas por el gobierno colombiano sean empresas o universidades extranjeras, las cuales, sin haber aportado un solo centavo, se ven favorecidas con el esfuerzo de los investigadores de nuestras universidades y con los recursos que nuestro país ha destinado a promover la investigación.

Adicionalmente, en el peor de los casos, estas empresas o universidades extranjeras utilizan nuestros resultados como base para mejorar sus productos y procedimientos. Al obtener un nuevo desarrollo, lo protegen vía patente,

2 Correa, C. M. "Políticas institucionales en materia de propiedad intelectual y transferencia de tecnología. 1) La elaboración de una política institucional de propiedad industrial

2006: un buen año
a la investigación
salud en Colombia



El 2006 fue el mejor año de la historia para la investigación en salud en Colombia. Eso es, si medimos el principal indicador de la productividad científica, que son las publicaciones en revistas internacionales indexadas. Este año fueron 578 las referencias en la base de datos de Pubmed (www.pubmed.com) que incluyeron la palabra "Colombia". Esta base de datos, que es administrada por la Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos, es sin duda la más importante del mundo. Esta cifra significa un crecimiento de 12% sobre el 2005 (cuando hubo 515 referencias), año en el que había crecido, a su vez, 15% con respecto al anterior (con 446).

Como se observa en la figura, la tendencia es claramente creciente, con una obvia inflexión ascendente a partir de 1998 o 1999. Es así que, en menos de un decenio, Colombia ha logrado triplicar el número anual de publicaciones indexadas en temas de salud. Es

más, si se toma como criterio el número de publicaciones en Pubmed, podemos afirmar que en esta última década se ha producido tanta literatura científica como en los 40 años anteriores. Este incremento se explica no tanto por una mayor productividad de los grupos establecidos, que también la hay, sino por la entrada al mundo científico de numerosos grupos menores.

Aunque este método bibliométrico de consultar las bases de datos permite tan sólo conocer la dirección del primer autor y, por tanto, subestima sistemáticamente la producción intelectual de las instituciones involucradas, sí se pueden hacer algunos análisis. Por ejemplo, es posible observar que más de dos terceras partes de la investigación en salud en Colombia provienen de las universidades. El resto proviene casi toda de centros de investigación que, en su orden, este año fueron el CIB de Ángela Restrepo y de William Rojas en Medellín; el Fidic de Manuel Elkin Patarroyo; el Cideim de Nancy

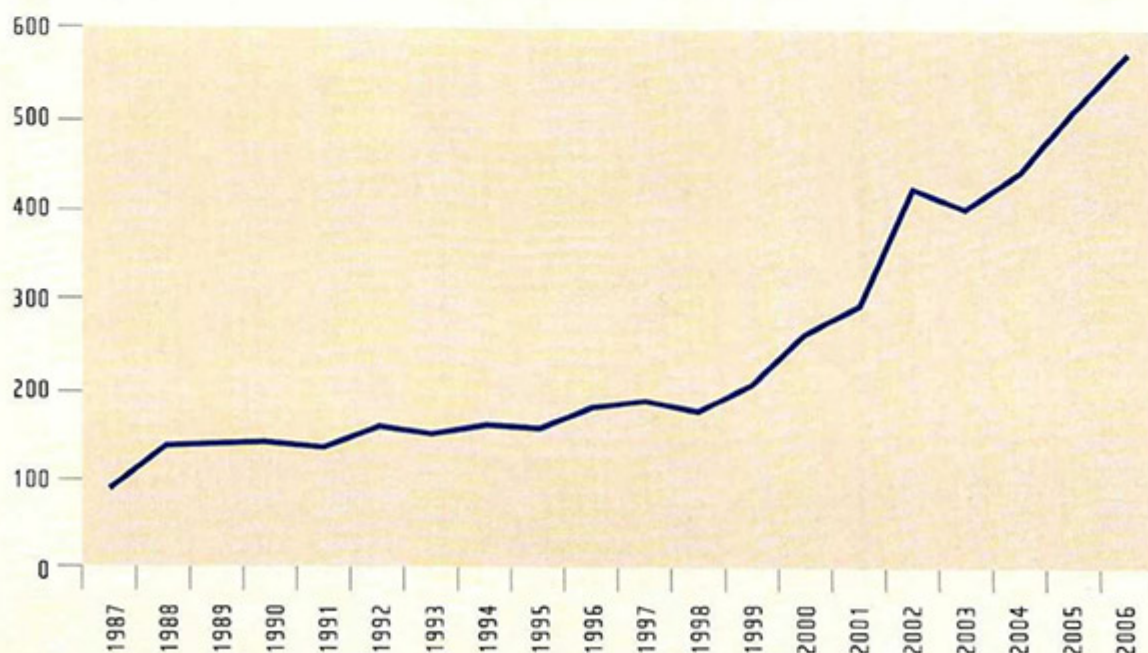
Saravia en Cali, y el Instituto Nacional de Salud.

Algunos centros hospitalarios también están preocupados por publicar. Es el caso de los hospitales Pablo Tobón Uribe y San Vicente de Paúl en Medellín, así como la Fundación Santa Fe en Bogotá, la Valle del Lili en Cali, y la Cardiovascular del Oriente en Bucaramanga.

En cuanto al volumen de la producción universitaria, se ubican en un primer lugar, en ese orden, las universidades de Antioquia y la Nacional (incluidas sus sedes de Bogotá y Medellín). El tercer lugar indiscutible es para la Universidad Javeriana, seguida algo de lejos por las universidades del Valle (que hace un tiempo fue la número uno) y la Industrial de Santander (que a veces se obstina en llamarse Industrial University of Santander).

No muy lejos de estas últimas dos, en esta lista, están las universidades de los Andes y el Rosario (cuya producción intelectual en revistas indexadas era, hace una década, casi nula). Vienen

Figura. Número de artículos referentes a Colombia en la base de datos de Pubmed



The skeletal system in the adult consists of 206 bones and the strong elastic tissue that forms ligaments, tendons, and cartilages, which tie bones together and form the nose, larynx, trachea, bronchial tubes, and the outer ear. The skeleton provides a strong framework for the body, gives it its basic shape, and permits us to stand upright. The skeletal system also supports and restrains

soft internal organs and shields the brain and lungs. Certain bones, such as the ribs, form a combination of joints, permitting movement. Bones also produce skeletal muscles and produce marrow cavities.

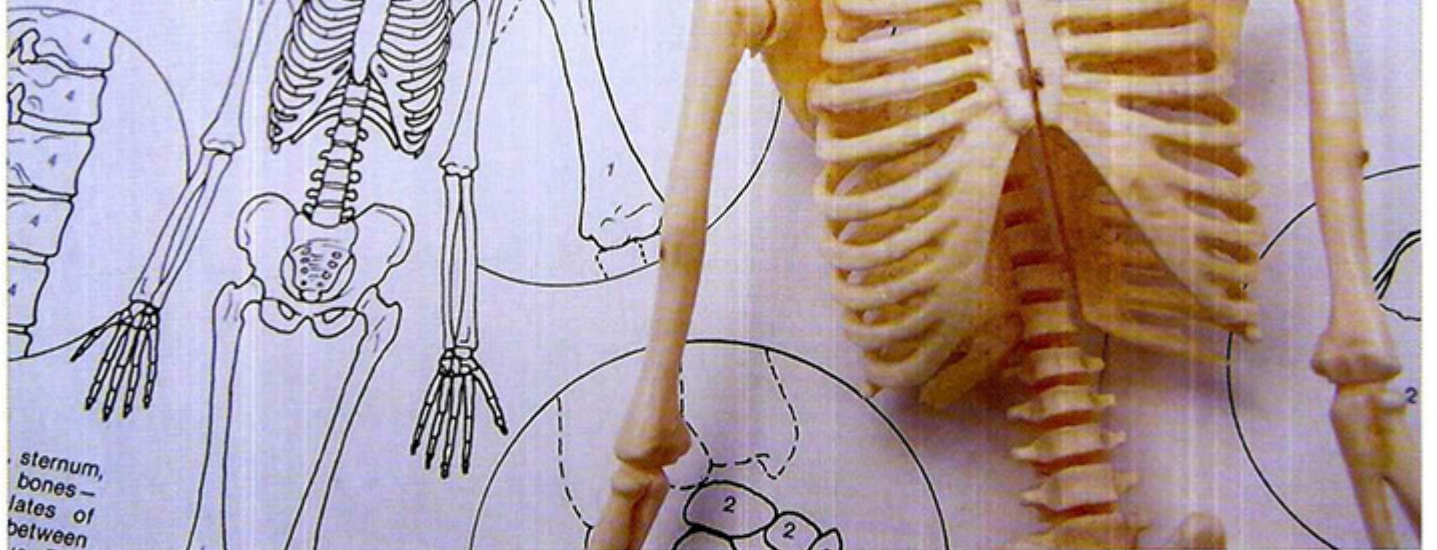
Some bones, such as the ribs, are very flexible and allow for coordinated movement. Bones also serve as a support for skeletal muscles and produce marrow cavities.

The skull is the most important organ of sight, and pivots on the occipital condyles. The brain case and the spine are much thicker than the rest of the skeleton. The skull has many openings to pass through the brain and the spinal cord. The nasal and oral cavities are only movable parts. As the fetus develops, the sutures of the cranium close. The large fontanelles close at birth.

ONE CLASSIFICATION

Long Bones. These bones, such as the femur, are in the legs, arms, toes, and fingers, are strong shafts made of compact bone tissue. Their ends are spongy and consist of spongy tissue and compact tissue. They are slightly curved, enabling them to absorb shock.

Short Bones. Shaped like irregular blocks, short bones are spongy and covered by compact tissue. The carpal bones of the wrist and the tarsals of the ankle belong to this class.



sternum, ribs, and vertebrae - plates of cartilage between the vertebrae.

luego, en orden decreciente, el CES de Medellín, las universidades del Cauca y de Nariño, la Bolivariana de Medellín, la del Norte en Barranquilla, la Autónoma de Bucaramanga y la Tecnológica de Pereira. Y con tres o cuatro publicaciones cada una, figuran las de Cartagena,

Santa Marta, o como aquel médico que publica sus casos desde el Hospital de Yarumal, en Antioquia.

Varias hipótesis se pueden proponer para explicar este importante incremento en publicaciones científicas. En primer lugar, Colombia tiene ahora

públicas, y en muchas de las privadas, se han creado programas de incentivos a la producción intelectual, a veces de manera voluntaria, otras empujadas por la exigencia del registro calificado y los programas de acreditación.

El papel de Colciencias en este rápido incremento no se puede subvalorar. No sólo se están cosechando ahora los frutos de muchos años de creación y fortalecimiento de esa masa crítica de investigadores y de centros de investigación, sino que, además, el programa de salud cuenta ahora con más recursos que nunca antes.

Sea como fuese, desde la ACAC nos debemos sentir orgullosos de que nuestros profesionales de la salud, y nuestras instituciones formadoras, se estén apropiando de la cultura científica, y sobre todo, de la forma como ésta se cotiza en el mundo global de la

No deja de sorprender la presencia de algunos recién llegados, como Tunja, Cúcuta o Santa Marta.

Caldas, Quindío y San Buenaventura, esta última en Medellín.

Aunque la investigación se sigue centrando en las tres ciudades principales, ha habido un fortalecimiento de la producción intelectual, sobre todo en Bucaramanga, pero también en Barranquilla y el Eje Cafetero. No deja

dos revistas internacionales indexadas que no tenía diez años atrás. Se trata de *Biomédica*, la revista del Instituto Nacional de Salud, y de la *Revista de Salud Pública*, de la Universidad Nacional. Un segundo factor que ha influido sobre este cambio rápido en la cultura de la publicación científica es atribuible a las políticas

Innovación y Ciencia

TEMAS

Ciencias naturales, físicas y sociales, tecnología, política científica y tecnológica, historia de la ciencia.

LENGUAJE

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

EXTENSIÓN

Máximo 10 páginas tamaño carta en letra Arial 12, a doble espacio (excluyendo ilustraciones y cuadros).

FORMATO

Texto impreso y copia en CD o disquete, preferiblemente en formato Word.

MATERIAL GRÁFICO

Es importante anexar el mayor número posible de ilustraciones, fotografías y diapositivas, acompañadas de notas explicativas (pie de fotos) y sugerencias de ubicación dentro del texto. Este material puede incluir:

- Fotografías originales en papel fotográfico o diapositiva.
- Fotografías en versión digital de alta resolución (300 DPI) en formato .tif, .jpg o .eps.
- Esquemas gráficos explicativos (versión impresa o digital).
- Tablas o recuadros sin demasiadas columnas.
- El material fotográfico no debe ser tomado de libros, revistas o internet y debe indicarse su autoría o fuente, si es necesario.
- Del material recibido se seleccionará el de mayor calidad para su

REFERENCIAS

En el texto, las referencias se deben citar con el apellido del primer autor y la fecha de publicación. El listado de referencias se deben organizar en orden alfabético, con el siguiente formato:

1. Artículo de revista científica:

Lee, M. R.; Ho, D. D.; Gurney, M. E. (1987), Functional Interaction and Partial Homology Between Human Immunodeficiency Virus and Neuroleukin, *Science* 237, 1987: 1047-1051.

2. Artículo de libro:

Day, R. A. (1990), *Cómo escribir y publicar trabajos científicos*, Washington, Organización Panamericana de la Salud.

RESUMEN

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

IDENTIFICACIÓN DEL AUTOR

- Nombre
- Títulos
- Cargo actual
- Correo electrónico
- Dirección postal

RECOMENDACIONES

Los artículos que hayan aparecido en otras publicaciones, los informes de investigación en curso y aquellos textos cuyos temas sean muy especializados y de interés exclusivamente local no serán considerados para publicación.

ASOCIACION COLOMBIANA PARA EL AVANCE
DE LA CIENCIA —ACAC—

Cra. 50 N° 27-70 Unidad Camilo Torres
Bloque C, Módulo 3. Bogotá, D.C., Colombia
Teléfonos: 3155898 - 3150734 Fax: 2216950

astronomía

La historia del telescopio

Telescopio Hubble

© NASA

Germán Puerta Restrepo

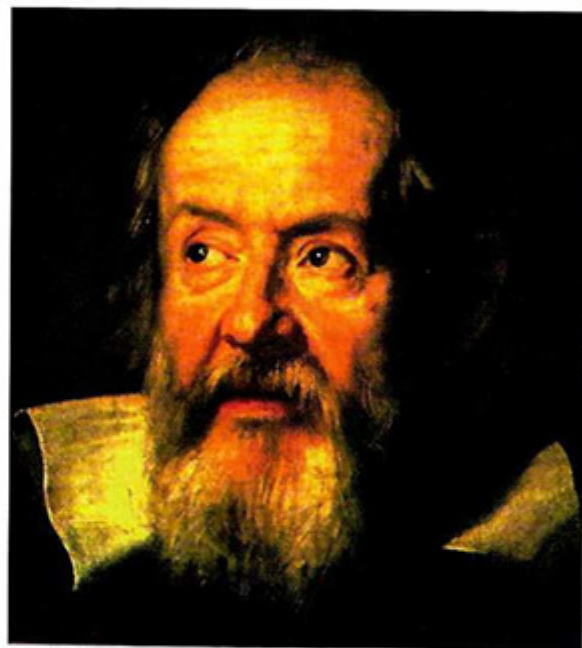
Economista, astrónomo aficionado
Consultor experto en evaluación
de proyectos. Miembro de la Asociación
de Astrónomos Autodidactas de Colombia,
ASASAC. Presidente de la Asociación
de Aficionados a la Astronomía de la
Universidad de los Andes, ASTROSENECA.
gpuerta@colomsat.net.co

El año 2009 fue declarado por las Naciones Unidas como el Año Internacional de la Astronomía, un homenaje a los 400 años del telescopio de Galileo Galilei: "400 años del telescopio astronómico". Pero, ¿quién inventó el telescopio?

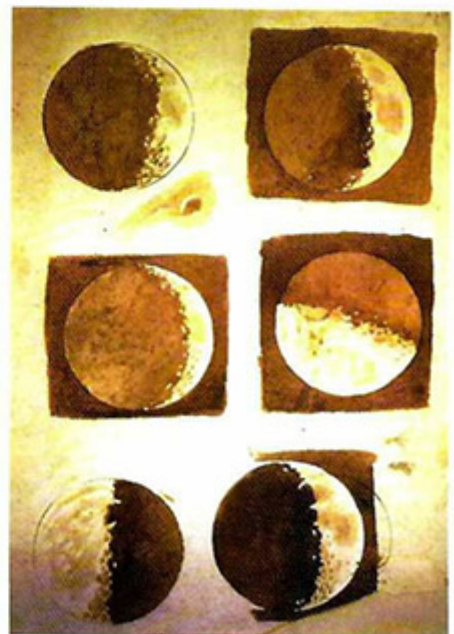
El telescopio es la herramienta básica y fundamental de la astronomía moderna, y su origen, al parecer, se remonta a varios siglos atrás. Se tienen reportes de cristales de roca crudos en Creta hacia el año 2000 a. C., y lentes de cuarzo en las costas de Asia Menor, de una edad similar, encontrados en las ruinas de la ciudad asiria de Nimroud. Pero no tenemos idea si se utilizaban con propósitos ópticos o eran meros adornos. En la antigua Grecia, los principios de la óptica ya eran bien conocidos, pues Aristófanes, hacia el año 424 a. C., construyó una lente con un globo de vidrio soplado lleno de agua que utilizó para concentrar la luz del sol. Más tarde, Euclides, hacia el año 300 a. C., escribía acerca de las propiedades de la refracción y la reflexión. Pero no hay evidencia alguna de la construcción de un "telescopio" en tiempos antiguos, aunque los principios ya fueran bien conocidos.

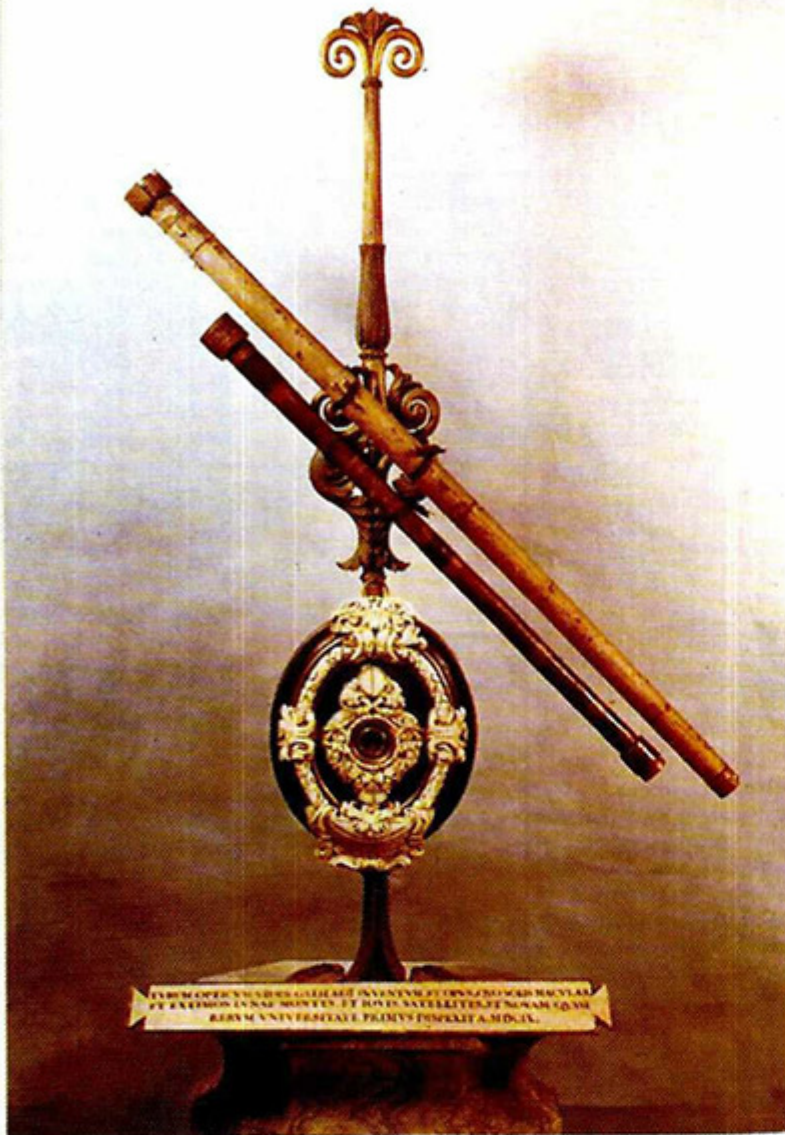
Hacia el año 1000, Alhazen de Basora investigaba con espejos esféricos y parabólicos los aumentos de imágenes, y sus trabajos fueron traducidos del árabe al latín. Pero parece que la invención de la lente debe atribuirse a los chinos. El sabio y fraile inglés Roger Bacon mencionaba hacia el año 1249 un extendido uso de lentes en China para mejorar la visión de personas ancianas que tenían dificultades para ver de cerca. En su libro *Opus Maius* describe claramente el tallado de lentes lenticulares que tienen la propiedad de amplificar la letra escrita.

Entre 1220 y 1235, el clérigo inglés Robert Grosseteste (literalmente, "cabezón"), obispo de Lincoln, consideraba que las propiedades de la luz tenían un significado especial en la filosofía natural; experimentó con lentes y espejos y escribió: "Podemos hacer que las cosas lejanas aparezcan como si estuvieran muy cerca, y que cosas grandes aparezcan muy pequeñas". Precisamente, esto sucede cuando miramos al derecho y al revés por un telescopio. ¿Construyó Grosseteste un telescopio? Todo indica que sí. De sus trabajos y escritos se deduce que fue un científico excepcional para su época, experto en temas de astronomía, cosmología, ciencias naturales y arquitectura. Realizó el sorprendente planteamiento de que el universo fue creado a partir de energía pura, explotando de un simple punto, anticipándose en 700 años a la idea del big bang. No



Galileo Galilei





Telescopio de Galileo

En el siglo XIV hay otras vagas referencias de artilugios magnificadores en Inglaterra y Europa. En 1451, el erudito alemán Nicolás de Cusa propuso el empleo de lentes cóncavas, más delgadas en el centro que en los bordes, para llevar más lejos el rayo de luz y corregir dificultades de visión lejana. Por esa época aparece otro genio que igualmente podría reclamar la paternidad del telescopio: Leonardo da Vinci, artista, científico, diseñador, artesano, astrónomo y más. A la enorme lista de sus inventos hay que agregar el sigilo y el secreto de su realización, viviendo en una época en la que la ciencia se emparentaba con la herejía. Al parecer, sus trabajos de óptica estaban entre sus realizaciones más ocultas, y por ello poco nos ha llegado. Sin embargo, Leonardo estaba bien versado en el uso de lentes y espejos, y hay una referencia en uno de sus diarios que dice: "Hacer lentes para ver la luna más grande". Obviamente, él había deducido que la combinación de lentes servía para magnificar un objeto distante. Pero no sabemos si aplicó su idea.

Hacia el año 1550, el matemático Leonard Digges fabrica en Inglaterra un artilugio óptico al que llama "lente de perspectiva", pero que no le interesó a nadie. Pero su hijo, Thomas Digges, matemático como su padre, describe la invención en un libro publicado en 1571, *Pantometría*. El artefacto se parece mucho a un telescopio combinado de lentes y espejos, posiblemente adelantándose a la invención oficial del reflector por Isaac Newton (1668), y con el cual menciona que observaron las estrellas. Luego, en otro trabajo consigna su opinión de que el universo debe ser infinito, y afirma su apoyo a las teorías de un sujeto llamado Nicolás Copérnico. En 1578, Thomas Digges

logra interesar a un experto de la marina, William Bourne, que efectúa una evaluación oficial del instrumento para su posible uso naval, concluyendo el reporte que su manejo era demasiado torpe. Así aparece en su libro *Inventions and Devices*.

En 1558, el napolitano Giambattista della Porta describe en el libro *De Magiae Naturalis* un artilugio que también parece ser un telescopio. En todo caso, la fabricación de anteojos para corregir defectos de visión lejana ya era en la Europa del siglo XVI una especialidad muy apreciada, y los mejores ópticos estaban en los Países Bajos. Y allí se asegura popularmente que sucedió el "invento" oficial del telescopio. El honor se lo disputan al mismo tiempo Hans Lipperhey, óptico de Middelburg, Jacob Metius, pulimentador de cristales de la ciudad de Alkmaar, el anteojero Zacarías Jansen y Jacob Adriaan, pero el deseo de sus inventores de beneficiarse ellos solos de un aparato de cualidades tan excepcionales impidió conocer el detalle de su origen.

La historia parece favorecer a Hans Lipperhey a juzgar por la narración popular que atribuye el invento a un accidente. El óptico tenía un aprendiz que en momentos de ocio jugaba con las lentes. Éste repentinamente encontró que si sostenía una lente sobre otra y a cierta distancia delante de sus ojos, veía el lejano campanario de una iglesia como si estuviera considerablemente más cerca. Asombrado,

En esa época, los Estados Generales de Holanda se encontraban en rebelión contra España, y Lipperhey se dio cuenta de que el telescopio sería un importante arma de guerra. Así se lo explicó al jefe militar Mauricio de Nassau, quien en vano trató de mantener en secreto las características del invento. El aparato era demasiado sencillo y cualquiera podría construirlo. Otros historiadores afirman que fue Jansen quien le vendió el aparato a De Nassau. Investigadores encontraron años después dos solicitudes de patente expedidas casi al mismo tiempo, una a pedido de Lipperhey, y otra de Metius, para el mismo invento: "un aparato que permitía ver de lejos".

¿Cómo se enteró el matemático y físico toscano Galileo Galilei del invento? Sin duda, la invención holandesa fue una noticia que se esparció rápidamente por Europa, comenzando por París, en donde se asegura que a principios de 1609 se vendían como novedad en las tiendas de los fabricantes de lentes. En una versión se establece que Galileo —quién por esa época vivía en Padua, a treinta kilómetros de Venecia— fue informado por carta a través alguno de sus numerosos amigos de Francia y Alemania, posiblemente por el noble francés Jacobo Badouvere.

Otra versión asegura que hacia el mes de abril de 1609, un comerciante que venía de Holanda trató de venderle un catalejo al senado veneciano, "con la condición de no desmontar el tubo". Un asesor del senado y amigo de Galileo, Paolo Sarpi, recomendó no comprar el artesanal aparato y sugirió más bien encomendarle su desarrollo a un profesor de matemáticas de la vecina ciudad de Padua, conocido por su talento y practicidad. Éste era Galileo Galilei que en ese momento contaba con 45 años de edad. Como Galileo no sabía mucho acerca de su construcción, salvo la descripción de Sarpi o la obtenida por la correspondencia, se puso a meditar sobre el tema y construyó un primer antejo que aumentaba satisfactoriamente en tres veces el tamaño de los objetos. Éste constaba de dos lentes, una plana convexa y una biconcava, colocadas en los extremos de un tubo de plomo.

Los resultados fueron tan alentadores que rápidamente fabricó una lente que aumentaba ocho veces, y con la cual encantó a los senadores desde la torre de San Marcos en Venecia, mostrando que podían ver barcos tan lejos que transcurrían dos horas antes de que se pudieran divisar a simple vista.

Se sabe por sus escritos que el 30 de noviembre de 1609, Galileo, desde su casa en Padua, con la Luna en cuarto menguante, apuntó hacia ella y descubrió que tenía cráteres, valles y montañas. Semanas después descubrió la lunas de Júpiter, las fases de Venus, las "orejas" de Saturno, y luego, las manchas del Sol. Hasta ese momento, si alguien había utilizado un telescopio para mirar el cielo, lo hizo como un observador casual. Galileo fue el primer ser humano en hacerlo de una manera verdaderamente científica, y en ese proceso cambió el Universo para siempre. Galileo nunca se atribuyó el

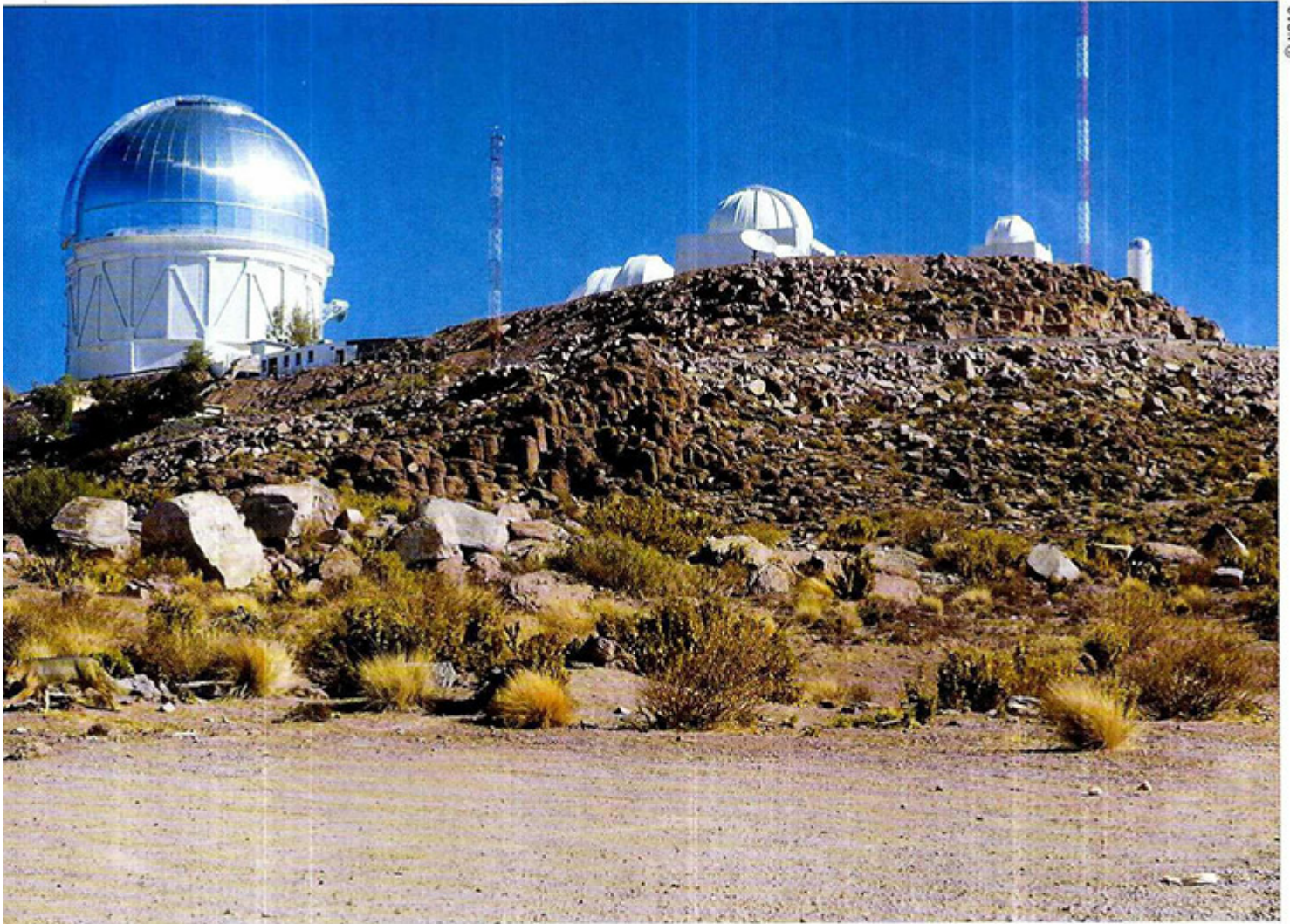
Lipperhey se dio cuenta de que el telescopio sería una importante arma de guerra.

Esta publicación llega a sus manos gracias a

SERVICIOS POSTALES NACIONALES S.A
CORREOS DE COLOMBIA

Consulte nuestro portafolio de servicios de correo y mensajería especializada

018000 111210
Línea Gratuita



Observatorio Interamericano Cerro Tololo, Chile.

invento, y siempre mencionó a un sujeto al que llamaba “el holandés”, pero su aparato era tan superior que podría considerarse como nuevo.

El impacto en Galileo fue tan grande que durante los siguientes tres años abandonó su verdadera pasión, la física, para dedicarse de lleno a la astronomía: “Son muchos los beneficios que este aparato trae, tanto en la tierra como en el mar. Pero yo dejé todo lo de la Tierra y me entregué a la observación de los cielos”.

El más potente de los telescopios de Galileo aumentaba en treinta veces la imagen, y lo llamaba *perspicillum*; el término “telescopio” fue utilizado por vez primera el 14 de abril de 1611 en Roma, en un banquete en honor de Galileo ofrecido por la Academia de los Linceos y por su presidente, Federico Cesi. Desde entonces, la astronomía recibió un extraordinario impulso de notables científicos vinculados al desarrollo de lentes y telescopios que son la base de los modernos instrumentos de nuestros días: Nicolás Zucchi, Johannes Kepler, Christiaan Huygens, Giovanni Domenico Cassini, Johannes Hevelius, James Gregory, Isaac Newton, William Herschel, Alvan Clark y muchos más.

En 2009 preparémonos para celebrar los 400 años del telescopio astronómico.

Referencias

Bell, L. (1981), *The Telescope*, Dover Publications Inc., Nueva York.

Cruz, I. et al. (2002), *El hombre de la torre inclinada*, Alfaomega Colombiana S. A.

Malacara, D. y J. M. Malacara (1998), *Telescopios y estrellas*, Fondo de Cultura Económica, México.



ESPECIALIZACIÓN EN INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE NEGOCIOS

REG. MEN 52479

PROGRAMA ACADÉMICO

El programa está conformado por tres módulos consecutivos, buscando así una estructura curricular que le permite al participante ir ordenando y construyendo conocimientos mientras que al mismo tiempo fortalece sus habilidades gerenciales.

MÓDULO FUNDAMENTAL

Liderazgo
Pensamiento estratégico
Entorno y competitividad
Desarrollo sostenible

MÓDULO BÁSICO

Megatendencias y escenarios mundiales
Finanzas para la toma de decisiones empresariales
Desarrollo de la capacidad empresarial y de innovación I
Innovación planeada
Gestión de la innovación corporativa
Creatividad - desarrollo de producto
Gestión de la producción y operaciones
Innovación social y mercados de base pirámide
Gestión tecnológica y eco-innovación
Desarrollo de la capacidad empresarial y de innovación II

MÓDULO GERENCIAL

Gerencia de proyectos
Marketing estratégico
Vigilancia tecnológica

PROMOCIÓN I

OBJETIVOS

- Formar profesionales para la gestión de la innovación con la capacidad de transformar las ideas innovadoras en negocios viables.
- Desarrollar en el estudiante una actitud analítica y crítica que le permita diagnosticar y evaluar estratégicamente los procesos de innovación y el desarrollo de nuevos negocios.
- Formar ejecutivos que se desempeñen como agentes de competitividad en las organizaciones.
- Desarrollar y fortalecer las habilidades y destrezas gerenciales aplicadas a la innovación y desarrollo de negocios de los participantes.

DIRIGIDO A

Este programa está dirigido a profesionales en las áreas del conocimiento relacionadas con la Administración de Empresas y la producción de bienes y servicios, que tengan la necesidad de aprender a innovar y desarrollar sus ideas hasta la etapa de negocio en el mercado; o profesionales que se encuentren vinculados a una empresa u organización que necesite un especialista que sea gestor de procesos de innovación hasta su etapa de desarrollo exitosa para la empresa u organización.

UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA

www.uexternado.edu.co

Facultad de Administración de Empresas

<http://administracion.uexternado.edu.co/posgrado>

Centro de Tecnología y Producción

Calle 12 n.º 1-17 este. Edificio Facultad de Administración de Empresas,
piso 3. PBX 282 6066-342 0288-341 9900, exts. 1277-1207, Telefax 341 8351
alejandro.boada@uexternado.edu.co

Los escorpiones: enigmáticas reliquias del pasado poco conocidas en Colombia

Escorpión comiendo

Fotografías de Edison Torrado-León
Profesor asociado, Facultad de Agronomía,
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Eduardo Flórez D.

Biólogo, MSc., del Departamento
de Biología de la Universidad Na-
cional de Colombia, y actualmente
candidato a PhD en Ciencias Bioló-
gicas de la Universidad Nacional de
Córdoba, Argentina.
eduardoflorez@yahoo.com



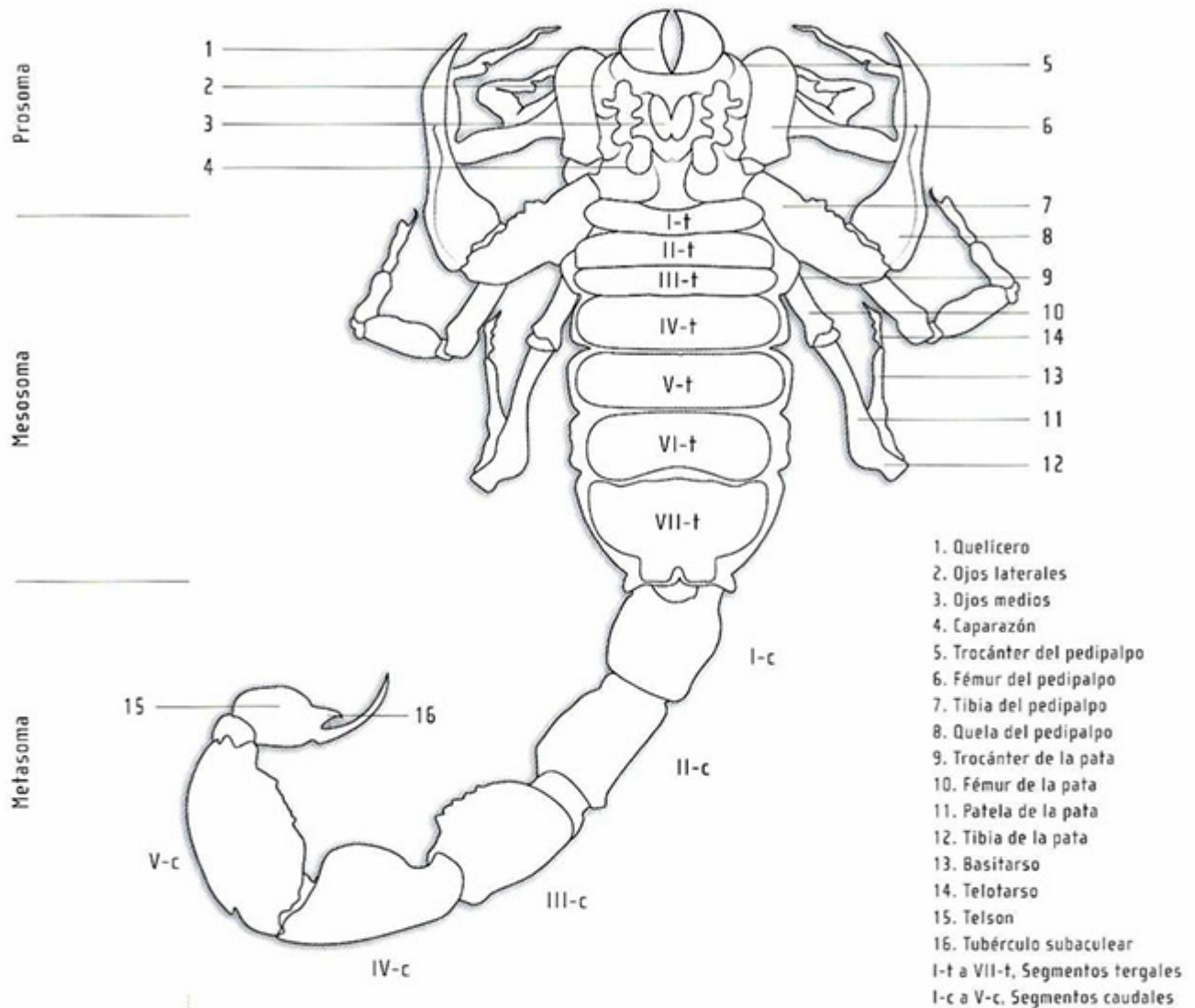
© EDISON TORRADO-LIÉN

En Colombia, como en la mayor parte de los países tropicales, los escorpiones son organismos bastante comunes e inconfundibles, siendo en muchos de ellas parte del folclor popular, ya sea por el temor que infunde su presencia, como amuletos de buena suerte o como elementos que con frecuencia forman parte de recetas chamánicas para ocasionar curas o maleficios. Su forma fue reconocida en las estrellas del firmamento, asignándosele una de las constelaciones más representativas de la bóveda celeste, y para no mencionar que constituye uno de los doce símbolos del zodiaco.

Los escorpiones, también conocidos en Iberoamérica como “alacranes”, conforman un particular grupo de animales quelicerados terrestres, incluidos dentro de la clase Arachnida, conjuntamente con arañas, ácaros y opiliones, entre otros. Son organismos netamente depredadores que se alimentan de una amplia gama de animales, principalmente insectos, aunque entre sus presas se incluyen también pequeños vertebrados. Sus hábitos son generalmente nocturnos, permaneciendo ocultos en el día en madrigueras construidas debajo de piedras y troncos caídos, o en suelos arenosos; también pueden refugiarse entre la hojarasca, en el interior de troncos en descomposición y algunas especies se han adaptado incluso a vivir en viviendas humanas, alojándose durante el día entre cavidades de ladrillos y grietas en techos de madera y paja.

Exhiben atributos únicos que los diferencian de cualquier otro grupo animal. Su cuerpo se encuentra dividido en dos regiones: el cefalotórax (prosoma) y el abdomen (opistosoma), (figura 1a) aunque este último se encuentra subdividido en una porción anterior relativamente amplia, conformada por siete segmentos (el mesosoma), y una posterior angosta y muy flexible, constituida por cinco segmentos a manera de anillos (metasoma), denominada comúnmente como “cola”, que termina en una vesícula portadora de dos glándulas secretoras

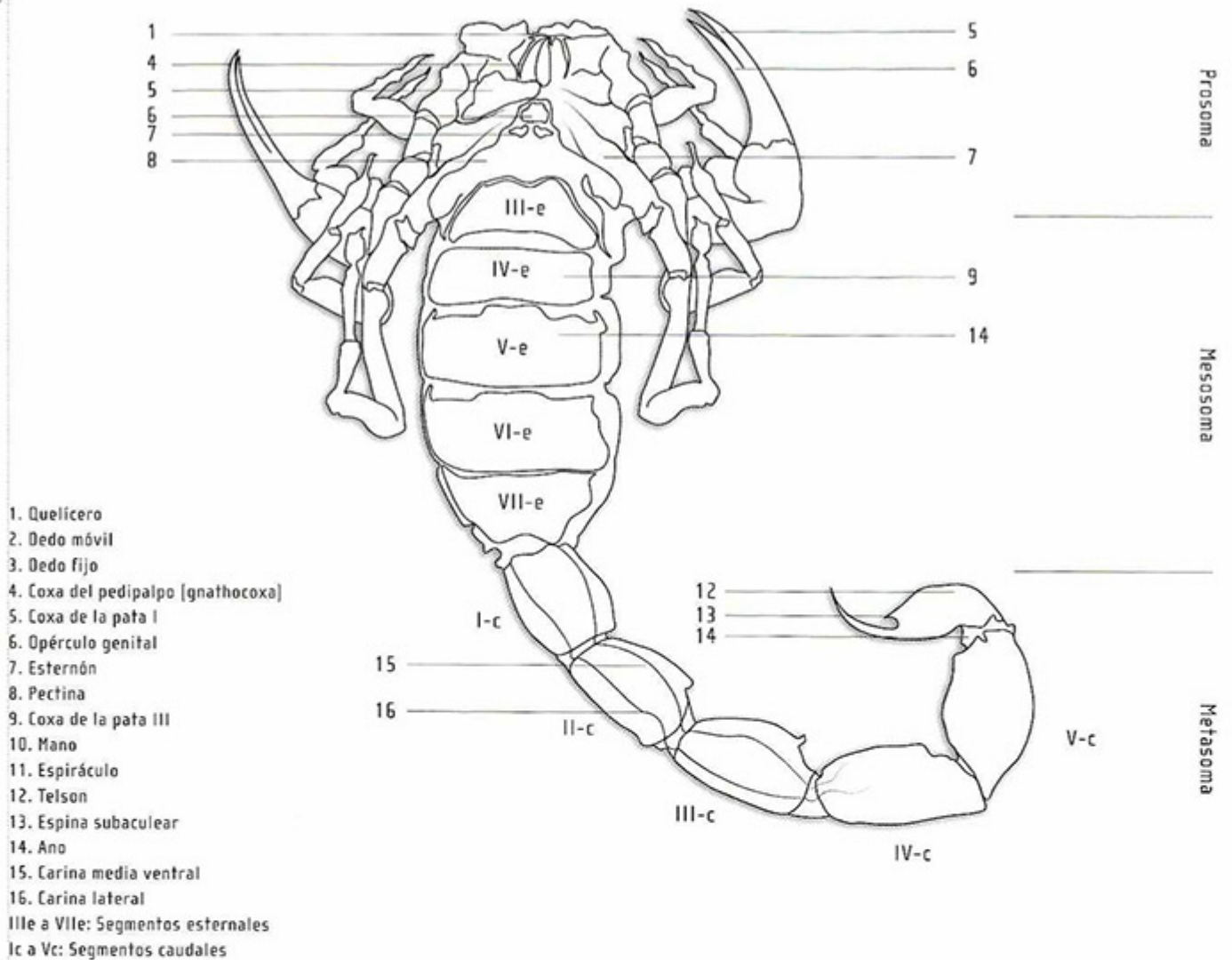
Figura 1a. Morfología externa de un escorpión, vista dorsal.



Otras características exclusivas de los escorpiones son la posesión de un par de órganos sensoriales a manera de peines (pectinas) en la región antero ventral del abdomen (figura 1b), la exhibición de comportamientos estereotipados de cortejo prenupcial, con cópula indirecta mediada por la liberación de un espermatóforo (paquetes portadores de esperma), la reproducción vivípara (rara en artrópodos), el cuidado maternal de las crías, gran longevidad, resistencia a radiaciones deletéreas, la exhibición de fluorescencia ante exposición a luz ultravioleta y su reconocida ancestralidad, que se remonta hasta el período silúrico hace alrededor de 450 millones de años (Brownell y Polis, 2001).

Los escorpiones son animales fascinantes además por la presencia de un conjunto sorprendente de adaptaciones bioquímicas, fisiológicas, comportamentales y ecológicas que, combinadas, les han permitido asegurar su ancestral supervivencia sobre el planeta. Infortunadamente, la atención que generan en el común de las personas procede de su reputación como organismos peligrosos y casi maléficos, debido al efecto nocivo de sus venenos. No obstante, sólo unas 25 de las 1.500 especies de escorpiones conocidas a la fecha poseen toxinas capaces de causar perjuicios severos o la muerte a seres humanos. Los venenos de los escorpiones han sido elaborados durante su larga historia evolutiva, con el fin de lograr una manera eficiente de dominar a sus presas habituales: los insectos. Las relativamente escasas interacciones perjudiciales entre escorpiones y humanos son debidas a accidentes involuntarios.

Figura 1b. Morfología externa de un escorpión, vista ventral.



nes tropicales y subtropicales. Altitudinalmente, es posible encontrarlos desde el nivel de mar hasta los 5.000 m, con una mayor concentración de especies entre los 0 y 2.000 m.

Aunque son considerados como “fósiles vivientes” debido a los pocos cambios morfológicos, su larga historia les ha conferido significativas adaptaciones metabólicas y fisiológicas que los constituyen como organismos ideales para el desarrollo de investigaciones que van desde aspectos bioquímicos, de comportamiento, hasta ecología evolutiva (Polis, 1990; Lourenço, 1990, 1992).

Los escorpiones conforman además un grupo con potencial para ser empleado como modelos en estudios biogeográficos, dada su reconocida ancestralidad, la escasa capacidad de dispersión y la fidelidad a ambientes específicos exhibida por la mayoría de los taxones (Lourenço 1991, 1996); en neurofisiología, debido a la actividad de sus toxinas como bloqueadores selectivos de transmisiones nerviosas y reacciones enzimáticas (Polis, 1990; Simard y Watt, 1990), y en agricultura, como catalizadores del efecto letal de los insecticidas (Xiong *et al.*, 1999).

En países como México y Colombia, los escorpiones son empleados como objetos artesanales o *souvenirs*, a manera de pisapapeles, llaveros, etcétera, lo cual implica un cierto grado de amenaza a las poblaciones locales de las especies en consideración, debido a que su extracción se efectúa directamente del medio silvestre.

atestigua su abundante registro fósil, por lo cual pueden ser considerados en la actualidad como un grupo "relictual". Tradicionalmente, se considera conformado por nueve familias vivientes; sin embargo, recientes revisiones revelan que podrían ser reconocidas entre 12 y 20 familias (Lourenço, 1998; 2000; Fet *et al.*, 2000). El número de especies descritas en el mundo es de aproximadamente 1500. En Colombia se encuentran representadas cuatro familias: Buthidae, Chactidae, Diplocentridae y Liocheilidae, y el número de especies registradas en el territorio nacional sólo sobrepasa el medio centenar (Flórez y Sánchez, 1995; Lourenço, 1997).

Historia natural

Los escorpiones generalmente inician su actividad hacia las horas del crepúsculo, cuando abandonan sus refugios en busca de alimento y/o pareja. Son de hábitos exclusivamente depredadores y su dieta está constituida principalmente por insectos, arácnidos y otros artrópodos, aunque ocasionalmente pueden alimentarse de pequeños vertebrados (Williams, 1987); un porcentaje de su dieta también la pueden constituir individuos de otras especies de escorpiones, y el canibalismo ocurre, aunque con menos frecuencia de lo que generalmente se les ha atribuido (Peretti y Acosta, 1999).

El encuentro entre macho y hembra es seguido de un comportamiento estereotipado que involucra una "danza prenupcial", en la cual el macho sujeta con las pinzas de sus pedipalpos a los palpos de la

El orden Escorpiones es hoy un grupo de escasa diversidad que tuvo una mayor riqueza en el pasado, como lo atestigua su abundante registro fósil.

hembra y la empuja hacia adelante y hacia atrás; posteriormente, el macho libera de su opérculo genital un espermátforo que se adhiere firmemente al sustrato, y seguidamente empuja a la hembra hasta provocar el contacto entre el espermátforo y el opérculo genital de la hembra, momento en el cual es expulsado un paquete espermático que fecundará los óvulos.

Los escorpiones son vivíparos, debido a que los huevos son retenidos en el

útero de la hembra hasta el parto, momento en el cual las crías emergen a través del opérculo genital y son ayudadas por los dos primeros pares de patas de las hembras, que adoptan una posición a manera de una "cesta natal", que permite a los recién nacidos ascender al dorso de la madre, en donde permanecen por espacio de 10-15 días hasta el momento de alcanzar su primera muda. En este período, las crías no pueden alimentarse por sí solas y utilizan residuos de las reservas nutritivas vitelinas. Luego de la primera muda, los juveniles comienzan a descender de la madre y a llevar una vida independiente.

El número de crías por parto es altamente variable, en un rango que va de 1 a 105 juveniles por camada (Polis y Sissom, 1990). El desarrollo postembrionario ha sido estudiado en algunas especies neotropicales, aunque muy poco se conoce acerca de este aspecto para las especies colombianas. Los datos registrados para las especies neotropicales indican que el período de gestación varía entre 2 y 10 meses; el tamaño de la camada, entre 2 y 91 crías; el número de mudas, entre 4 y 7; la madurez sexual se alcanza entre los 8 y 36 meses y la longevidad se establece en un rango que va de 21 a 60 meses.

La longevidad de los adultos en condiciones naturales es difícil de establecer, pero en el laboratorio han sido mantenidos por más de cuatro años (Polis y Sissom, 1990); Brownell y Polis (2001) señalan que los escorpiones maduros pueden vivir entre 2 y 10 años, y que algunas especies pueden alcanzar a vivir hasta 25 años, lo cual los constituye en uno de los organismos invertebrados con ciclos de vida más largos.

Los escorpiones forman parte de la cadena alimenticia de los ecosistemas en donde se encuentran siendo depredados y/o parasitados por otros organismos. Entre los principales depredadores de



Crías.

Venenos

Los escorpiones poseen venenos que son mezclas complejas de toxinas altamente específicas (Brownell y Polis, 2001); la mayoría de las toxinas de sus venenos son compuestos derivados de proteínas

Especies de importancia médica en Colombia



Centruroides gracilis



Tityus asthenes



Tityus pachyurus



Tityus fuhrmanni

Los venenos de mayor toxicidad se encuentran en las especies de la familia Buthidae que habitan en ambientes desérticos o semidesérticos. Estos venenos son sustancias citotóxicas y neurotóxicas, conformados por complejos de proteínas, serotonina, sales y diversos compuestos orgánicos (Simard y Watt, 1990).

La sintomatología puede ser local o sistémica, dependiendo de las toxinas involucradas en el envenenamiento. En el primer caso, se presenta dolor y edema en el sitio de la picadura. Los efectos sistémicos son de índole variada (cardiovasculares, respiratorios, neurológicos, gastrointestinales o combinaciones de ellos) y pueden incluir náuseas, vómito, sudoración, dolor abdominal, disnea, hipertermia, taquicardia o bradicardia, miocardiopatías, arritmias, hiper o hipotensión, pancreatitis, lacrimación, convulsiones, edema pulmonar, hiperglicemia y desequilibrios ácido-básicos.

Aunque en el territorio colombiano no se encuentran especies reconocidas como letales, sí existen especies de los géneros *Centruroides* y *Tityus* que esporádicamente causan envenenamientos graves en humanos y aun la muerte en algunos casos extremos (Pineda y Castellanos, 1998). Especies de estos mismos géneros producen índices significativos de mortalidad en humanos en otras regiones del continente, como México y Brasil.

Comentarios finales

No obstante que el conocimiento de la diversidad y distribución geográfica de los escorpiones en Colombia fue iniciado hace un siglo y medio, sólo a partir de las dos últimas décadas el escorpión ha venido siendo objeto de estudios intensivos; sin embargo, aspectos como la biología, la ecología y el comportamiento, así como la toxicología y los métodos para contrarrestar su acción, son todavía incipientes. Por consiguiente, es mucho lo que aún hay por conocer y aprender de estos antiquísimos y enigmáticos animales.

Referencias

- Brownell, P. y G. Polis (2001), *Scorpion biology and research*, Oxford University Press.
- Fet, V., W. Sissom, G. Lowe y M. Braunwalder (2000), *Catalog of the scorpion of the world (1758-1998)*, The New York Entomological Society, 690 pp.
- Flórez, E. y H. Sánchez (1995), "Diversidad de los arácnidos de Colombia. Aproximación inicial", en *Colombia: diversidad biótica I*, O. Rangel (ed.), Instituto de Ciencias Naturales, Inderena, Fes, pp. 327-372.
- Lourenço, W. (1990), Modèles de stratégie reproductrice chez les scorpions; corrélation avec des centres d'endémisme dans la région néotropicale. *En: C.R. Xlleme. Coll. Europ. Arachnol. Paris*, pp. 229-234.
- (1991), La «province» biogeographique guyanaise; etude de la biodiversité et des centres d'endémisme en vue de la conservation des patrimoines génétiques. *C. R. Soc. Biogeogr.* 67(2): 113-131.
- (1992), Biogéographie évolutive, écologie et les stratégies biodémographiques chez les scorpions neotropicaux. *C. R. Soc. Biog.* 67(4): 171-190.
- (1996), The biogeography of scorpions. *Revue Suisse de Zoologie*, vol. hors serie 104(1): 61899-94.
- (1997), Synopsis de la faune de scorpions de Colombie, avec des considérations sur la systématique et la biogéographie des espèces. *Revue Suisse de Zoologie* 104(1): 61-94.
- (1998), Panbiogeographie, les distributions disjointes et le concept de famille relictuelle chez les scorpions. *Biogeographica* 74(3): 133-144.
- (2000), Panbiogeographie, les familles des scorpions et leur repartition géographique. *Biogeographica* 76(1):21-39.
- Peretti, A. y L. Acosta (1999), *Sexual cannibalism in scorpions: fact o fiction?*, *Biol. J. Linn. Soc.* 68: 485-496.
- Pineda, D. y A. Castellanos (1998), Escorpionismo en Girardot, Hospital San Rafael, enero-junio 1994. *Tribuna Médica* 98(1): 19-28.
- Polis, G. (1990), *The biology of scorpions*. Stanford University Press, 587 pp.
- Polis, G. y W. Sissom (1990), "Life history", en *The biology of scorpions*, Stanford University Press (Ed. G. Polis), pp. 161-223.
- Polis, G., W. Sissom y S. McCormick (1981), *Predators of scorpions: field data and a review*, *J. Arid. Environ.* 4: 309-327.
- Simard, J. y D. Watt (1990), "Venoms and toxins", en *Biology of scorpions*, Ed. G. Polis, pp. 414-443.
- Sissom, D. W. (1990), "Systematics, biogeography and paleontology", en *Biology of Scorpions* (Ed. G. Polis), pp. 64-160.
- Xiong, Y., M. Ling, Z. Ian y D. Wang (1999), *The DNA sequence of an excitatory insect selective neurotoxin from the scorpion Buthus martensi Karsch*, *Toxicon* 37, pp. 355-341.

Recuperación de la memoria histórica para las violaciones de los derechos humanos

Omar Huertas Díaz
Magíster de la Universidad Nacional.
Candidato a Doctor de la Universidad Oberta

Introducción

En estos últimos años, todos hemos oído hablar de algo llamado “recuperación de la memoria histórica”. La mayoría de las personas sabe que se trata de algo que hace referencia a la guerra y a la represión, pero todo son ideas que no reflejan el contenido del concepto. Desde los medios de comunicación se dan noticias sobre actividades y opiniones sesgadas de especialistas en diversas materias, que dan una imagen distorsionada del tema. Casi todo se está viendo reducido a reivindicaciones nostálgicas y privadas de familiares y protagonistas de una época que no sólo se ha pretendido olvidar, sino que, en la actualidad, se trata de mostrar como algo histórico que nada tiene que ver con nuestro presente (Pedreño, 2004).

¿Qué es la memoria histórica?

“El pueblo que no conoce su historia esta condenado a repetirla”. Esta frase sintetiza lo que se podría denominar memoria histórica. Para el español José María Pedreño (Presidente del Foro por la Memoria), para que esta frase evoque realmente lo que es la memoria histórica, “deberíamos matizarla añadiendo que el pueblo que no conoce su historia no comprende su presente y, por lo tanto, no lo domina, porque son otros los que lo hacen por él” (Pedreño, 2004).

El olvido de los procesos históricos o el conocimiento vago del pasado generan la falta de comprensión del presente y del futuro de un pueblo, apatía por la participación y la democracia.

La memoria histórica debe ser tratada desde todos los aspectos posibles: humanos, culturales y políticos. En cuanto al primero, los seres humanos construyen la historia y son los que se ven afectados por la misma, la atención de las personas debe estar entre las cuestiones a resolver en primer lugar. El homenaje, la explicación de la verdad a los familiares, la atención psicológica, el reconocimiento social e institucional y la justicia reparadora, tanto en lo moral como en lo material, la recuperación de la dignidad de estas personas, son tareas que forman parte de la recuperación (concepto éste que implica la existencia de una memoria histórica objetiva, parcialmente perdida o eclipsada, y que por ello necesita ser recuperada, no ya construida) de la memoria histórica.

Respecto a los aspectos culturales, es importante la investigación histórica y científica para conocer la verdad de los hechos; libros (Huertas, 2006), publicaciones, documentales, exposiciones, seminarios, charlas y debates para dar a conocer los hechos; la creación artística, como la novela, las películas, las obras de teatro, la poesía, la pintura, la escultura y los monumentos. Y finalmente está la dimensión política de la recuperación de la memoria, que tiene que ver con aspectos institucionales, jurídicos, ideológicos y sociales (Rojas, 2004).

La memoria histórica y su necesidad

El paso del tiempo impone el deber de memoria, realizando inevitablemente su necesidad. Cada per-

vulnerabilidad de la condición humana (Ricoeur, 2000), y no puede ser impuesto (*ni siquiera por artificios "legales", como la amnistía o la prescripción*): hay un deber ético de memoria (Weill, 2002).

La conciencia del deber de memoria parece formarse en nuestros tiempos en escala universal. Recientemente, por primera vez en su historia, la Asamblea General de Naciones Unidas celebró, el 24 de enero de 2005, una sesión extraordinaria (la 28a), específicamente para conmemorar un evento, a saber, el sexagésimo aniversario de la liberación de los campos de concentración y exterminio nazis. En dicha sesión extraordinaria, las delegaciones de algunos países resaltaron el deber de memoria (invocado por Bulgaria, Bielorrusia, Benin), incluso para combatir el revisionismo histórico (como fue alertado por Rusia e Italia) y la indiferencia general que lamentablemente ha circundado sucesivas atrocidades en la historia contemporánea (como fue advertido por Canadá, Tanzania, Ruanda, Kenia y Nueva Zelanda), habiendo, además, quien repudiara expresamente el crimen de Estado (como la Delegación de Armenia) (ONU/A.G., 2005).

La 28a sesión extraordinaria de la Asamblea General de Naciones Unidas se revistió efectivamente de gran significación y simbolismo, en un momento en que los testigos directos (los sobrevivientes) de las referidas atrocidades envejecen, y en el futuro ya no se podrá contar con ellos. De ahí la justa importancia atribuida al cultivo de la memoria, ante la amenaza del revisionismo histórico, sin compromiso alguno con el inconmensurable sufrimiento humano de los victimizados (Liss, 1998).

Como no se puede cambiar el pasado, el cumplimiento del deber de memoria es no sólo el rescate de una deuda (*individual y social*) con las

El olvido agudiza la vulnerabilidad de la condición humana y no puede ser impuesto por artificios legales como la amnistía o la prescripción.

víctimas fatales, sino además una medida de garantía de no repetición de las graves violaciones de los derechos humanos. El deber de memoria es, en realidad, un imperativo de justicia y dignidad, es un deber que cada uno tiene consigo mismo, y que además recae sobre todo el cuerpo social.

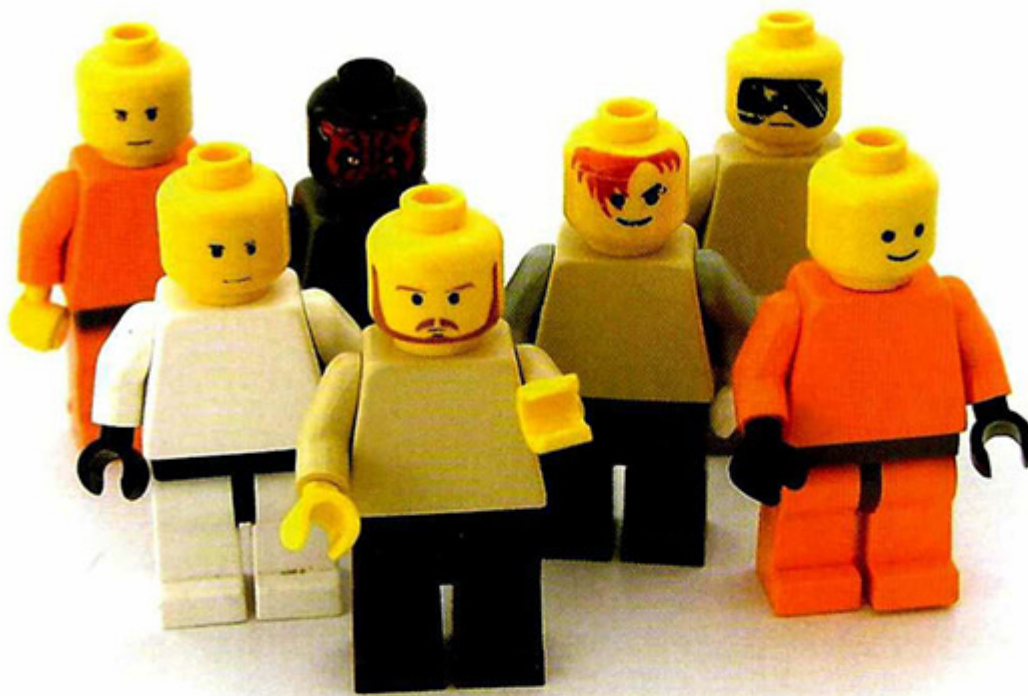
La verdad es que necesitamos la memoria, unos de los otros; los hijos necesitan la memoria de los padres envejecidos que los quieren, y éstos necesitan la memoria de sus hijos. Todos se encuentran ligados (y no separados) en el tiempo. La memoria es un deber de los vivos hacia sus muertos; los muertos necesitan la memoria de sus sobrevivientes queridos, para que no dejen de existir en definitiva (Cançado, 2005).

La experiencia de reconstruir la memoria histórica

En 1995, dos años antes de la firma de los Acuerdos de Paz entre el gobierno de Guatemala y la guerrilla de la Unidad Revolucionaria Nacional Guatemalteca (URNG), la Oficina de Derechos Humanos del Arzobispado (ODHAG) y las diferentes diócesis de la Iglesia católica iniciaron un proyecto para recoger testimonios sobre las violaciones de los Derechos Humanos en ese país.

La iniciativa se llamó Proyecto de Reconstrucción de la Memoria Histórica en Guatemala (Remhi). Como parte del proyecto, surgió el informe *Guatemala: nunca más*, presentado al país en 1998 luego de recoger 5.180 testimonios de víctimas y sobrevivientes. Dos días después, su coordinador general, el obispo Gerardi Conedera, fue asesinado en un oscuro atentado, en el cual participaron miembros del ejército guatemalteco, lo que demuestra las dificultades a las que se enfrenta este trabajo de reconstrucción de la memoria.

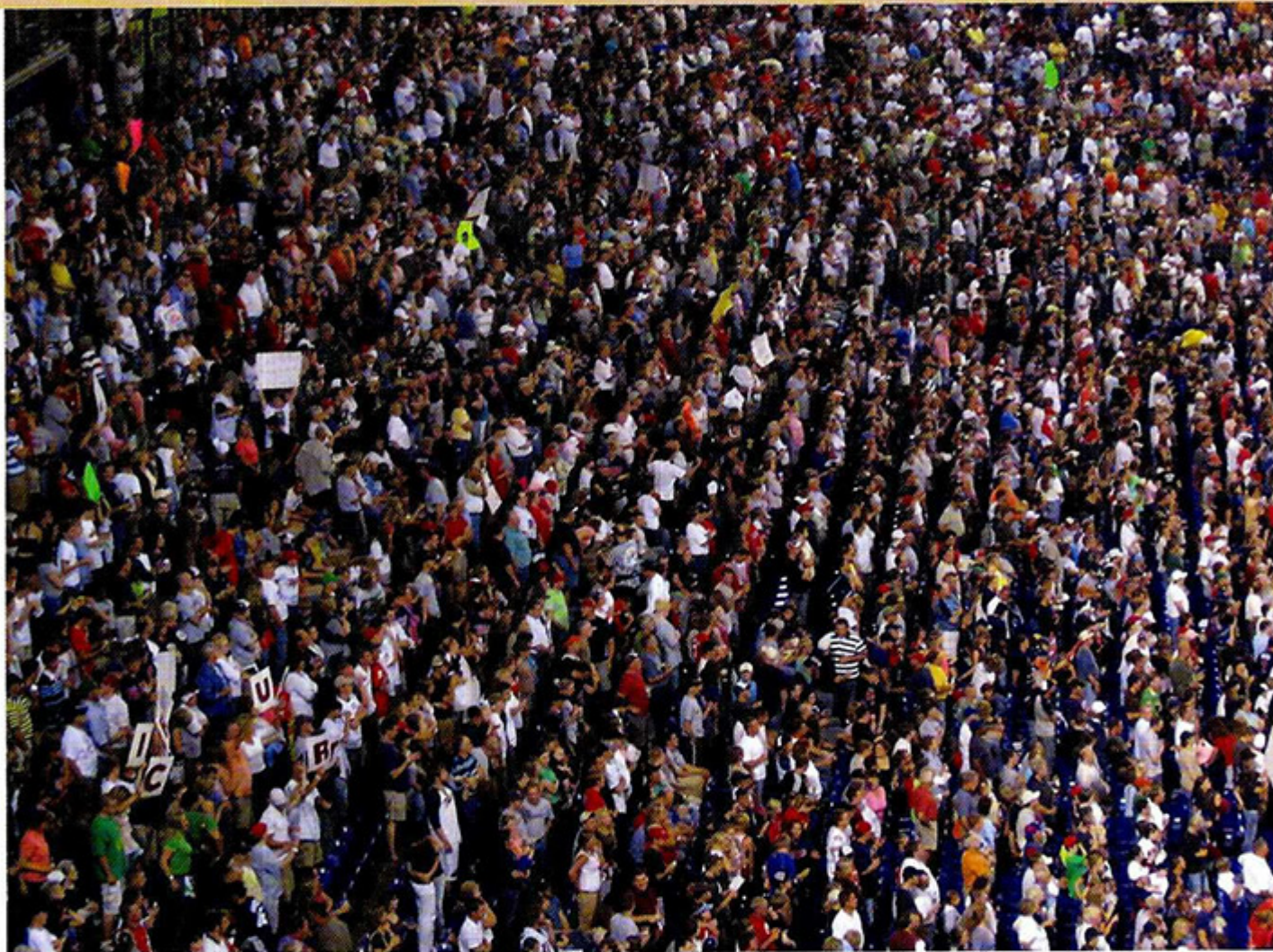
El proyecto Remhi estaba sustentado en la convicción de que además de su impacto individual y colectivo, la represión política le había quitado a la gente su derecho a la palabra. Frente al gran desafío de dar a conocer la verdad e investigar responsabilidades, este proyecto se convirtió en un esfuerzo



y la guerrilla. Esta Comisión empezó a trabajar dos años después en un país multicultural, plurilingüe y aún dominado por el miedo. Guatemala, con 11 millones de habitantes y aproximadamente un 60% de población indígena maya, vivió una guerra de 36 años que dejó cerca de 200.000 muertos y desaparecidos. En los ochenta, el Ejército desarrolló una campaña de “tierra arrasada” para erradicar a la guerrilla que produjo cientos de miles de refugiados y desplazados internos, así como 400 aldeas destruidas y más de 600 masacres. El Ejército y los grupos paramilitares (PAC) fueron responsables del 95% de las violaciones a los derechos humanos, y la guerrilla, del 3%.

El Remhi fue, en este sentido, un intento de generar una movilización colectiva en torno a la memoria y la experiencia de las víctimas, para contribuir a los procesos de reconstrucción posconflicto. Se trataba de incluir en la agenda de la transición las necesidades de las víctimas y la lucha contra la impunidad, como nuevas bases para la reconstrucción de la sociedad guatemalteca, fracturada por décadas de opresión, violencia y exclusión social de la población maya. Cada historia estaba impregnada de sufrimiento, pero también de muchas ganas de vivir y de resistencia. El testimonio tenía que ayudar a reconocer el dolor, pero también a rescatar la dignidad que la violencia había tratado de suprimir.

Para las víctimas y los familiares que dieron sus testimonios, el conocimiento de la verdad era una de las principales motivaciones. Mucha gente se acercó para contar su historia porque no había sido escuchada antes, y agregaba un “Créame”. Esa demanda implícita de dignificación está muy ligada al reconocimiento de la injusticia y a la reivindicación de las víctimas y los familiares como personas cuya dignidad trató de ser arrebatada: “nos hicieron más que a los animales”. Un motivo más para dar los testimonios fue la posibilidad de que se investigara el paradero de sus familiares y se realizaran exhumaciones. Detrás de muchas de esas demandas había no sólo necesidades psicológicas sino también problemas prácticos, como los cambios en la titularidad de la tierra o la recuperación de sus propiedades. Otras personas se acercaron para pedir justicia y castigo a los culpables, que en muchas ocasiones eran victimarios conocidos en las comunidades. Tener en cuenta las necesidades y perspectivas de las



Mucha gente que dio su testimonio consideraba que la búsqueda de la verdad no terminaba con la elaboración de un informe, sino que la memoria tenía que volver adonde nació y apoyar el proceso de reconstrucción social, mediante la producción de materiales, realización de ceremonias, etcétera. Al principio, algunos nos dijeron: “la guerrilla y el gobierno ya van a firmar la paz... ¿pero qué pasa con todo el daño y las fracturas en nuestras comunidades?”. Fue importante escuchar las demandas de los sobrevivientes, que incluyeron el respeto a los Derechos Humanos, a la Verdad y a la Justicia; cambios sociales para la paz, incluidos la desmilitarización y cambios socioeconómicos, reparación y resarcimiento de las víctimas.

El informe Remhi también ayudó a develar los mecanismos que hicieron posible la crueldad y la sevicia extrema de la violencia contra la población civil que se vivió en Guatemala. Y esto se pudo hacer no sólo a partir de los testimonios de miles de víctimas, sino también de algunos perpetradores que describieron el sistema de formación de cuerpos militares basado en el reclutamiento forzoso, en un entrenamiento en la obediencia, en un fuerte control de grupo y en la complicidad en las atrocidades. Esto demostró que el problema no podía circunscribirse al victimario en términos individuales, puesto que estábamos hablando de violencia organizada. Ese sistema explica, en gran medida, el carácter tan destructivo que tuvo la represión política, que también se manifiesta hoy en día, en la posguerra, en numerosas formas de violencia, ya que una gran parte de esa red se mantiene intacta. En Guatemala, como en otros muchos países, que la tragedia no se repita depende, en gran medida, del desmantelamiento de los mecanismos que han hecho posible el horror.

Aunque el conflicto armado terminó, sus consecuencias se manifiestan a largo plazo y amenazan el futuro de la convivencia. En primera línea de la agenda de la posguerra está acabar con la impunidad, enfrentar los problemas sociales, como la propiedad de la tierra, y crear condiciones políticas reales

no terminó con dicha publicación y difusión: en numerosos lugares del país, ese trabajo por la memoria sigue caminando en forma de procesos locales, de demandas hacia la Comisión Nacional de Reparación o el trabajo de organizaciones de Derechos Humanos. Más globalmente, el trabajo de reconstrucción de la memoria trató de ampliar los límites que aún hoy quieren imponer quienes siguen detentando el poder político y económico en Guatemala. Este trabajo ha estimulado, también, el logro de resultados a veces invisibles en medio de las enormes dificultades de la posguerra, como el impulso de las demandas de las víctimas, los procesos comunitarios, el conocimiento de la verdad y los pasos en la lucha contra la impunidad, que son una esperanza para el futuro (ODHAG, 1998).

Conclusión

En la actualidad, el Estado colombiano se dispone a tomar decisiones importantes para su presente y su futuro. Esas decisiones tienen que ver con el marco jurídico y político por medio del cual los grupos armados organizados al margen de la ley se reincorporarán al seno de la sociedad, se garantizará el derecho a la verdad, a la justicia y a la reparación de las víctimas y se enfrentará la lucha contra la impunidad.

La Recuperación de la Memoria Histórica es un punto vital que no se puede olvidar al tomar dichas decisiones, ya que ésta va más allá de la búsqueda de un familiar desaparecido, del logro de una pensión para un ex preso político, de un indulto o una amnistía para un victimario, de la publicación de un libro, de la excavación arqueológica de una fosa común. Sólo la suma eficaz, cierta y coordinada de todos los elementos tanto humanos como jurídicos, institucionales, filosóficos, culturales y sociales, nos permite vislumbrar una verdadera Recuperación de la Memoria Histórica para las Víctimas de violaciones a los Derechos Humanos, y más aún en un país como el nuestro, en el cual los valores democráticos y de justicia, así como el respeto a la vida y a la opinión de los demás, no se garantizan con la efectividad necesaria.

Es la suma de todos los elementos la que nos da algo más que el todo y ese algo más es la Memoria Histórica y su efectiva recuperación (Pedreño, 2004).

Referencias

Cançado, A. (2005), Voto razonado al votar a favor de la adopción de la sentencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos en el caso de Gutiérrez Soler versus Colombia, 11-16.

Huertas, O., V. Cáceres, N. Chacón, W. Gómez, E. Castellanos y J. Sanabria, (2006), *Colombia ante la Corte Interamericana de Derechos Humanos. Recuperación de la Memoria Histórica, 1995-2006*, Bogotá, Ediciones Jurídicas Ibáñez.

Juan Pablo II (2005), *Memoria e identidad. Conversaciones al filo de dos milenios*, 95, 109, 131, 176-177 y 183.

Liss, A. (1998), *Trespassing through Shadows. Memory, Photography and the Holocaust*, Minneapolis/London, Univ. of Minnesota Press, XII-XIII, 8, 72, 82, 86, 116 y 121.

ODHAG (Oficina de Derechos Humanos del Arzobispado de Guatemala) (1998), Informe Proyecto Ínter diocesano de Recuperación de la Memoria Histórica, *Guatemala: nunca más. Impactos de la violencia*, LI/Arzobispado de Guatemala.

ONU/A.G. (2005), (28e. session extraordinaire), *Soixante ans après la libération des camps de concentration. Communiqué de presse AG/10330*, del 24.01. N.Y., N.U., 8, 9 y 10-11.

Pedreño, J. M. (2004), "¿Qué es la Memoria Histórica?", *Revista Pueblos (España)*, N° 12.

Ricoeur, P. (2000), *La mémoire, l'histoire, l'oubli*, Éd. Seuil, 374-375.

Rojas, F. (2004), Proyecto de Acuerdo N° 206 de 2004, "Por el cual se crea el Parque de la Vida y se dictan normas para la recuperación de la Memoria Histórica", 4-5.

La tercera vía en biocombustibles: Imitar a la naturaleza

Alejandro Amadeus Castro Vega

Ingeniero Químico

Grupo de Nanotecnología de Buinaima

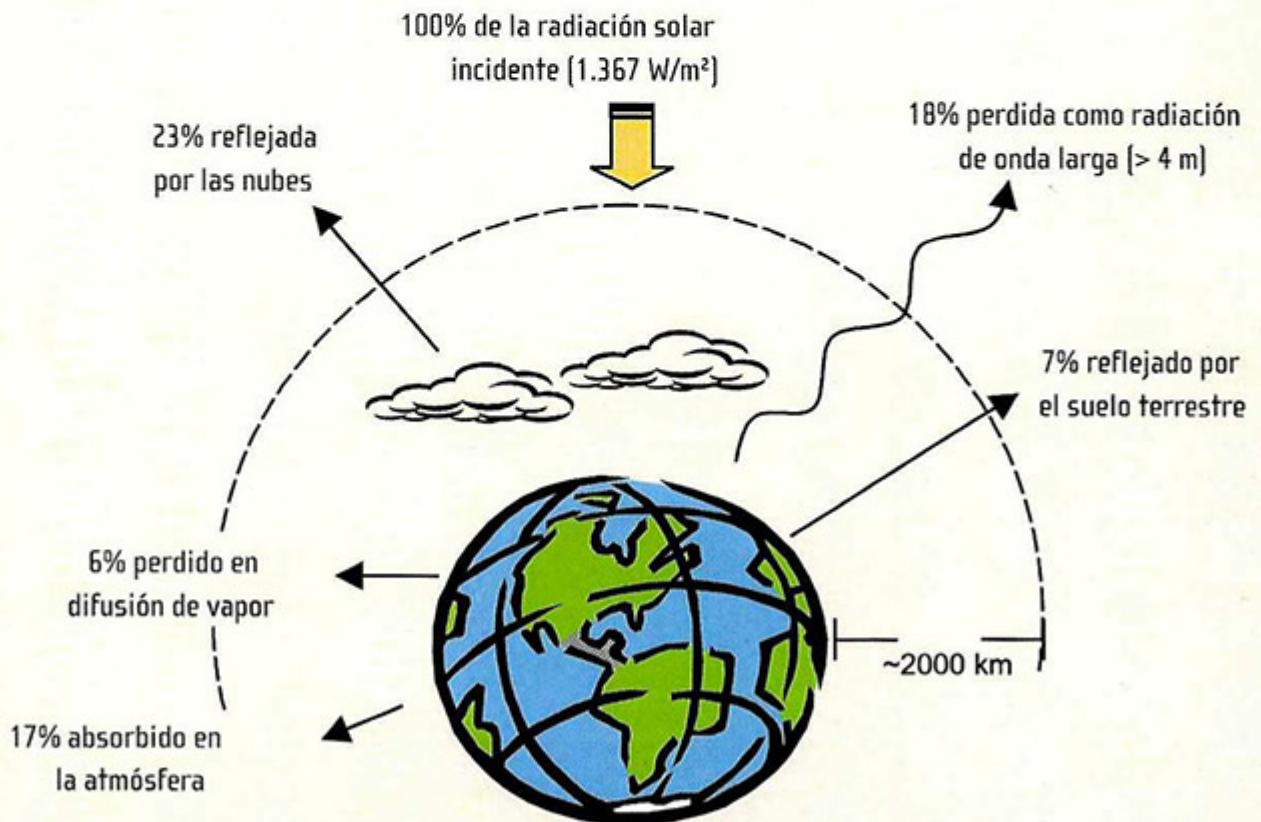
aacastrov@unal.edu.co

La energía almacenada en la biomasa

De alguna forma, toda la energía que el ser humano ha utilizado y puede utilizar proviene del Sol (Tonda, 1998). La cantidad de energía que recibe la Tierra supera en más de 10.000 veces la demanda energética total de la humanidad en su diario vivir (Jarabo, 1999). Las especies vegetales sobre los suelos representan el modelo básico de utilización de la energía. Son la única fuente renovable que se almacena automáticamente y conforman un amplio colector solar repartido por toda la Tierra, que opera a gran escala.

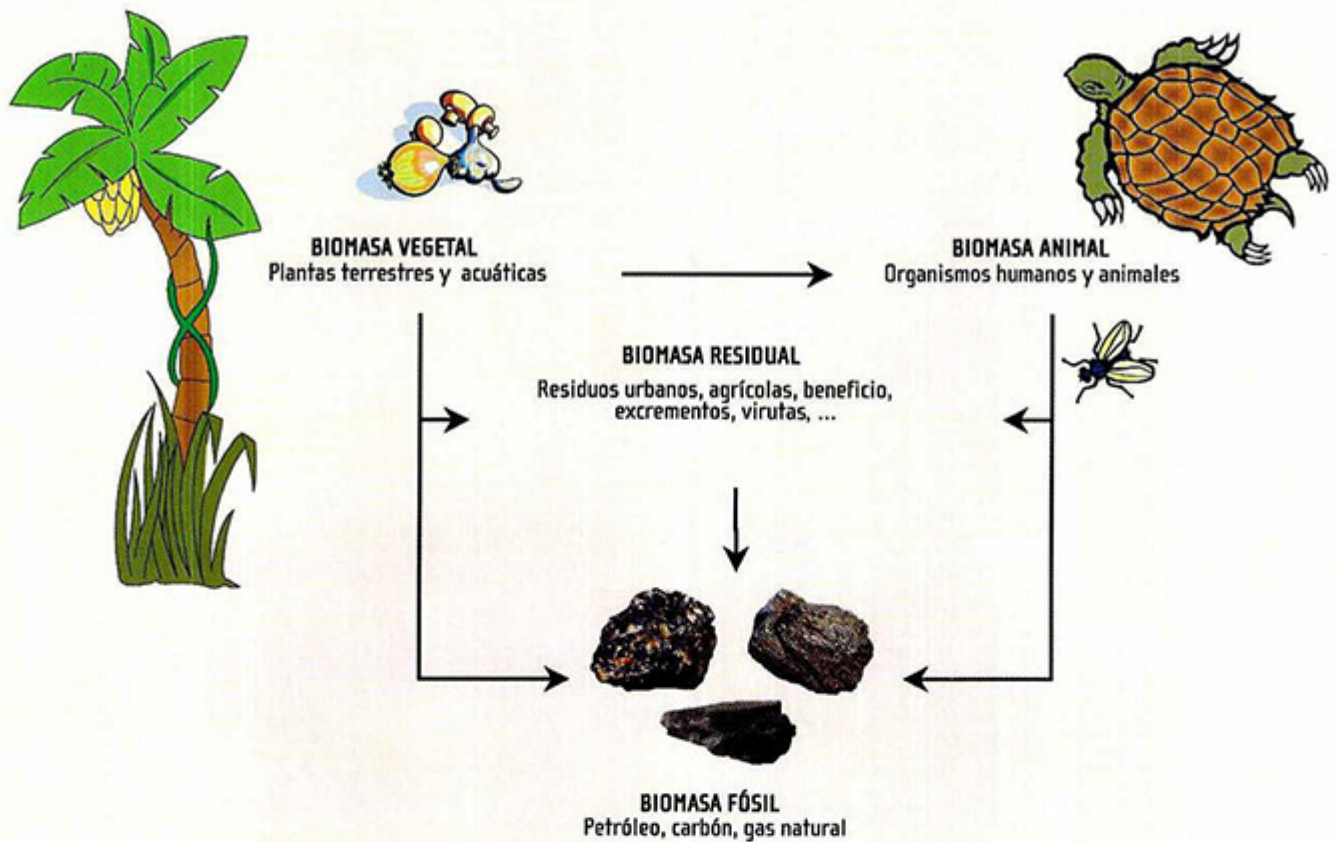
El 100% de la radiación solar incidente con longitud de onda inferior a 4 micras (rayos X, rayos gamma, luz ultravioleta, visible y parte del infrarrojo) sobre la atmósfera terrestre es de aproximadamente 1.367 vatios por cada metro cuadrado (W/m^2). Este potencial energético solar podría utilizarse para su transformación si existiera algún mecanismo con el que pueda ser recogido totalmente. El 23% de esta energía es reflejada por las nubes hacia el espacio exterior, 17% es absorbida por la atmósfera, 6% se pierde por difusión de gotas de todo tipo de líquidos suspendidos en el aire, 7% es reflejada por el suelo terrestre y 18% retorna al espacio como radiación de onda larga ($>4\text{ m}$). Sólo 29% de esta energía queda en nuestro planeta, aproximadamente noventa y cinco mil billones de vatios ($95.13 \times 10^{15}\text{ W}$) (Tonda, 1998), de la cual una fracción aun más reducida (unos cien billones de vatios) es interceptada y usada para fotosíntesis por las plantas terrestres.

Figura 1. Balance de energía terrestre



Balance de energía sobre la Tierra para radiaciones solares de onda corta (inferior a 4 micras, μm): radiación infrarroja, luz visible, ultravioleta, rayos gamma y rayos x). Se considera el límite de la atmósfera terrestre (2.000 km de altura sobre el nivel del mar), aunque el 99% de su masa está concentrado a 120 km de altura. Como dato de comparación, la Tierra tiene un radio aproximado de 6.378 km.

Figura 2. Tipos de biomasa y conexiones



Tipos de biomasa. La biomasa vegetal es primordial: los animales se alimentan de ella y, al asimilarla, constituyen biomasa animal; cuando alguna muere o es modificada por algún proceso, se degrada a biomasa residual y, en las condiciones apropiadas, puede degradarse hasta convertirse en biomasa fósil.

Fuente: elaborada con datos de Jarabo, 1999.

Pese a que la fotosíntesis es un proceso con un rendimiento muy bajo, entre 0,5 y 2,5%, la operación es rentable debido a la gratuidad de la energía solar y la utilidad de los productos finales y su transformación (alimentos); y aunque el 40% de la biomasa mundial es de tipo acuático, la restante, que es terrestre, posee energía equivalente a toda la que permanece almacenada en los combustibles fósiles que yacen en los subsuelos ($\sim 30 \times 10^{21}$ Julios). Esta energía, en la mayoría de los casos, se 'pierde' todos los días en los procesos naturales de degradación propios de la biomasa.

La biomasa puede ser vegetal, animal, residual o fósil¹. El término biomasa se usará de manera recurrente en este artículo, de forma que conviene acogerse a una definición (Jarabo, 1999):

Biomasa es el conjunto de plantas (terrestres y acuáticas), sus residuos, subproductos y derivados de su transformación por animales o procesos tecnológicos.

Esta biomasa es útil al ser humano, los animales y las mismas plantas, principalmente en cuanto alimento, pero sólo una parte de la biomasa disponible se utiliza, el resto se transforma en residuos que, en gran medida, no son utilizados.

El petróleo, tal como se conoce actualmente, proviene de la evolución de los residuos orgánicos durante millones de años en este tipo de ambientes y en temperaturas que no superaron los 150°C. Sin embargo, los niveles de presión logrados por los depósitos de limo y las capas de sedimentos fueron considerablemente elevados, lo suficiente como para permitir la transformación de la biomasa en petróleo.

1. En determinados períodos geológicos se produjo biomasa que, por medio de procesos fisicoquímicos, se transformó en petróleo, gas y carbón que constituyen

léculas de dióxido de carbono en un proceso llamado descarboxilación y se transformó en kerógeno, una forma inmadura de petróleo; posteriormente, con el paso de los siglos, el kerógeno también sufrió modificaciones químicas en este ambiente acuoso, caliente y presurizado, hasta convertirse en petróleo (Schobert, 1990). Este hecho ha sido demostrado en laboratorio al someter kerógenos extraídos del subsuelo a calentamiento en un medio acuoso (Koopmans, 1998).

Para recrear el procedimiento con el que la naturaleza convirtió la biomasa residual en las fuentes de energía que hoy conocemos como combustibles fósiles, se parte de la hipótesis de que un moderado aumento en la temperatura produce los mismos resultados en un largo tiempo geológico que los que se consiguen a una temperatura alta en pocos minutos, cuando esta conversión es acelerada por sustancias catalizadoras (Siskin y Katritzky, 2000). De esta manera, en teoría, se puede acelerar el proceso de fosilización, conversión o valorización de los residuos orgánicos por medio de un tratamiento a alta presión, alta temperatura, en un ambiente carente de oxígeno (anaerobio) y el uso de un catalizador adecuado. Éste es un proceso en el que la combinación de agua y altas temperaturas tiene un nombre propio: un proceso hidrotérmico (del griego *hidro* = agua, *termico* = calor). Cuando se emplea para la producción de biocombustibles a partir de biomasa o sus residuos, la denominación a utilizar es “conversión hidrotérmica”. Este término, que hasta hace unas décadas era exclusivo de los geólogos, ya se utiliza también entre ingenieros químicos y de procesos.

La conversión hidrotérmica

Científicamente, la conversión hidrotérmica se define como un proceso en el que se combinan agua, presión y temperatura. Elevar la temperatura activa las reacciones de conversión y la presión debe ser la necesaria y suficiente para mantener el agua en estado líquido (Annee y Ruyter, 1986); además, al incrementar la presión, aparece un efecto poco usual: el agua se hace más ácida, debido al aumento de la concentración de iones de agua disociados. Tal aumento de iones se expresa mediante el término pK o “logaritmo decimal de la concentración de iones hidrógenos” ($pK = \text{Log}_{10} (H^+)$).

Cuando la conversión hidrotérmica entró en los dominios de la ingeniería, su primer uso fue como mecanismo de gestión de residuos, se orientó hacia la oxidación y destrucción de residuos tóxicos y peligrosos. Desde el inicio de

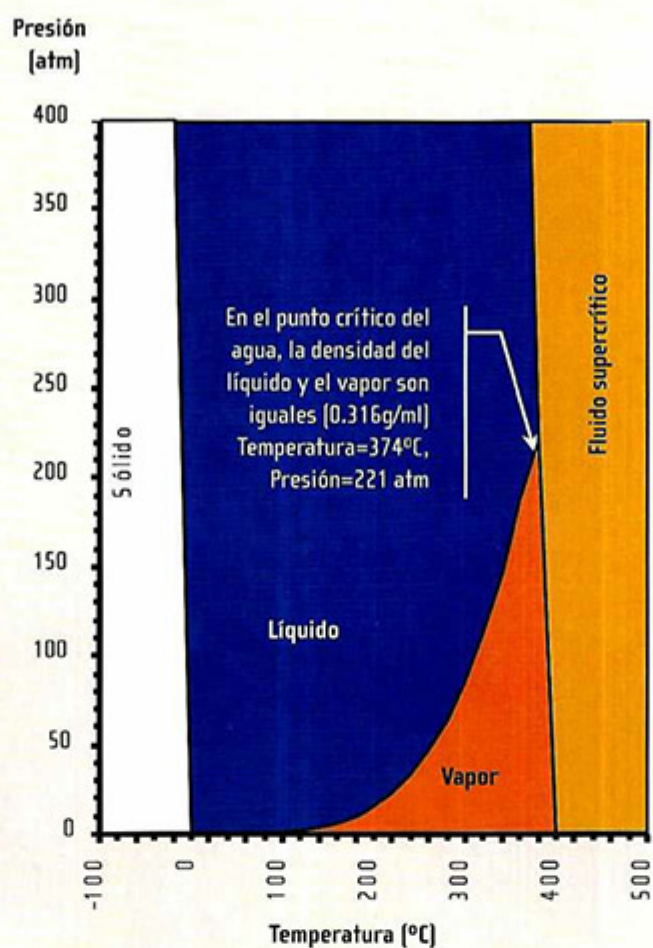
la década de 1980 se estudia como un mecanismo para producir petróleo de forma acelerada. Las primeras investigaciones intensivas en este proceso fueron motivadas por el hecho de encontrar “una solución ecológicamente satisfactoria” para

generar residuos (tóxicos) militares, industriales y urbanos, porque la materia orgánica se podía convertir en gas carbónico (como componente principal) y agua exclusivamente. La presencia de elementos nitrogenados en los residuos produce amoníaco y nitrógeno gaseoso. Los ácidos minerales que se forman durante las reacciones son completamente solubles en agua y se neutralizan como sales inorgánicas. No se producen emisiones de gases contaminantes (dioxinas, óxidos de nitrógeno y azufre), pero sí se puede producir amoníaco (Benjamin *et al.*, 2004) y, en algunos casos, el azufre puede precipitarse en más de 80% de los casos en la forma de azufre elemental o gasificado como sulfuro de hidrógeno (H_2S) (Modell *et al.*, 1978).

Las reacciones en sistemas hidrotérmicos (agua a alta temperatura y presión) son de gran interés científico y para la ingeniería. En la naturaleza existen condiciones hidrotérmicas dentro de la corteza terrestre. Si estas condiciones se repiten en un laboratorio con una temperatura que se acerque a 374°C

La cantidad de energía que recibe la tierra, que procede del Sol, supera en más de 10.000 veces la demanda energética total de la humanidad en su diario vivir.

Figura 3. Diagrama de fases del agua

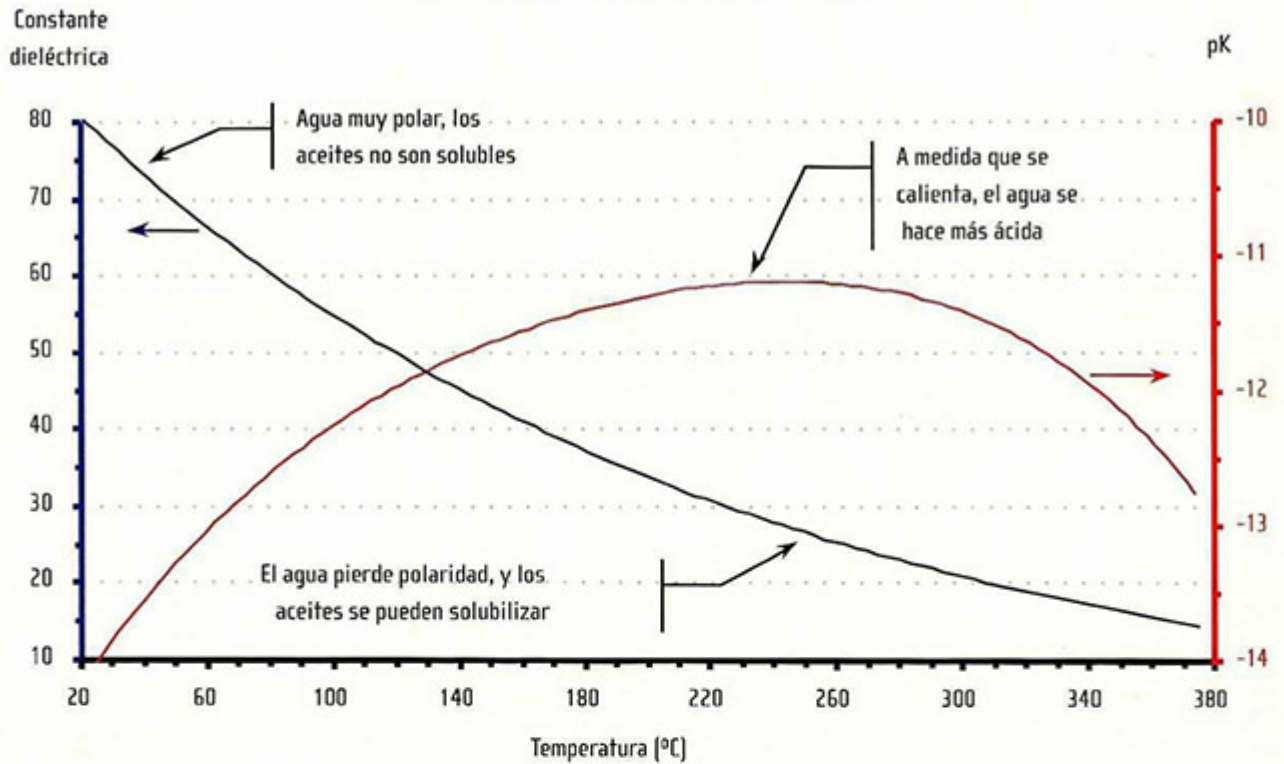


El significado del punto crítico de una sustancia puede definirse así: "En cuanto la presión y la temperatura de un líquido y su vapor se incrementa, la expansión del líquido lo hace menos denso. Al mismo tiempo, mientras la presión aumenta, el vapor o gas se comprime y se hace más denso. En el punto crítico, las densidades de las dos fases se hacen idénticas y ya no se puede distinguir alguna diferencia entre ellas, entonces, se dice que el fluido alcanzó su punto crítico".

próxima a su temperatura crítica y permite reacciones rápidas (Benjamin *et al.*, 2004) que son muy lentas a bajas temperaturas. Si la temperatura del agua se incrementa aún más y sobrepasa los 374°C, ésta se convierte en un fluido supercrítico (figura 3): sigue siendo agua, pero su comportamiento se parece en algunos aspectos al de los gases. En estas condiciones también es posible hacer conversión hidrotérmica, aunque no necesariamente se obtendrán biocombustibles líquidos.

Mientras la temperatura del agua aumenta hasta acercarse a su punto crítico, se pueden solubilizar en ella compuestos orgánicos e iónicos que no lo son a bajas temperaturas, como los aceites. El hecho de que el agua y los aceites sí puedan ser mezclados se debe a un cambio en las fuerzas electrónicas que provocan la repulsión agua-aceite. Este cambio implica la disminución del valor denominado constante dieléctrica. A la par que este valor disminuye significativamente sucede el fenómeno anteriormente mencionado: la constante de ionización se incrementa varios miles de veces, y el agua se torna ácida (Light *et al.*, 2005). Las dos situaciones permiten que el agua actúe como solvente y catalizador de transformaciones químicas (Siskin *et al.*, 2000), algo que no era permitido en la química clásica, sin que sea necesario regenerar o neutralizarla después de que sucedan las reacciones, porque al enfriarse vuelve a sus condiciones normales de "neutralidad". Este tipo de líquidos "fuera de equilibrio" son capaces de

Figura 4. Constante dieléctrica t pK



Comportamiento de la constante dieléctrica y valor pK del agua desde 20°C hasta la proximidad del punto crítico. La reducción de la constante dieléctrica es importante porque permite que se solubilizan muchas más sustancias y que los catalizadores tengan acceso a ellas y sean sujetos de reacciones químicas. Muchas reacciones se aceleran por efecto de sustancias ácidas y, como el agua se acidula, con el aumento en la capacidad de solubilización del agua, se crea un ambiente propicio para el proceso de conversión hidrotérmica.

Fuente: Uematsu, 1980 y Chaplin, 2005.

za su valor más ácido (Quitain, 2001). A temperatura ambiente, la única fuente de iones en el agua es la de la autodisociación, pero es tan reducida que no es perceptible y el agua es neutra.

En síntesis, cuando el agua se calienta y se presiona lo suficiente para mantenerse líquida, aumenta la concentración de iones de agua libres (Light *et al.*, 2005), la estructura cambia y los conglomerados de moléculas de agua se disgregan (Taft *et al.*, 1985), lo que genera la disminución de las fuerzas de atracción entre moléculas, y esto se refleja en la acidez y la constante dieléctrica. Para ejemplificar esta situación, puede analizarse lo siguiente: a 20°C, la constante dieléctrica del agua es 80 y solamente puede mezclarse con sustancias afines a ella, pero mientras se calienta y se aproxima al punto crítico, disminuye y su capacidad de mezclarse con otras sustancias se incrementa hasta tal punto que dentro de ella se pueden encontrar sustancias hidrofóbicas, como ceras y aceites, que conservan su capacidad para solubilizar también sustancias afines al agua, como sales y azúcares.

Breve historia de la obtención artificial y acelerada de biocombustibles por medio de conversión hidrotérmica

En 1966, John Connolly, investigador de la Standard Oil Company, encontró que las gasolinas se mezclan completamente con el agua cuando ésta se encuentra a altas temperaturas y presión (Shaw y Franck, 1991). También mostró que ocurren reacciones de descomposición y condensación. Estas reacciones

medio de una reacción en agua a la que se le adicionan catalizadores, hidrógeno y monóxido de carbono (Appel *et al.*, 1971). A este primer experimento siguieron otros procedimientos en los que se decía obtener como producto secundario de la gestión o eliminación de residuos aceites que se parecen al petróleo. En un principio, lo único que se buscaba era destruir residuos y la obtención de aceites era considerada como un defecto del proceso (Modell *et al.*, 1978).

Sin embargo, algunas empresas consideraron rentable tener acceso a un proceso completamente desarrollado para producir biocombustibles a partir de residuos orgánicos, en caso de que ya no fuera competitivo el petróleo. En 1986, Shell patentó el primer procedimiento de producción de diésel sintético por medio de conversión hidrotérmica de biomasa residual. En esta invención, aserrines de eucalipto y pino reaccionan en el agua que está cerca de su punto crítico y se transforman en aceites, gases y carbonizados, en el proceso conocido como licuefacción (Annee y Ruyter, 1986). Químicamente, los compuestos que conforman estos combustibles son principalmente furanos, piranos, furfuralos (Modell *et al.*, 1978), fenoles, alcoholes, aldehídos alifáticos (Luikjx, 1994), cetonas, ácidos orgánicos y metano (Baskis, 1993).

Si los carbonizados se pueden minimizar o incluso se evitan y se desvían las reacciones hacia compuestos líquidos (biocrudo = petróleo sintético), se tiene entonces un proceso de gestión de residuos que provee combustibles fácilmente transportables.

Cuando se reportó por primera vez la licuefacción hidrotérmica de biomasa, se empleó dióxido de carbono e hidrógeno con la intención de estabilizar las moléculas inestables que se formarían y favore-

cer la licuefacción (Appel *et al.*, 1971).

No obstante, es el agua misma la que inicia las reacciones de ruptura y descarboxilación de biomasa y permite la solubilidad simultánea de sustancias catalizadores y productos de conversión (aceites, ácidos, alcoholes, etc.), lo que hace posible la coexistencia y reacción en una sola fase, la fase lí-

Las sustancias que contienen potasio son excelentes promotores de las reacciones en las que la biomasa se transforma en biocombustible.

quida, y la acción homogénea de las sustancias catalizadoras. El efecto del agua sobre las reacciones de conversión hidrotérmica no se limita a disolver los materiales orgánicos y los productos de conversión; también, tiene un papel primordial en el progreso de la reacción, ya que es la principal causante de la hidrólisis (ruptura) de materiales orgánicos. Se ha demostrado que los iones hidronio (H^+) e hidroxilo (OH^-) que se liberan cuando el agua se acerca a su punto crítico pueden iniciar y acelerar reacciones. Sin embargo, las reacciones con el agua misma en su forma no disociada son más frecuentes y estas reacciones son varios miles de veces más veloces que las que son catalizadas por iones hidronio e hidroxilo (Patrick *et al.*, 2001).

Entre el conjunto de catalizadores de estas reacciones se encuentran algunos de los productos que se generan mientras ocurre la conversión de biomasa en biocombustible, como los ácidos acético, fórmico, láctico (de la descomposición de carbohidratos) y el amoníaco (de la descomposición de proteínas). La aparición de sustancias ácidas favorece el avance de la reacción y contribuye anticipadamente a la estabilización del biocrudo (Annee y Ruyter, 1986). En la tabla 1 se incluyen algunas otras sustancias que han sido útiles para que la transformación acelerada de residuos orgánicos en biocrudo (biocombustible similar al crudo de petróleo) sea eficiente.

Las sustancias que contienen potasio son excelentes promotoras de las reacciones en las que la biomasa se transforma en biocombustibles. Su principal atractivo radica en facilitar la licuefacción e inhibir la carbonización. La biomasa vegetal, especialmente la de crecimiento rápido (como las verduras y los tubérculos), contiene altas cantidades de potasio, lo cual permite utilizar este tipo de residuos como catalizadores de bajo precio. El potasio puede incrementar hasta en casi ocho veces el rendimiento de

Bondades de la producción de biocrudos a partir de nuestros residuos cotidianos

Utilizar los residuos orgánicos (biomasa residual) de origen agropecuario, industrial y urbano como fuente de energía es una oportunidad inmediata de aprovechamiento, ya que esta biomasa residual se produce constantemente en todo lugar y, en ocasiones, su eliminación constituye un problema sanitario al que se ven enfrentados los entes políticos, las empresas privadas y en general la sociedad para responder a la necesidad de conservar el medio ambiente, resolver la ocupación innecesaria de espacio (rellenos sanitarios) y, de manera global, proveer bienestar.

El tratamiento de los residuos es por lo general una actividad costosa, que en la mayoría de los casos no es eficiente. Casi todos los tipos de gestión de residuos consumen energía, desde los bajos hasta los altos niveles, lo que genera un agravante ambiental e incide directamente sobre la economía de la sociedad y su estructura. Estos residuos se pueden eliminar por medio de conversión hidrotérmica (fossilización acelerada) y los productos sirven como combustibles o materias primas químicas. Este principio brinda las siguientes ventajas:

- a) Los residuos forman parte de un tipo de biomasa que ya existe, no hay que establecer un sistema de producción para ella.
- b) La eliminación de esta biomasa residual es un problema en algunas regiones geográficas y es costosa.
- c) En muchos casos, la biomasa residual se concentra en lugares determinados (rellenos sanitarios, por ejemplo), lo que reduce los costos de acopio y transporte.
- d) Con el aprovechamiento energético de los residuos orgánicos se propicia una reducción del volumen que se utiliza para su disposición final, con la correspondiente eliminación de plagas y olores.
- e) Mejora el paisaje y se reduce la contaminación del aire, el agua y el suelo.
- f) Los productos que se obtienen de la biomasa residual poseen valor comercial y propician un ahorro en el consumo de materiales, divisas y energía.

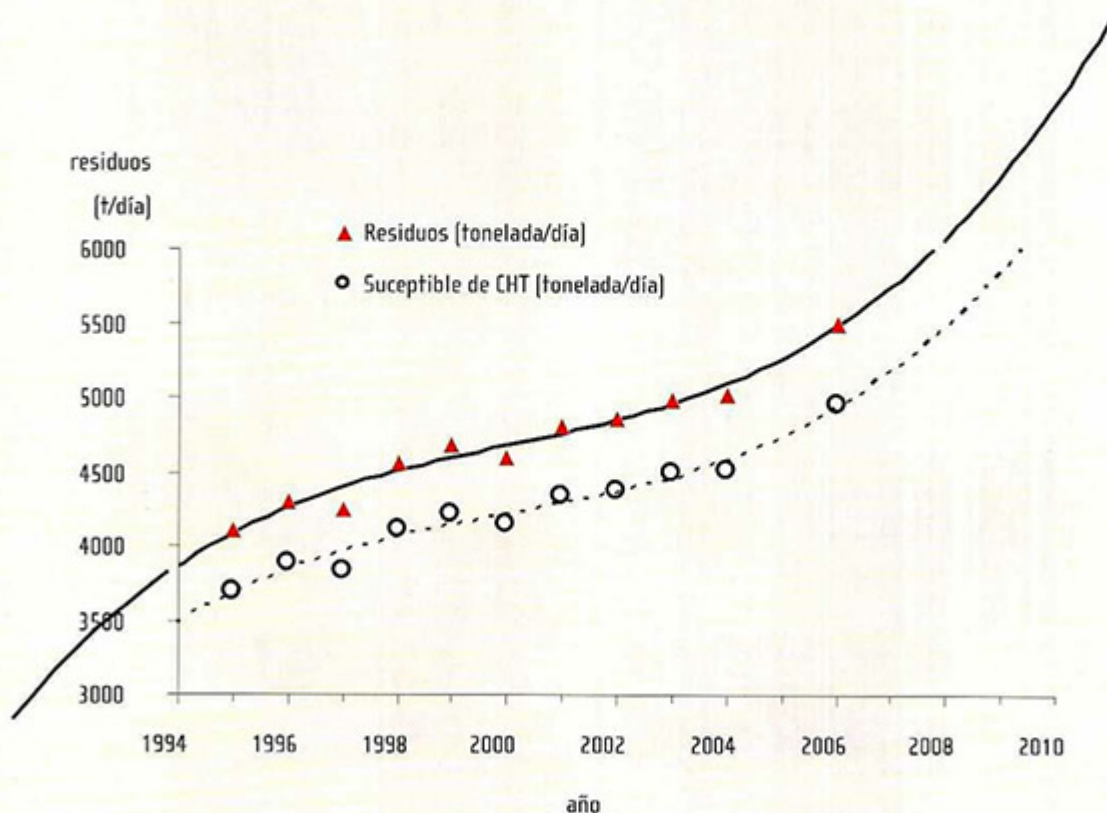
Lo anterior permite apreciar el hecho de que el tratamiento de la biomasa residual, ya sea con fines energéticos o no, además de ser una actividad necesaria, presenta bondades económicas y, especialmente, sociales. Cada kilovatio-hora (kW/h) generado por energías renovables evita la emisión de un kilogramo de dióxido de carbono (CO_2) a la atmósfera; por lo tanto, reduce el avance del efecto invernadero. La autosuficiencia energética sí es posible; basta tener en cuenta que para la última década del siglo xx, el consumo energético de la humanidad fue aproximadamente de $9.51 \times 10^9 \text{ W/año}^2$, lo cual corresponde tan sólo al 0.00000032% de la energía almacenada en la biomasa terrestre y acuática (Tonda, 1998). Lo que se sugiere con esta apreciación no es la posibilidad de transformar el medio ambiente en biocombustibles, sino mostrar que un desarrollo planificado de cultivos con fines energéticos se puede vincular a un procedimiento de conversión hidrotérmica. Si esta alternativa no fuera viable, existen otras fuentes de residuos orgánicos disponibles a muy bajo costo: las basuras y desperdicios domésticos. Una revisión de la generación de este tipo de residuos en la ciudad de Bogotá deja ver fácilmente que la posibilidad de transformar una carga económica y ambiental en una herramienta de generación de biocombustibles no es descabellada (figura 5).

Tras obtener biocrudo por medio de la conversión hidrotérmica de biomasa o de sus residuos, este combustible se debe estabilizar. Se ha descubierto que, gracias al proceso de estabilización por hidrogenación, el producto incrementa su poder calorífico, es decir, el biocrudo adquiere más energía (Annee y Ruyter, 1986) y, adicionalmente, modifica la estructura química del combustible, lo que produce nuevas sustancias que se comportan como mejoradores de octano (por ejemplo, derivados del furano y fenoles, indol, quinoleína, metanol) (Luijckx *et al.*, 1994). De esta forma, es posible que no sea necesario utilizar los mejoradores de estos biocombustibles, a diferencia de las gasolinas corrientes, que, en algunos casos, presentan efectos nocivos para la salud.

Tabla 1. Casos selectos de catalizadores empleados en la producción de biocrudos [petróleos artificiales] por medio de conversión hidrotérmica de biomasa

CATALIZADOR	FÓRMULA	MATERIAL TRATADO	REFERENCIA
Agua	H ₂ O	Vinazas de fermentación	1992, Serikawa
Carbonato de potasio	K ₂ CO ₃	Carbones, semillas de soya	1993, Baskis
Agua	H ₂ O	Glucosa	1993, Yu
Hidróxido de sodio	NaOH	Glucosa, aserrín de madera	1994, Luijckx
Carbonato de sodio	Na ₂ CO ₃	Residuos domésticos	1995, Minowa
Hidróxido de potasio	KOH	Residuos agrícolas	2000, Schmieder
Carbonato de potasio	K ₂ CO ₃	Glucosa	2003, Sinag
Hidróxido de calcio	Ca(OH) ₂	Aserrín de madera	2004, Karagoz
Amoníaco	NH ₃	Residuos pesqueros	2004, Sato
Óxido de potasio	K ₂ O	Residuos domésticos	2005, Kruse
Agua	H ₂ O	Celulosa	2006, Kamio

Figura 5. Basuras, tendencia polinomial hasta 2006



Evolución de la generación de residuos captados por el relleno sanitario Doña Juana de Bogotá. Las medidas de aforo han estimado que históricamente el 90% de estos residuos es material orgánico y, por lo tanto, es susceptible, en teoría, de ser transformado en biocrudo por medio de conversión hidrotérmica.

Tabla 2. Rendimiento de una corriente de biocrudo hidrodeoxigenado que se obtuvo mediante el proceso Shell de conversión hidrotérmica de biomasa

FRACCIONES DE BIOCRUDO ESTABILIZADO	RENDIMIENTO [% en peso]	DESCRIPCIÓN [equivalente a una fracción de petróleo]
Biocrudo que presenta ebullición en el intervalo:		
< 20°C	2,5	Gas natural
20-165°C	8,6	Gasolinas
165-250°C	20,5	Queroseno
250-370°C	32,7	Diésel
370-520°C	29,4	Lubricantes
> 520°C	6,3	Asfaltos

Fuente: Grein, 2003. Anne, 1987,

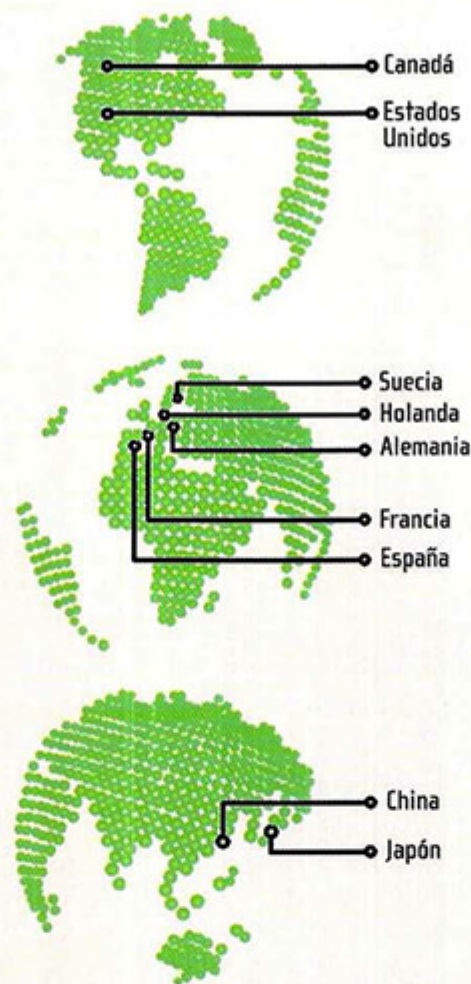
¿Y en Colombia?

Desde hace tiempo se conocen los beneficios de realizar fermentaciones para ser autosuficientes en cuestiones energéticas. Se habla de obtener biogas a partir de desperdicios orgánicos y la producción de etanol. La Ley 693 de 2001 obliga el uso de este último a partir de 2006, adicionando 10% de etanol (en volumen) a las gasolinas nacionales distribuidas en ciudades con más de 500.000 habitantes. La caña de azúcar se propuso como la materia prima más competitiva, pero dentro del proceso quedan residuos que por ahora no se pueden emplear como fuentes energéticas: las vinazas y el bagazo. Una segunda vía en biocombustibles es el biodiésel, que se obtiene mediante la modificación química de aceites vegetales. Los usos de este producto aún no se han establecido, principalmente, por las diferencias en rendimiento y potencia de un motor según su ubicación con respecto al nivel del mar. Nuevamente, en este proceso se quedan algunos materiales sin aprovechar, como los racimos vacíos y fibras exprimidas que resultan de las etapas de extracción del aceite de palma. La tercera vía es la modificación de fuentes energéticas sólidas por efectos de calentamiento. En este campo se hallan la pirólisis y licuefacción de maderas y carbones. Los avances han sido escasos y el resultado ha sido abandonar esta vía, porque aunque tengamos una gran diversidad de carbones, el adelanto de un proyecto de licuefacción de este tipo tardaría aproximadamente seis años en completarse, y su implantación, otros cuatro. La pirólisis de maderas proporciona alquitranes viscosos que se deben estabilizar para ser utilizados como biocombustible. Sin embargo, los requerimientos de las materias primas limitan su aplicación, porque éstas deben contener poca humedad o carecer de ella; esto significa gastar energía en el secado para después producir biodiésel de pirólisis.

Recientemente, el investigador turco Ayhan Demirbas publicó unos resultados en los que muestra que no es necesario secar las maderas para obtener biodiésel a partir de residuos de aserrío y otra clases de biomasa. Si un procedimiento clásico de pirólisis de biomasa se realiza en condiciones húmedas, con un contenido de agua cercano al 50% o incluso mayor, se observa que la fracción líquida de alquitranes o biocrudo se incrementa (Demirbas, 2004). Este fenómeno se pronuncia aún más si el medio de reacción se llena de agua. Lo anterior ha sido observado desde la década de 1970, cuando lo único que se buscaba mediante este procedimiento era destruir sustancias orgánicas y materiales

Tras obtener biocrudo por medio de la conversión hidrotérmica de biomasa o de sus residuos, este combustible se debe estabilizar.

Figura 6. Escenarios de CHT en el mundo



Escenarios selectos de investigación y desarrollo en conversión hidrotérmica de biomasa y sus residuos como fuente de biocombustibles.

todo el mundo han dedicado parte de sus capitales a desarrollar y entender las reacciones de la conversión hidrotérmica de biomasa y, más importante aún, a transformar los residuos en petróleo, como lo hizo para nosotros la naturaleza. Shell, Exxon o el Gas Technology Institute son ejemplos de entidades que le apuestan a la conversión hidrotérmica como la posibilidad a largo plazo para dejar de lado la dependencia del petróleo e iniciar una autosuficiencia similar a la de la naturaleza.

Exxon mantuvo desde 1980 una estrecha relación con la Universidad de Florida para desarrollar un marco conceptual de las reacciones de las moléculas orgánicas en medios acuosos y altas temperaturas. Antes de eso, Shell patrocinaba en Holanda investigaciones para producir fracciones de petróleo por conversión hidrotérmica de residuos de biomasa. Algunas de estas prosiguen, pero el más importante precedente es la patente europea EP-0204-354, del 10 diciembre de 1986, en la que se definen parcialmente las condiciones necesarias para realizar este procedimiento. Gas Technology Institute ayudó a construir la primera planta experimental piloto de producción de biocombustibles mediante un proceso hidrotérmico; dicha planta convierte los residuos de un beneficio de aves en la ciudad de Carthage en Estados Unidos. Esta instalación recibía 191 toneladas diarias de residuos orgánicos en 2004, los cuales transforma en hidrocarburos que contienen cadenas de 12 a 15 carbonos, una estructura similar al diésel liviano, y los residuos que genera este proceso son materiales que se pueden aprovechar directamente como minerales fertilizantes, gas y carbón en polvo. Es evidente que la conversión hidrotérmica es un proceso de produc-

tuciones educativas; el último caso, por ejemplo, se adelantó en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Otras universidades que se dedican a tratar estos temas son la Universidad de Hawai, el Forschungszentrum Karlsruhe-FZK en Alemania, la Universidad Tecnológica de Delft, en Holanda, y el Instituto Japonés de Investigación de Tecnologías Innovadoras para la Tierra-RITE, sólo por citar algunos ejemplos. Existen más escenarios, pero no se discutirán aquí sus adelantos o intereses. En la figura 6 se ubican algunos.

En Colombia, solamente se tiene conocimiento de exploraciones en esta tecnología en el Laboratorio de Investigación en Combustibles y Energía de la Universidad Nacional. Desde 2004 se iniciaron actividades de tipo teórico en trabajos de grado (Castro, 2005) y en la actualidad se están empezando a abordar etapas experimentales en los procesos de conversión hidrotérmica. El trabajo es arduo pero necesario. Entidades como Colciencias deberían dar credibilidad a estos proyectos y respaldarlos, pero los resultados en convocatorias muestran lo contrario. No se debe olvidar que la demanda energética mundial y colombiana continúa creciendo, así como el costo de los combustibles. Esto es un signo claro de la necesidad de encontrar nuevas rutas y desvincularnos de los combustibles fósiles. La conversión hidrotérmica de biomasa representa una cara nueva de la tercera vía y, en un futuro, puede llegar a ser la solución más realista (Van Swaaj, 2004).

Referencias

Annee, J. y H. Ruyter (1986), *Process for Producing Hydrocarbon-Containing Liquids from Biomass*, Patente Europea EP 0204 354, Oficina Europea de Patentes.

Appel, H. et al. (1971), *Converting Organic Wastes to Oil: A Replenishable Energy Source*. Report of Investigation # 7560, Oficina de Minas de los Estados Unidos.

Benjamin, K., P. Savage (2004), "Hydrothermal Reactions of Methylamine", *The Journal of Supercritical Fluids*, (31): 301-311.

Castro, A. (2005), "Compendio teórico y propuesta de ensayos preliminares sobre la conversión hidrotérmica de biomasa para su aprovechamiento como combustibles líquidos en la gestión de residuos orgánicos", trabajo de grado para optar al título de ingeniero químico, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Demirbas, A. (2004), "Effect of Initial Moisture Content on the Yields of Oily Products from Pyrolysis of Biomass", *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, (71) 2: 803-815.

Koopmans, M. et al. (1998), "Artificial Maturation of an Immature Sulfur- and Organic Matter-rich Limestone from the Ghareb Formation, Jordan", *Organic Geochemistry*, (28) 7-8: 503-521.

Kuhlmann, B. et al. (1994), "Classical Organic Reactions in Pure Superheated Water", *Journal of Organic Chemistry*, 59: 3098-3101.

Light, T. et al. (2005), "The Fundamental Conductivity and Resistivity of Water", *Electrochemical and Solid-State Letters*, (8) 1: E16-E19.

Luijckx, G. C. A. (1994), "Hydrothermal Conversion of Carbohydrates and Related Compounds", tesis doctoral en ingeniería química, Universidad Tecnológica de Delft, Holanda.

Modell, M. et al. (1978), *Gasification Process*, Patente norteamericana 4.113.446, Oficina Norteamericana de Patentes y Registros, 12 de septiembre.

Patrick, H. et al. (2001), "Near-Critical Water: A Benign Medium for Catalytic Reactions", *Industrial and Engineering Chemistry Research*, (40) 26: 6063-6067.

Schobert, H. (1990), *The Chemistry of Hydrocarbon Fuels*, Londres, Butterworth & Co (actualmente Elsevier Science Ltd.).

Shaw, R. y E. Franck (1991), "Supercritical Water: a Medium for Chemistry", *Chemical and Engineering News*, (69) 51: 26-39.

Siskin, M. y A. Katritzky (2000), "A Review of the Reactivity of Organic Compounds with Oxygen-Containing Functionality in Superheated Water", *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, (54): 193-214.

Taft, R. et al. (1985), "The Molecular Properties Governing Solubilities of Organic Nonelectrolytes in Water", *Journal of Physical Chemistry*, (89) 1: 1-10.

Eco-innovación: de la producción limpia al consumo sustentable



El World Business Council for Sustainable Development define el desarrollo sostenible como “un sistema de producción y consumo capaz de asegurar una mejor equidad, calidad de vida y bienestar ambiental para las generaciones de hoy y del futuro” (The World Business Council for Sustainable Development, WBCSD, 1999). La satisfacción de nuestras necesidades, en el mundo de hoy, pasa forzosamente por el consumo de bienes y servicios, y a la vez, el aparato productivo que los genera provee los empleos de manera directa o indirecta de todos nosotros. Pero ¿cómo construir ese sistema de producción y consumo de modo que genere bienestar y prosperidad de acuerdo con los intereses de los actores que en él participan y de aquellos que aún no han nacido?

Las grandes actividades económicas —producción, consumo e inversión— parecen estar detrás de lo que se percibe como los modelos de consumo² insostenibles³. Por ejemplo, problemas como la destrucción de la capa de ozono, el calentamiento global, la pérdida de biodiversidad y la destrucción del hábitat (entre los muchos que cubre la agenda ambiental de hoy) están directamente ligados a la manera como la sociedad usa los recursos. Escoger combustible fósil como el petróleo, y no las fuentes alternativas, limpias y renovables de energía, está más en el ámbito de decisiones claramente basadas en lo económico que en lo energético. Los cambios en el uso del suelo también son manejados por las fuerzas económicas. El manejar o manipular recursos para aumentar la rentabilidad se ve más atractivo que conservar hábitats. Por lo menos en parte, esto está unido estrechamente al consumo final de bienes y servicios. Si el deseo de adquirir estos bienes y servicios genera contaminación y promueve el uso insostenible de los recursos, es solamente ahora que la sociedad y los productores se están dando cuenta de que esto no puede perdurar en una cadena infinita de consumo-impacto. Heal (1998) lo evidenció de la siguiente manera: “Nosotros no cambiaremos significativamente los aspectos potencialmente insostenibles de las actividades humanas, a menos que podamos desarrollar un entorno económico dentro del cual éstos no sean más atractivos. En otros términos, necesitamos cambiar las reglas del juego económico de forma tal que sea económicamente racional seguir las alternativas sostenibles”⁴.

Cambiar “las reglas del juego” económico implica crear el entorno correcto y estimular la búsqueda de la sostenibilidad. Aun así, antes que comprometerse en cambios, es importante entender los factores que impulsan al consumo y condicionan las decisiones de los individuos y la sociedad. Aunque no es el objeto de este artículo profundizar en los factores que lo impulsan, sí es necesario enfatizar que estas decisiones de consumo están compuestas de factores que van desde las preferencias y gustos personales hasta la manera como los individuos y países equilibran sus cuentas. Además, están fuertemente influenciados por la información, pero a su vez condicionan la información y el desarrollo tecnológico. Ante todo, esto es un proceso dinámico, lo que significa que está sujeto a cambios en el tiempo, ya sea para mejorar o para empeorar en sostenibilidad.

De la eco-eficiencia a la eco-efectividad: el problema de los efectos rebote

Una fuerte tendencia surgió en los 90; se buscaba mejorar los procesos productivos, haciéndolos más eficientes en el uso de los recursos, a la vez que se disminuía su impacto ambiental. De esta manera, se daba origen a empresas “ambientalmente amigables”, lo que significaba que el consumismo sobre el cual fundamentamos gran parte del crecimiento económico podía seguir su tendencia creciente, ya que era un consumo “ambientalmente amigable” en que los empresarios que incorporaban los productos que se producían

1. Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia. Magister en Administración de Empresas de la Escuela Superior de Gestión de París, Francia. M.Sc. Gestión y Política Ambiental Empresarial de la Universidad de Lund, Suecia. Candidato a Doctor en Administración de Empresas de la Universidad de Newcastle, Inglaterra.
2. El consumo incluye las compras de bienes y servicios, y sólo el “uso” de bienes duraderos medidos por la depreciación y costo de interés. Los gastos del consumidor incluyen la compra de bienes duraderos, bienes no duraderos y servicios.
3. Insostenibles en la manera como se perciben, se piensan y se actúa con todos los recursos.
4. Sostenible: Adjetivo. Dicho de un proceso: Que puede mantenerse por sí mismo, como lo hace, p. ej., un desarrollo económico sin ayuda exterior ni merma de los recursos existentes. *Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española*.



5. Promovida ampliamente por el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (wbcsd), fue definida en 1992 como una estrategia de negocios para el desarrollo sostenible: "La eco-eficiencia se alcanza por medio de la producción de bienes y servicios competitivos que brindan satisfacción a las necesidades humanas y dan calidad de vida, mientras progresivamente reducen los impactos ambientales y el uso intensivo de recursos a través del ciclo de vida, hasta a un nivel mínimo de acuerdo con la capacidad de asimilación estimada del planeta".

6. Para lo cual hay que tener en cuenta que un consumidor no aumentará el uso del artículo en "ganga" indefinidamente, sólo hasta los límites de saciedad o dependiendo de intercambios presupuestarios con otros gastos. El nivel del consumo también se limitará por otros factores, como la disponibilidad de tiempo del consumidor o restricciones en su comportamiento (por ejemplo, las normas sociales, moda o nivel

A finales del siglo xx surgen la eco-eficiencia⁵ y la "producción más limpia" como respuesta de los empresarios para mejorar productos, poner en marcha procesos de producción más limpios y ofrecer servicios menos agresivos con el medio ambiente. Pero cómo conciliar este postulado si nuestra demanda de materias primas está regida por la demanda del aparato productivo mundial, que necesita de ellas para suplir las necesidades de una población creciente, más en exigencias que en número.

La eco-eficiencia popularizó la idea de "hacer más con menos" para proteger el medio ambiente. Bajo este principio de productividad, se esperaba producir más con un menor uso de recursos y energía. Pero todos nuestros esfuerzos por fabricar productos cada vez más eficientes y con menos materia y energía por unidad se ven mermados por el creciente consumo; esto es conocido como los "efectos rebote".

Como lo describen Plepys y Boada (2005), los efectos rebote son fundamentales a la hora de analizar si los nuevos procesos productivos realmente contribuyen a la sostenibilidad. Estos efectos se podrían descomponer en los efectos directos para los consumidores o efectos sobre *sustitución e ingreso*⁶. Entonces, a partir del aumento en consumo (atribuible a efectos de precio), éste puede limitarse por varios factores; podría haber espacio para efectos de *consumo de segundo orden*, debidos al aumento real en el ingreso de los consumidores. Dicho de otro modo, a medida que las mejoras de eficiencia en energía, por ejemplo, reducen los costos de producción, el consumo del artículo producido "con menos energía" puede aumentar, haciendo que la fábrica deba aumentar su consumo energético para satisfacer la demanda de estos productos, perdiéndose los ahorros energéticos dados inicialmente. También puede ocurrir que ese artículo sea más barato gracias a la eficiencia energética en su producción. Sin embargo, esto no necesariamente redundará en un mayor consumo de un artículo. Los ahorros para el consumidor pueden redundar en el aumento de la demanda de otros artículos y, por ende, en mayor consumo de materia prima y energía. Lo que es bueno para la economía no lo es necesariamente para el ecosistema.

El tercer tipo de efectos rebote hace referencia a los efectos *económicos amplios*, de acuerdo con la teoría económica del precio y ajustes en cantidad en una situación no estática. El argumento de los efectos *económicos amplios* está basado en la relación mutua de precios y rendimientos de bienes y recursos en mercados diferentes que forman un único estado de equilibrio. En este orden de ideas, los precios de productos como la energía (petróleo barato, en comparación con otras fuentes energéticas) afectan el equilibrio de precio de otros artículos en múltiples sectores de la economía, fomentando la dependencia de esta fuente energética y sus impactos, como el calentamiento global.

El cuarto tipo de efectos del rebote hace referencia a *efectos transformacionales*, de acuerdo con el modelo de Greening (Greening et al., 2000). Este cuarto tipo se relaciona menos con el mecanismo del

sociales y la organización de la producción⁷. Es así que, dentro de estos efectos, una sociedad “digital” puede reducir el consumo de recursos e infraestructura realizando sus actividades por internet, liberando tiempo que se usa para aumentar el consumo de otros artículos o servicios, como viajes. Se debería entonces buscar que la gente usara el tiempo libre para ir a un museo o un parque cercano, en vez de visitar un centro comercial.

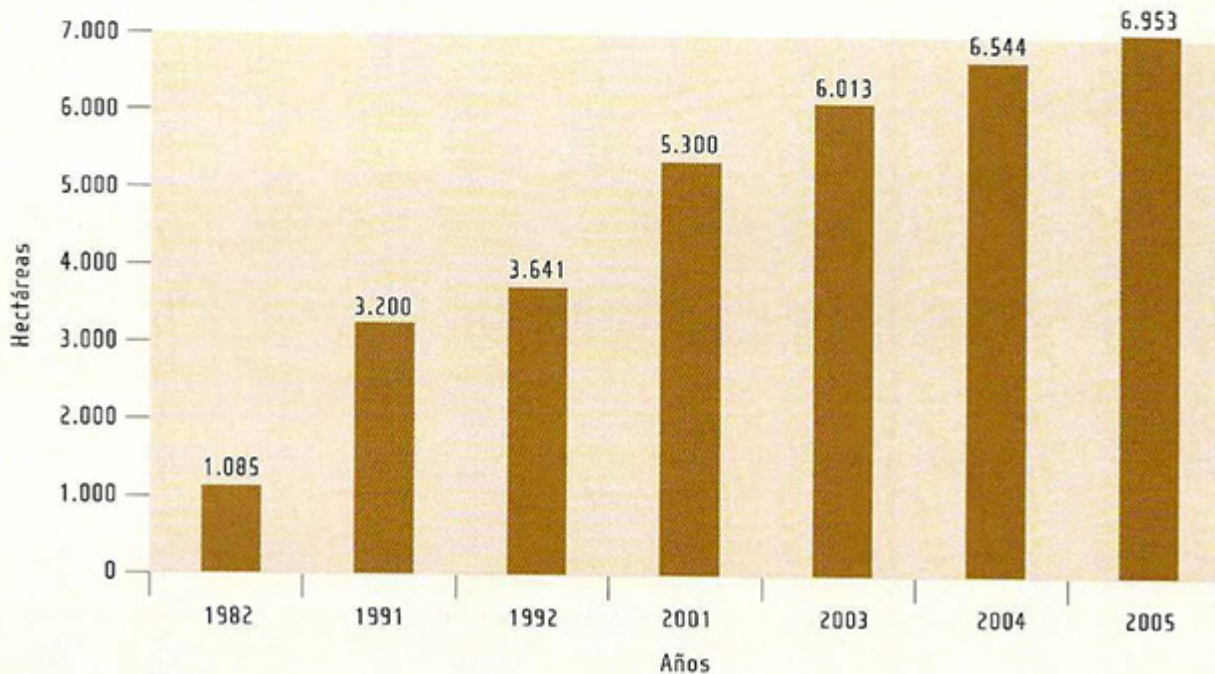
Dentro de la visión de la gestión ambiental tradicional de las empresas es común presentar los resultados por unidad de producto, donde se produce más con menor impacto y costos por unidad; esto es productividad y eficiencia, pero no se sabe si se está contribuyendo a la sostenibilidad de manera directa. El sector floricultor colombiano, mediante su programa Florverde, reporta que las plantaciones que aplican este sistema de gestión ambiental y social han reducido el uso de pesticidas en un 38% de 1998 a 2005, con un promedio hoy de 97 kilogramos de ingredientes activos por hectárea al año, contra 155 kg en 1998 (*El Espectador*, 2007). Esto aparentemente es bueno, ya que se aplican menos sustancias tóxicas y contaminantes al ecosistema. Asocolflores reporta esto como un gran logro. Sin demeritar el esfuerzo de los floricultores que cada día son más conscientes y proactivos en cuanto a su responsabilidad ambiental, la lógica de los efectos rebote nos muestra un panorama muy diferente, ya que en el mismo período en que se reportan los avances “ambientales”, el área cultivada pasó de 4.500 hectáreas en 1998 a 6.953 hectáreas en 2005 (Asocolflores, 2005) (ver figura 1). Es decir, suponiendo que todos los cultivadores de flores hubiesen hecho el esfuerzo de los participantes en Florverde, la aplicación total de pesticidas⁸ se redujo en un 3,3% y no en un 38%. Lo que sí es cierto es que los costos en pesticidas en las flores se han reducido, aumentando su competitividad, debido a la “eco-eficiencia” de recursos.

Además, hay una suposición, mucho más relacionada con la contabilidad que con las ciencias naturales, y es que se asume que el medio ambiente se depura con el año contable. Es decir, si yo reduzco la aplicación de pesticidas en un 10% anual de un año a otro, por ejemplo, se considera que hay menos pesticida en el ecosistema, lo cual no toma en cuenta la velocidad de degradación del mismo. Si el pesticida se acumula en la naturaleza, no estoy reduciendo la cantidad de pesticidas en el ecosistema sino que cada año vierto más, y habría que sumar los vertimientos de cada año de manera acumulativa y restarles las fracciones que se han efectivamente degradado hasta un nivel inocuo para el medio ambiente.

7. Este tipo de efectos es el más difuso y abstracto. Una definición más extensa del efecto rebote incluye los efectos transformacionales: si bien es “conceptualmente posible” analizar los efectos a este nivel, “no es analíticamente práctico como teoría y carece de datos empíricos” (Greening *et al.*)

8. Resultado de multiplicar los kilogramos de ingrediente activo por hectárea por el número de hectáreas sembradas.

Figura 1. Crecimiento del área cultivada en Colombia para la floricultura.



El problema del consumo

Aunque las empresas y autoridades han hecho grandes esfuerzos por implementar una “producción más limpia”, la crisis ambiental parece no tener límites. El siglo XXI reconoció la importancia del consumo como parte del problema. La producción limpia ha sido ampliamente acogida por aumentar la productividad y reducir costos, pero el consumo es el motor de la economía, y hablar de un consumo sustentable no parece tan atractivo. Hoy en día, la gestión ambiental considera el producto como una emisión al ecosistema que, de acuerdo con su durabilidad y utilidad, eventualmente será desechado por el consumidor⁹, sumando a los impactos de su producción los de su fin de vida útil. Es aquí donde los principios de la gestión ambiental y sus sistemas asociados, como ISO 14001, tendrían efecto sólo a corto plazo, ya que su enfoque es el de productividad y eficiencia, mientras se reducen los costos ambientales asociados a la producción.

Una de las soluciones para evitar los costos asociados a la gestión de residuos y las externalidades generadas por éstos es recuperar los materiales para la economía, o lo que comúnmente se nombra como “reciclaje”. La eco-eficiencia toma como una de sus variables el reciclaje, aunque no es la única estrategia. Sin embargo, de todas las herramientas, es la más popular y es muy difícil decir hoy en día que cualquier habitante del planeta no conoce la palabra reciclar o al menos la ha oído¹⁰. Pero, paradójicamente, una herramienta que hoy en día ha sido elevada a un nivel tal que se habla de “cultura del reciclaje”, puede no ser tan benéfica como parece. La falta de reflexión y de análisis hace que el activismo considere al reciclaje como “la herramienta ambiental”. El reciclaje es una solución de “fin de tubo”, es decir, primero se causa el problema, el desecho, y luego se gasta costosa materia y energía para resolverlo, y además no está exento de causar más y mayores impactos ambientales. El reciclaje no es preventivo sino curativo, de allí la necesidad de que sea mirado como lo que es: una herramienta que necesita de otras más y de contextos específicos para contribuir realmente a la sostenibilidad. Pero este mismo concepto ha sucumbido a la popularidad de la herramienta misma. Al respecto, Cairncross (1996) dice: “Los gobiernos se pasan a menudo de ambiciosos al fijar los objetivos del reciclaje. Fallan porque no suelen elaborar las bases adecuadas o no establecen con claridad cómo van a evaluar los resultados. Tampoco consiguen eliminar el costo económico de alcanzar dichos objetivos, ni prevén las posibles consecuencias de un enorme y rápido incremento de la recogida de materiales supuestamente reciclables”.

Sería ingenuo desconocer el auge de las tecnologías limpias y los grandes avances para reducir el consumo energético y de materiales, pero sería más ingenuo aún suponer que todos tienen el acceso a estos avances y a este “ajuste tecnológico”¹¹; y que éste se da en la magnitud suficiente para neutralizar los impactos negativos de la tecnología anterior. Este hecho es mencionado específicamente en el capítulo 4 de la Agenda 21 (1992), donde se reconoce que es una estrategia conjunta. No se puede pensar que la sostenibilidad se alcanza sólo con la eficiencia en el uso de materias primas y la reducción de la contaminación, si no cambiamos real y radicalmente los patrones de producción y consumo.

Surge entonces la inquietud inmediata sobre cuál sería el cambio necesario para buscar la sostenibilidad. Aun los productos que se consideran “verdes” o ambientalmente amigables están lejos de serlo, y el colapso de nuestro estilo de vida es inevitable mientras sigamos tratando de “acomodarnos” con cambios que no cuestionen el actual sistema, y evitando pensar de una manera totalmente diferente nuestro mundo y nuestras necesidades de producción y consumo. Bajo esta perspectiva, ya no parecen extremistas y desfasados los planteamientos de Naess (1973), considerado el padre de la ecolatría o ecología profunda, que sienta las bases filosóficas para propiciar el cambio.

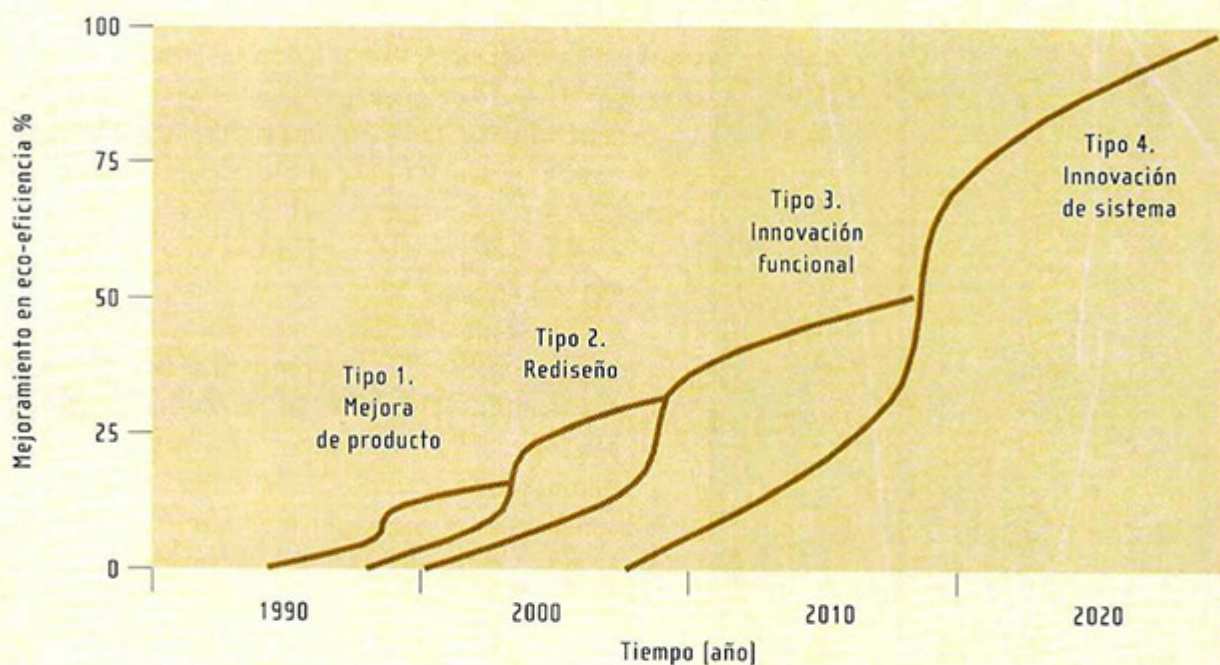
En un enfoque más empresarial, Brezet *et al.* (2001) plantean la necesidad de un nuevo enfoque en eco-eficiencia, efectiva realmente, de donde debemos llegar, en un lapso de 20 años a partir del año 2000, a una innovación en el sistema de producción y de consumo a través de estrategias como la del “Sistema Producto-Servicio” (ver figura 2). Se asume que un salto de tipo 4 es complejo, ya que implica

9. Los proyectos de “Cero emisiones” para fábricas parten de la base de que, si toda la materia prima se transforma en producto y la fábrica no libera contaminantes al medio ambiente, el nivel de emisiones será nulo.

10. Ver el capítulo 4 de *Las empresas y el medio ambiente* de Alejandro Boada, Universidad Externado de Colombia, 2005.

11. El movimiento verde de finales de la década de los 80 y la década de los 90 se divide entre los que creen que los problemas ambientales pueden resolverse tratando de reparar la forma actual de hacer las cosas y los que argumentan que se necesitan cambios económicos y políticos para alcanzar la sostenibilidad. Un pensamiento típico del primer grupo es que la tecnología que acusamos de ser causante de los principales daños ambientales tiene elementos suficientes para hacer un “ajuste” tal que se puedan

Figura 2. Tipos de cambios necesarios para alcanzar la sostenibilidad en el sistema productivo



Fuente: Brezet et al., 2001.

zini, afirma que sería necesario el desarrollo de un sistema de producción y consumo capaz de suplir las necesidades de bienestar de la sociedad, dentro de un marco de suficiencia claro está, utilizando 10% de los recursos naturales usados actualmente.

De esta manera, desde el punto de vista de la sostenibilidad, se deben dejar de lado el viejo modelo "producto-desecho" y las herramientas que buscan aumentar la eficiencia de producción mientras se reciclan o reducen los desechos. Es decir, la eco-eficiencia, vista desde el enfoque puramente empresarial, donde se miran únicamente la organización y su entorno, es *eficiente* porque aumenta la productividad, pero no *efectiva*, si lo que se busca es la sostenibilidad. Para una eco-eficiencia eco-efectiva se necesitan nuevas herramientas que permitan al sector productivo tener nuevas propuestas de bienes y servicios para un consumidor que debe cambiar su valores.

Actualmente, el concepto de eco-eficiencia, según el Wuppertal Institute, debe incluir cinco elementos básicos¹² para ser efectivo y poder seguir ligado a los objetivos de sostenibilidad:

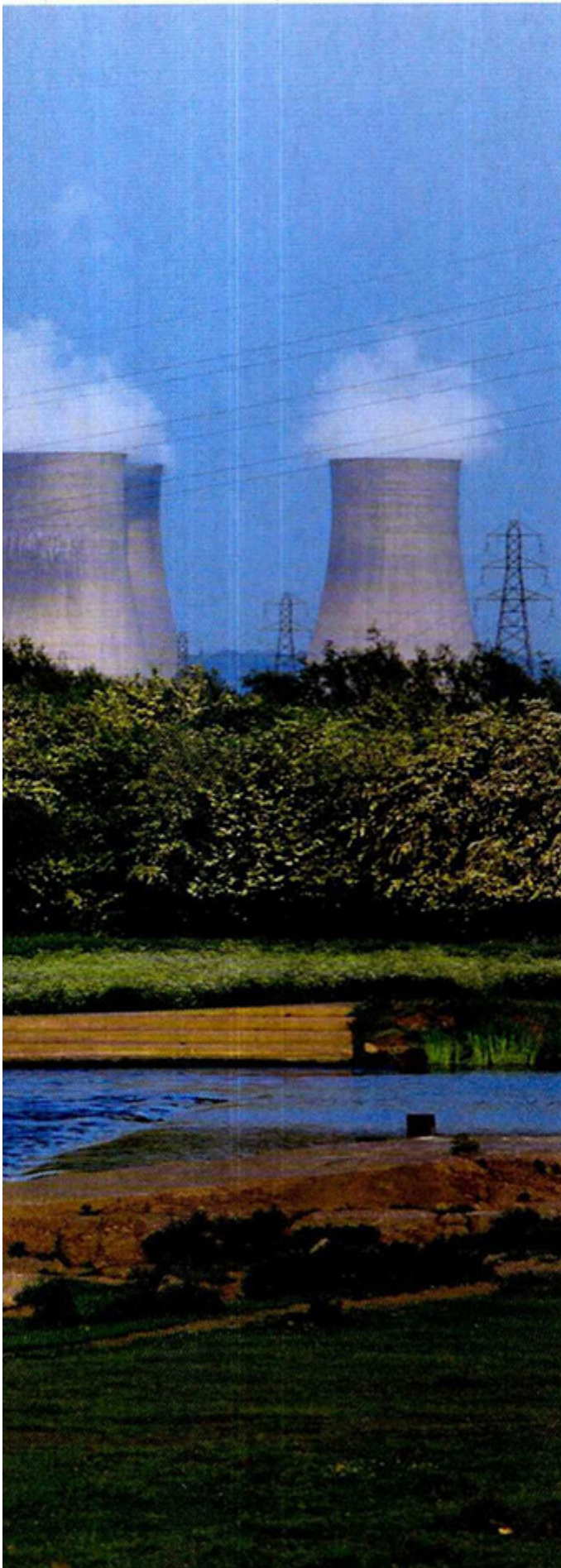
- Más énfasis en servicios.
- Una nueva perspectiva de las necesidades humanas y los estilos y calidad de vida.
- Ciclo de vida completo del producto.
- El entendimiento de los límites y las capacidades del ecosistema.
- El continuo desarrollo del concepto.

De esta manera, el Consumo Sustentable¹³ se puede definir, en concordancia con la eco-eficiencia, como el uso de productos y servicios que responden a necesidades básicas y que conllevan una mejor calidad de vida y que además minimizan el uso de recursos naturales, materias tóxicas, emisiones de desechos y contaminantes durante todo su ciclo de vida, y que no comprometen las necesidades de las futuras generaciones.

Necesidades de eco-innovación: ¿Qué es un sistema producto-servicio?

12. Ver Eco-efficiency & Sustainable Enterprises Group, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy WI, Alemania. <http://www.wupperinst.org/>

13. Se habla de consumo "sustentable" y no "sostenible", debido a que este último término implica un "crecer" o evolucionar, como lo expresaría el "desarrollo sostenible", que de alguna forma busca una mejoría continua. En el caso de consumo sustentable, el término se toma como: "Que se puede sustentar o defender con razones"



parados de producción y consumo, a un único sistema que combina los productos, los servicios, la infraestructura de soporte y las redes necesarias, para minimizar los impactos ambientales del consumo y aumentar el flujo de capital. De hecho, mediante un SPS, la manera tradicional de uso de productos de alta intensidad de material es reemplazada por la opción de satisfacer las necesidades del consumidor mediante una solución lo más desmaterializada posible. Las definiciones de los SPS, en general, se dividen en:

- La venta del “uso” del producto, en lugar del producto mismo.
- El cambio a una “sociedad del leasing”.
- La sustitución de bienes por máquinas de servicios.
- La sociedad de reparación, en lugar de la de “úselo y bótelo”.
- El cambio de las preferencias del consumidor: de las ventas,

a los servicios.

Para los consumidores, los SPS significan un cambio de la compra de productos a la compra de servicios, mediante un sistema que tiene el potencial de reducir precios, aumentar el acceso y satisfacer las necesidades, a medida que se reduce el impacto ambiental. De hecho, los sistemas producto servicio pretenden disminuir el impacto de los patrones de consumo, desmaterializándolo, incrementando la productividad de materiales consumidos y potenciando la economía funcional.

Para productores y proveedores, los SPS significan un mayor grado de responsabilidad por todo el ciclo de vida del producto. Esto requiere entender aún más al consumidor y lo que representa la fase de uso de un producto; para ello, se debe involucrarlo en los procesos del diseño de producto en sí y del SPS para ese producto.

Para consumidores y productores, los SPS tienen implícitos algunos cambios en los derechos de propiedad. Los consumidores necesitan un mayor grado de entendimiento para cambiar valores como el “poseer” por el “compartir”, sin que ello signifique sacrificar su satisfacción, que en muchas personas incluye la posesión del producto. El productor generalmente mantiene la propiedad de los productos, y las responsabilidades que eso conlleva, sin perjuicio de otros sistemas ambientales de producto, como el eco-etiquetado.

En general, los SPS se pueden dividir en:

1. *Servicios de extensión de la vida del producto*: el producto adquiere una alta durabilidad mediante funciones de reparabilidad, mantenimiento, extensión de garantía e incluso servicio de desecho, cuando la fase de uso termina. La propiedad del producto permanece en el consumidor-comprador.

2. *Servicios de uso de productos*: el consumidor usa los productos sin poseerlos. El mantenimiento, la reparación y la disposición final son responsabilidad del oferente del servicio, quien busca maximizar sus ingresos mediante la fabricación o adquisición de productos durables y de altísima calidad que se puedan ofrecer al mayor número de clientes y por el mayor tiempo posible, sin invertir demasiado en conservar el producto útil.

zo no implica la desmaterialización del 100% pero sí una reducción sustancial en el uso de materiales. Un ejemplo actual es la venta de música on-line, donde desaparecen el disco grabado y el almacén, pero aún se necesita un computador en red para obtener el servicio de entretenimiento digital que antes era suministrado de manera física.

4. *Servicios de sustitución*: pueden a su vez subdividirse en dos categorías: los servicios de sustitución orientados por resultado, donde se mercadea el resultado o satisfacción producida y no el producto mismo; y los orientados por uso, donde se mercadea de forma individual (leasing y renta) o conjunta, como el *sharing* (empresas que comparten maquinaria) y el *pooling* (sistemas multiusuario)¹⁴.

En conclusión, un SPS se manifiesta como un puente entre tecnología y naturaleza, pues la función del producto se encuentra a disposición del consumidor mediante la no transferencia física del mismo. De hecho, estos modelos funcionan a través de internet, en las modalidades B2B (Business to Business) y B2C (Business to Consumer) de comercio electrónico, que utilizan diferentes estrategias de negocios, entre ellas, el *leasing* (arrendamiento de un bien con opción de compra). Hoy en día comienzan a tomar fuerza modelos de oficinas compartidas, automóviles compartidos, personas que no compran su lavadora sino que prefieren un centro de lavado o alquilar el aparato, tapetes que no pertenecen al usuario sino que son parte de un servicio de decoración, y muchas otras opciones como maneras diferentes de hacer negocios.

Referencias

Asocolflores (2005), Fact Sheet 2005. The Colombian Association of Flower Exporters - Home page - <http://www.asocolflores.org>.

Boada, A. y O. Mont (2005), *Desmaterialización: Sistemas Producto-Servicio, una estrategia diferente de negocios*, Universidad Externado de Colombia. Facultad de Administración de Empresas, Centro de Tecnología y Producción, mayo.

Brezet, J., A. Bijima, J. Ehrenfeld y S. Silvester (2001), *The design of Eco-efficient services*. Delft University of Technology, Holanda, Diciembre

Cairncross, F. (1996), *Ecología S.A. Hacer negocios respetando el medio ambiente*, Editorial Ecoespaña, capítulos 1 y 9.

Dobson, A., *Pensamiento verde*, Editorial Trotta, 1998.

EL ESPECTADOR (2007), "Cultivos de rosas ponen en riesgo salud de trabajadores", 12 de febrero. Eco-efficiency & Sustainable Enterprises Group, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy WI. Alemania. <http://www.wupperinst.org/> vista el 22 de febrero de 2007

Greening, L. A., et al. (2000), "Energy efficiency and consumption —the rebound effect— a survey", *Energy Policy* 28(6/7): 389-401.

Heal, G. (1998), *Valuing the Future: Economic Theory and Sustainability*, Columbia University Press.

Naess, A. (1973), "The Shallow and the Deep, Long-Range Ecology Movement. A Summary", en *Inquirí* 16, pp. 95-99.

Pleypys, A., A. Boada (2005), "El lado oscuro de las tecnologías de la información y las Telecomunicaciones", *Revista Sotavento* N° 10, primer semestre 2005, Facultad de Administración de Empresas Universidad Externado de Colombia.

Rocchi, S. (1996), *From Products To Product-Services. Corporations In The Perspective Of Sustainability*, Lund University, IIIIEE. Lund, Suecia.

Schneider, F. et al. (2001), *Eco-Info-Society: Strategies for an Ecological Information Society. Sustainability and the Information Society*, 15th International Symposium Informatics for Environmental Protection, Zurich, Metropolis Verlag, Marburg.

14. Esta distinción entre orientación al uso o al resultado posee una ligereza conceptual, ya que en la orientación por uso no existe realmente una sustitución de producto, el consumidor aún tiene la facultad de definir la forma de uso del producto, la cual puede

ingeniería

La inteligencia humana en la inteligencia artificial

Ing. Hernando Ramírez Llinás

Director de Inteligencia Artificial y Nanotecnología de la Universidad El Bosque, Bogotá.

Miembro del Singularity Institute for Artificial Intelligence, Palo Alto CA, USA.

Presidente para Colombia de la Asociación Transhumanista Mundial.

Miembro del Centro de Ciencia y Tecnología Nanoescalar.

Miembro del IEEE Engineering in Medicine and Biology

© lucasnote

La idea de alcanzar —o incluso superar— la inteligencia humana ha sido una de las metas de la inteligencia artificial. Esta aspiración, que siempre se vio muy lejana, atraviesa hoy un momento crucial, pues en el intento de alcanzarla se están tratando de integrar no sólo múltiples saberes computacionales, sino los enfoques de otras disciplinas que, como las neurociencias o la psicología, estudian la inteligencia humana. Se trata de incorporar algoritmos y estructuras de datos provenientes de diferentes subcampos de la inteligencia artificial a teorías y conocimientos como la lingüística o la psicología social, campos distantes desde la perspectiva histórica y metodológica.

La inteligencia artificial que pretenda acercarse a un nivel humano debe integrar numerosas características como la búsqueda con regreso instacional (*backtracking*), los procesos de decisión de Markov, los teoremas lógicos que prueben algoritmos, los sistemas de producción y las redes neuronales. Recientemente se ha trabajado en la integración de la complejidad del comportamiento a la robustez y flexibilidad de las arquitecturas robóticas reactivas. Muchas aplicaciones nuevas requieren de una comprensión de las complejidades del comportamiento humano. Por ejemplo, el intento de incrementar el realismo en los simuladores de entrenamiento crea la necesidad de agentes que se comporten a un nivel humano de inteligencia.

En otras palabras, es imperioso el uso de arquitecturas cognoscitivas en el empeño por lograr niveles de inteligencia humana en la inteligencia artificial. Ello puede reducir considerablemente la dificultad de integrar múltiples algoritmos y diferentes representaciones del conocimiento en un solo sistema.

La integración del razonamiento y la planeación a la percepción y la acción es un problema crucial de la robótica y de otras ramas de la inteligencia artificial. Los simuladores para entrenamiento deben basarse en una arquitectura que combine métodos computacionales usados para modelar las emociones, el razonamiento y la planificación.

Inspiración de la Inteligencia Artificial Humana (IAH)

Los seres humanos siguen siendo el mejor ejemplo de inteligencia conocido. Trabajos recientes en diferentes áreas de las ciencias cognoscitivas y neuronales han dado lugar a nuevos acercamientos de la inteligencia artificial a la IAH. Así como por mucho tiempo se trató de explicar la función del sistema nervioso humano a través de la tecnología del momento —hidráulica, electricidad, transistores y microchips—, hoy las nuevas arquitecturas computacionales hacen lo contrario: se inspiran en los recientes descubrimientos en neurociencias. Así, analizan y tratan de replicar la manera en que el cerebro humano integra emoción y cognición. El siguiente paso es integrar estas habilidades a un equipo computacional. Al lograrlo, se podrán cambiar radicalmente el uso y las aplicaciones de los computadores.

El incremento casi exponencial de la comprensión en las neurociencias facilita el entendimiento *bottom-up* de la inteligencia humana; en otras palabras, vamos de la comprensión mecánica a la fisiológica. La simulación y el análisis de los circuitos cerebrales han dado origen a operaciones emergentes, totalmente nuevas y complejas. La hipótesis plantea que estas operaciones constituyen el "manual

Figura 1. Algoritmo simplificado de los núcleos basales

1. Seleccionar acción A. Set recompensa_estimación \leftarrow 0
Set max_aleatoriedad \leftarrow $R > 0$
2. aleatoriedad \leftarrow max_aleatoriedad - recompensa_estimación
3. recompensa \leftarrow Eval[A + aleatoriedad]
4. if recompensa > recompensa_estimación then
A \leftarrow A + aleatoriedad
Recompensa_estimación \leftarrow recompensa
5. goto paso 2

bilidades comportamentales y cognitivas emergen establecen un formalismo unificado que describe las facultades humanas, desde la percepción y el aprendizaje hasta el razonamiento y el lenguaje. Así se constituye en un modelo para la construcción de diferentes niveles de inteligencia humana en la inteligencia artificial.

A partir del estudio de los mecanismos anatómicos y fisiológicos de estructuras particulares del cerebro, como los núcleos basales (figura 1), las operaciones que emergen de ellos pueden ser identificadas a través del análisis *bottom-up*. Los algoritmos resultantes usualmente presentan características inéditas, incluyendo estructura jerárquica, secuencias embebidas, codificaciones interesantes y otras cualidades aún no trabajadas en los computadores.

Dentro de las nuevas arquitecturas en inteligencia artificial, son de especial relevancia sus configuraciones con respecto a varios tipos de memoria, representación y organización del conocimiento y a cómo sus mecanismos de desempeño y aprendizaje afectan las memorias.

La necesidad de sistemas inteligentes

El objetivo original de la inteligencia artificial eran el diseño y la construcción de dispositivos computacionales que combinaran muchas habilidades cognoscitivas en un solo sistema. Se quería que estas entidades tuvieran la misma capacidad de los humanos y que pudieran exhibir su inteligencia en diferentes dominios y campos de actuación. Es más, algunas aplicaciones tales como los sistemas tutoriales, robots caseros y paquetes de entretenimiento interactivo requieren del desarrollo de sistemas integrados verdaderamente

inteligentes, en vez del enfoque de componentes aislados.

Sin embargo, en la última década estas ideas han sido blanco de críticas, dada la naturaleza fragmentada de la investigación en inteligencia artificial. Newell (1973) propuso la necesi-

Newell concibió la inteligencia artificial como un aliado cercano de la psicología cognoscitiva y, por tanto, sugirió que debían trabajar de la mano.

dad de moverse más allá de los fenómenos aislados y de fortalecer la capacidad para desarrollar modelos completos de comportamiento inteligente. Incluso creía que se demostraría la inteligencia de estos sistemas en el mismo rango de acción de los humanos y que su evaluación se basaría en términos de generalidad y flexibilidad.

A partir de entonces la inteligencia artificial ha explorado tres principales vías para la creación de sistemas inteligentes multidesempeño. Quizás los más conocidos sean los sistemas multiagente, que tienen mucho en común con la ingeniería del software tradicional. Bajo este esquema, se pueden desarrollar distintos módulos dentro de diferentes facetas de la inteligencia artificial que pueden comunicarse unos con otros. Se desarrollaron la arquitectura específica de las entradas y salidas de cada módulo, así como los protocolos de comunicación entre ellos, pero sin dictaminar las restricciones bajo las que cada componente debía operar.

Una desventaja de los sistemas multiagente es la necesidad de esta comunicación directa entre los módulos. Otros paradigmas sortean este problema desarrollando módulos que lean y modifiquen la memoria compartida de creencias, objetivos y otras estructuras de corto plazo como las que existen en nuestro cerebro. Este sistema de *blackboard* (Engelmore y Morgan, 1989), como se le llama en su acepción inglesa, conserva la modularidad en la arquitectura inicial, pero reemplaza la comunicación directa entre los módulos por un esquema indirecto que depende del reconocimiento de patrones contra los elementos residentes en la memoria a corto plazo. Dicho de otra manera, una arquitectura *blackboard* maneja una forma diferente de integración a la que trabajan los sistemas multiagente y se acerca un poco más a las teorías de cognición humana.

Sin embargo, la visión de Newell en la investigación de las teorías de la inteligencia fue mucho más allá. Él pensó que las arquitecturas de agente debían incorporar teorías de la naturaleza de la mente como las siguientes:

- a. Memorias a corto y largo plazo que almacenen las creencias, metas y conocimiento del agente.
- b. Representación y organización de estructuras embebidas en estas memorias.
- c. Procesos funcionales que operen sobre estas estructuras, incluyendo mecanismos de desempeño y aprendizaje.
- d. Un lenguaje de programación que permita la construcción de sistemas basados en el conocimiento (SBC) que interactúe con la arquitectura.

Lo anterior constituye una teoría acerca de la inteligencia que va más allá de un simple paradigma de un lenguaje de programación.

Por ejemplo, en un sistema automático de conducción se incluyen autos para que las posiciones, orientaciones y velocidades varíen en el tiempo, como también los objetos estáticos tales como vías, intersecciones, aceras y edificaciones. Además, cada vehículo puede modificar su velocidad y su ángulo de giro. En un sistema de éstos, se debe hablar de procesos cognoscitivos, incorporando ideas clave tomadas de las teorías de resolución de problemas, razonamiento y adquisición de habilidades en los humanos.

Figura 2. Arquitectura del sistema inteligente propuesto por Newell



el módulo de inferencia para determinar el comportamiento. Más aún, la organización jerárquica de la memoria a largo plazo juega un papel central en cada uno de estos mecanismos.

La inferencia conceptual es ahora la actividad básica del sistema. En cada ciclo el sistema empareja la definición de conceptos en la memoria a largo plazo con las percepciones y las creencias. Cuando un concepto concuerda, el módulo adiciona una instancia de ese concepto a la memoria a corto plazo y lo deja disponible para ejecutar nuevas inferencias.

Finalmente vale anotar que una arquitectura cognoscitiva está típicamente asociada con el lenguaje de programación en la creación de sistemas basados en el conocimiento. Estos lenguajes incluyen un intérpreta-

de seguimiento (*tracing*) que le permiten al usuario inspeccionar el comportamiento del sistema.

En general, los lenguajes asociados con las arquitecturas cognoscitivas son de un nivel más alto que los tradicionales. Esta característica se debe en parte a las necesidades de la arquitectura de llevar a cabo representaciones que incorporan ideas de procesamiento de listas (*list processing*) y de las funciones lógicas de primer orden. Mecanismos tales como el reconocimiento de patrones, la inferencia y la solución de problemas poseen muchas capacidades implícitas que deben ser dadas explícitamente en los lenguajes tradicionales.

Para terminar, quisiera dejar como inquietud el rol que las emociones pueden desempeñar dentro de los sistemas inteligentes, tema que merece ser atención en investigaciones futuras. Hasta ahora las emociones, más que el razonamiento lógico, las operaciones lingüísticas o la memoria a largo plazo, constituyen el campo de la inteligencia humana más difícil de simular. Tal vez por ello sea el más humano de los componentes de nuestra inteligencia.

Una arquitectura cognoscitiva está típicamente asociada con el lenguaje de programación en la creación de sistemas basados en el conocimiento.

Referencias

- Ayers, J. (2002), *Neurotechnology for Biomimetic Robots*, MIT Press, Cambridge.
- Breazeal, C. (2002), *Designing Sociable Robots*, MIT Press, Cambridge.
- Engelmore, R. S. y A. J. Morgan (1989), *Blackboard Systems*, Addison-Wesley, Reading, MA. EE.UU.
- Ferber, J. (1999), *Multi-Agent Systems: An Introduction to Distributed Artificial Intelligence*. Addison Wesley, Chicago.
- Jonson, S. (2003), *Sistemas emergentes: o qué tienen en común hormigas, neuronas, ciudades y software*, Turner, Madrid.
- Newell, A. (1973), *You Can't Play 20 Questions with Nature and Win*, Papers on Symposium in Visual Information Processing, New York, Academic Press.
- (1982), "The Knowledge Level. AAAI, American Association for Artificial Intelligence", en *AI Magazine*, v. 18, N| 1, pp. 87-127.
- Nolfi, S. (2000), *Evolutionary Robotics: Intelligence and Technology of Self Organizing Machines*, MIT Press, Cambridge.
- "Achieving Human Level Intelligence Through Integrated Systems and Research" (2006), en *AI Magazine*, v. 27, N° 2.
- <http://www.psicopedagogia.com/inteligencia-computacional>

sitios web

ARTE Y CIENCIA EXPOSICIÓN "CUANDO LA CIENCIA SE UNE AL ARTE"

http://www.serimedis.tm.fr/serimedis/index_expo_uk.html

Visite este sitio web para deleitarse con imágenes de ciencia. Esta exposición consta de 66 fotos donde pueden apreciarse varios tipos de células. La exposición *Cuando la ciencia se une al arte*, inaugurada en 1999 en París, refleja algunas muestras de las colecciones fotográficas del Instituto Nacional de la Salud y la Investigación Médica, INSERM. Seis millones de personas han acogido estas sorprendentes imágenes.



ASTRONOMÍA VIDEOS EN 3D DEL SOL Y LA HELIOSFERA

<http://stereo.gsfc.nasa.gov/>

Es el sitio oficial donde se registra la Misión STEREO (Solar Terrestrial Relations Observatory). En él encontrará las imágenes en tercera dimensión de los dos observatorios del espacio y podrá ver la estructura y la evolución del Sol, de las tormentas solares y de la órbita de la Tierra.



EDUCACIÓN AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH JOURNAL (EARJ)

<http://www.jstor.org/journals/00028312.html>

El Diario de Investigación americano Educativo (AERJ) tiene como objeto publicar estudios originales empíricos y teóricos, así como análisis sobre la educación.

BIOQUÍMICA COMUNICACIÓN CELULAR

<http://stke.sciencemag.org/>

Este sitio suministra artículos técnicos sobre cómo las células controlan su propio comportamiento y el de las demás a través de señales químicas. Es una base de datos que pone al alcance del investigador conceptos y métodos de vanguardia acerca de los procesos bioquímicos que ocurren dentro de la célula.



AGRICULTURA AGORA, acceso en línea a La investigación mundial en el sector agrícola

<http://www.aginternetwork.org/es/>

AGORA brinda acceso en línea a la investigación mundial en el sector agrícola y a través de 766 publicaciones de las principales editoriales científicas en los campos de la alimentación, la agricultura, la ciencia medioambiental y las ciencias sociales. AGORA se pone a disposición de los estudiantes e investigadores cualificados de las instituciones no lucrativas de distintos países en vías de desarrollo.



CIENCIAS SOCIALES ALIANZA para el IMPACTO

<http://www.impactalliance.org>

Se trata de una red global de desarrollo de capacidades comprometida con la oferta de conocimientos y habilidades de organizaciones líderes de todos los sectores de desarrollo. La red trabaja por el fortalecimiento institucional de la sociedad civil y por el cambio social positivo que asegure una vida mejor para los pueblos y las comunidades alrededor del mundo.



ACAC, es una de las empresas, que ha confiado en el recurso humano y técnico de Pagosonline.net, para poder recibir los recaudos por suscripción a su revista. A través de una plataforma robusta y segura. Es por eso que Pagosonline.net se ha comprometido con esta institución ofreciéndole el mejor servicio y las mejores tarifas del mercado.

Visítanos en:

<http://www.pagosonline.net>

O contactanos en:

Info@pagosonline.net

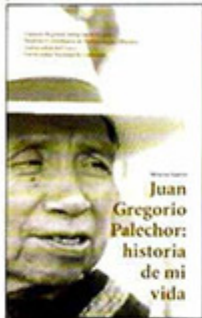
pagosonline.net

El pago seguro en Internet
El pago seguro en Internet



Novedades editoriales

Juan Gregorio Palechor: historia de mi vida



Myriam Jimeno
Consejo Regional Indígena del Cauca, Instituto Colombiano de Antropología e Historia, Universidad del Cauca, Universidad Nacional de Colombia
Bogotá, 2006.
201 pp.

Ilustra el constante proceso de reinención de la identidad étnica en la persona de este líder yanacona. La autora consigue situar a Palechor en su contexto y presentarlo como una figura subalterna que tuvo la habilidad de proyectar ante un auditorio nacional las reivindicaciones de las minorías indígenas. Su prosa clara nos brinda herramientas analíticas para la comprensión de la etnicidad y de sus tensiones frente al poder del Estado.

El diálogo, en forma de monólogo, que atestiguamos en estas páginas nos permite asistir con Palechor a muchos de los episodios de una época en que el acontecer de las organizaciones indígenas del Cauca se manifestó como una novedad política e ideológica ante el Estado nacional colombiano. En estas líneas, Juan Gregorio Palechor rehace la memoria de su propia vida, toma la palabra con el temperamento que lo identificó, y lo hace para hablar una vez más ante una nación, con la voz de la experiencia del campesino, del indígena.

El lector encontrará una sensible correspondencia entre las partes que componen este texto; las claves que la autora nos ofrece para descubrir y entender el valor de Juan Gregorio Palechor se deben no sólo a la agudeza de su interés antropológico sino también

De la curiosidad a la ciencia

Experiencia de desarrollo de la actitud científica, a partir del contexto de ciudad como escenario pedagógico



IDEP
Bogotá, 2006
145 pp.

Este libro de experiencias en *proyectos de aula*, trabajado en el colegio Marco Tulio Fernández de la ciudad de Bogotá, da cuenta del análisis y la reflexión que hace un grupo de maestras sobre su práctica, como un ejercicio de búsqueda y construcción de conocimiento pedagógico que les ayude a orientar la curiosidad y el deseo de conocer de sus estudiantes.

El alma de estas páginas la conforma una serie de descripciones de trabajos realizados en el aula y de vivencias en el semillero de talentos científicos del Club de ciencias, que dan la idea de una fantástica aventura en la ruta del conocimiento, acompañada del relato de las historias de vida de las investigadoras y algunos apartes experimentales de otros docentes de la institución.

Las autoras, además de dedicar el libro a maestras y maestros que orientan a niños, niñas y jóvenes que aún se atreven a preguntar y hacer uso del derecho que tienen a jugar, a crear y a divertirse en sus clases, dejan escuchar diferentes voces que reclaman una escuela distinta, en la que cada persona, además de jugársela por gozarse lo que hace en el día a día, tenga la oportunidad de explicar su papel como observador de sí mismo y de su propia experiencia.

El palacio de los precisos cristales



Divertimentos matemáticos
Bernardo Recamán
Editorial GEDISA
España, 2006
124 pp.

Es el segundo tomo de divertimentos matemáticos de este autor, donde reúne cuarenta acertijos de diversa índole. Todos son de carácter elemental, divertidos, impregnados de una belleza y elegancia peculiares que muchos sabrán reconocer. El autor tiene la esperanza de que sirvan para quienes ya disfrutaron de la matemática y de que quienes le tienen temor se reconcilien con ella.

Actividad demostrativa en la formación inicial del profesor de matemáticas

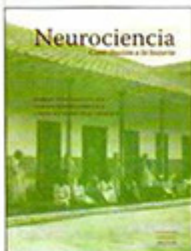


Patricia Perry, Leonor Camargo, Carmen Samper de Caicedo y Clara Rojas Morales
Universidad Pedagógica Nacional
Bogotá, 2006
363 pp.

Este libro es el resultado del proyecto de investigación "Geometría dinámica en la formación del profesor de matemáticas"; la investigación pretende identificar experiencias significativas con potencial para aportar a la construcción de un ambiente de aprendizaje favorable al desarrollo de la competencia demostrativa.

Novedades editoriales

Neurociencia: contribución a la historia



Gabriel Toro González, M.D.; Gustavo Román, M.D., y Carlos S. Uribe Uribe, M.D.
Instituto Nacional de Salud
Bogotá, 2006
113 pp.

Tres eminentes compatriotas expertos en diferentes áreas del conocimiento del sistema nervioso nos presentan resumida, práctica y profusamente ilustrada la historia de la neurociencia. Se han desprendido de la historiografía clásica, que presenta la evolución de los hechos en forma cronológica y a veces tediosa o difícilmente comprensible, para darnos una visión fácilmente asimilable sobre lo que se sabe y se ha sabido sobre el sistema nervioso.

Para ello, escogen tres grandes capítulos o partes a manera de escenarios: una primera sobre el origen y la evolución de la neurociencia. La segunda parte trata sobre la evolución histórica del concepto de demencia y, finalmente, la tercera parte hace un homenaje de reconocimiento a la *Historia de la psiquiatría en Colombia* de Humberto Rosselli.

Plan Estratégico Programa Nacional de Prospectiva en Ciencia, Tecnología e Innovación

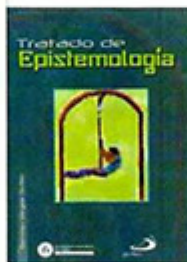


Javier Medina Vásquez
COLCIENCIAS
Bogotá, 2006
164 pp.

La elaboración de un Plan Estratégico significa un ejercicio cuidadoso de

como propósito presentar a la comunidad colombiana e internacional las realizaciones del Programa Nacional de Prospectiva Tecnológica e Industrial durante 2003-2006. Igualmente, con base en la experiencia adquirida, proponer lineamientos estratégicos para su consolidación en un Programa de Prospectiva en Ciencia, Tecnología e Innovación para 2007-2010. En este libro se hace un análisis acerca de la pertinencia de la prospectiva para el país, el estado del arte y las tendencias internacionales de la prospectiva para el país, el estado del arte y las tendencias internacionales en el uso de la prospectiva tecnológica e industrial. Se sintetizan los logros y los elementos organizacionales clave en la implementación de las dos fases del programa.

Tratado de epistemología



Germán Vargas Guillén
Universidad Pedagógica Nacional y Editorial San Pablo
Bogotá, 2006
303 pp.

Esta obra tiene como antecedentes fundamental *Investigaciones epistemológicas*; a diferencia de la anterior, da un horizonte renovado de discusión temática: las tecnologías como "materialización" de la llamada condición postmoderna y sus implicaciones en la construcción tanto de la subjetividad como de las ciencias sociales desde el paradigma de la neonarrativa. En este libro se ha procurado una aplicación sistemática y estructural al desarrollo epistemológico.

Formación de competencias docentes. Diseñar y aprender con ambientes computacionales



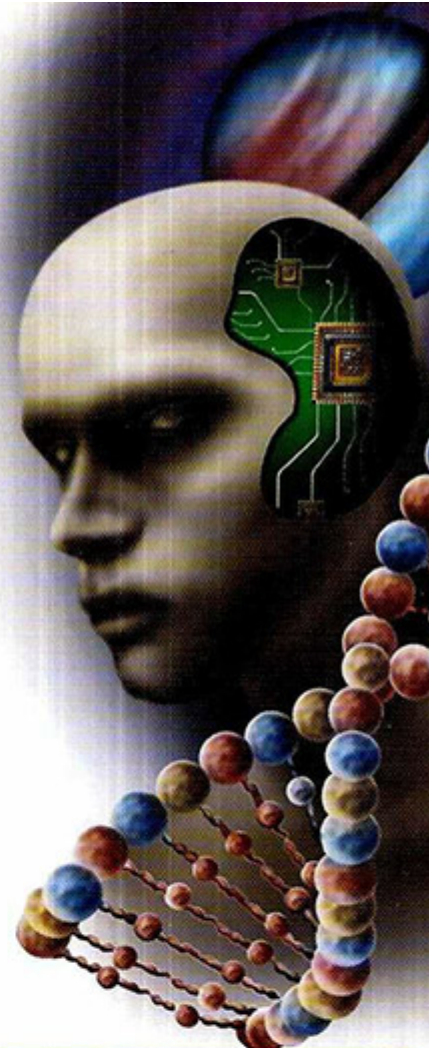
Luis Bayardo Sanabria y David Macías Mora
Universidad Pedagógica Nacional y COLCIENCIAS
Bogotá, 2006
137 pp.

Este libro muestra los resultados de investigar la incorporación de la pedagogía computacional en la formación de competencias cognitivas en los estudiantes de licenciatura, a través de la utilización de software en la práctica docente. Una temática tratada con profundidad se refiere a la representación del conocimiento, definida como la aplicación de la lógica y la ontología a la tarea de construir modelos computacionales por algún dominio. Las habilidades tecnológicas se dirigen al uso de recursos computacionales en función de la aplicación en contextos de aprendizaje. La participación del profesor como el agente orientador de los procesos de aprendizaje incluye el desarrollo de estas habilidades para ser competente cuando generaliza su conocimiento en su labor docente.

Innovación y Ciencia

“Un *paso adelante* en
ciencia y tecnología.”

Publicación trimestral que informa
sobre los últimos avances en
Ciencia y Tecnología realizados
en Colombia y el mundo.



Cupón de suscripción

FECHA DE SUSCRIPCIÓN

DÍA	MES	AÑO
-----	-----	-----

Suscripción anual \$45.000. Precio número regular \$12.000. Precio edición especial \$15.000
Suscripción gratuita para asociados

NOMBRE

DIRECCIÓN

TELÉFONO

FAX

CC ó NIT

CIUDAD

CORREO ELECTRÓNICO

PROFESIÓN

ESPECIALIDAD

Suscripción por un año,
4 ejemplares,
a partir del número

FORMA DE PAGO

Efectivo Tarjeta de crédito # Acepto renovación automática SI NO

Diners Visa MasterCard American Express

Vence Cuotas Números de Seguridad

Cheque Cheque # Banco

Consignación a nombre de <Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia> en:
Banco de Occidente, cuenta de ahorros No. 26880746-5. Banco Agrario, cuenta de ahorros No. 0230-002930-5.
Banco Popular, cuenta de ahorros No.160-203196.

Envíe su comprobante de pago junto con este cupón al fax: **2216950** o por correo a la sede ACAC en Bogotá.
Carrera 50 No. 27-70 Unidad Camilo Torres . Bloque C. Módulo 3. Bogotá - Colombia

FIRMA

UNA GRAN RED QUE COMIENZA A CRECER



- UNA RED DE CONOCIMIENTO, APRENDIZAJE E INNOVACIÓN.
- UNA RED PARA ESTABLECER CONTACTO CON LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.
- UNA RED IMPOSIBLE DE ROMPER.
- EXPOSICIÓN COMERCIAL E INSTITUCIONAL.
- RUEDA DE NEGOCIOS.
- EXPOCIENCIA INFANTIL, JUVENIL Y UNIVERSITARIA.
- EVENTOS ACADÉMICOS.
- MUSEIÓN.
- PROGRAMACIÓN CULTURAL.

BOGOTÁ
COLOMBIA

27/6
SEPT A OCT

EXPOCIENCIA⁷
EXPOTECNOLOGÍA²⁰⁰⁷

Tarifa postal reducida 194



Colombia \$12.000

