

Innovación y Ciencia

Volumen XIX • Nº 1 • Tarifa postal reducida 2012 - 194 • Colombia \$ 13.000

Naturaleza y conservación en un nuevo *Nuevo Mundo*



ASOCIACIÓN COLOMBIANA
PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA

REVISTA INNOVACIÓN Y CIENCIA
VOLUMEN XIX N° 1- 2012

PUBLICACIÓN DE:

Asociación Colombiana para el Avance
de la Ciencia, ACAC

JUNTA DIRECTIVA ACAC

Eduardo Posada Flórez

Marcelo Riveros R.

Beatriz Bechara Cabrera

Carlos Corredor P.

Elena Stashenko

Guillermo Hoyos V.

Helena Groot

Horacio Torres S.

José Felix Patiño

Rubén Ardila Ardila

Corporación para Investigaciones
Biológicas - CIB

Centro Internacional de Entrenamiento
e Investigaciones Médicas - CIDEIM

Academia Colombiana de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales - ACCEFYN

Centro Interactivo Maloka

PRESIDENTE

Eduardo Posada Flórez

DIRECTORA EJECUTIVA

Carmen Helena Carvajal López

EDITOR

Germán Cubillos Alonso

COORDINACIÓN EDITORIAL

Asociación Colombiana para
el Avance de la Ciencia, ACAC

COMITÉ EDITORIAL

Eduardo Posada Flórez

Carmen Helena Carvajal

Elizabeth Castañeda

Marcelo Riveros

Jordi Carreras

CONSEJO EDITORIAL INTERNACIONAL

José Antonio López Cerezo

Alejandro Franco García

PRODUCCIÓN, DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Susana Carrié M.

CORRECCIÓN DE ESTILO

María Teresa Ropaín García

FOTOGRAFÍA

Autores y Banco de imágenes

IMPRESIÓN

Nomos Impresores

COMERCIALIZACIÓN

Departamento de Mercadeo de ACAC

DISTRIBUCIÓN

Distribuidoras Unidas



CARÁTULA

Amanecer, un nuevo ciclo.

Foto: Susana Carrié

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 No. 5447 del 9 de octubre de 1992

ISSN 0121-5140

Tarifa postal reducida: 2012-194 4-72. La Red Postal de Colombia,
vence 31 de diciembre de 2012

ACAC Calle 44 N° 45-67, Unidad Camilo Torres Bloque C, Módulo 3

Teléfonos: 3150734 – 3155900

Fax: 2216950

Email: innovacionyciencia@acac.org.co

Bogotá, D.C. – Colombia

Precio de venta al público: \$13.000

Suscripción (4 números al año): \$55.000 para Bogotá,

\$65.000 fuera de Bogotá.



Vistazos ◀.....▶ 8

Historias del fin del mundo

GERMÁN PUERTA RESTREPO



Restauración de bienes muebles ◀.....▶ 12

Investigación de microorganismos en cuero y pergamino
de recursos documentales del Archivo de Bogotá

MYRIAM LOAIZA

JHON RIVERA



Ciencias ambientales ◀.....▶ 20

Naturaleza y conservación en un nuevo *Nuevo Mundo*

LUIS GERMÁN NARANJO



Historia y epistemología de la ciencia ◀.....▶ 32

El caso de la combustión

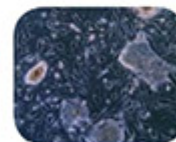
HENRY GIOVANY CABRERA CASTLLO



Biología ◀.....▶ 43

Investigación y terapia con células madre:
¿De dónde vienen y para dónde van...?

MAURICIO MARTÍNEZ SALAZAR



Sumario

Innovación y Ciencia Volumen XIX N° 1 - 2012

Fotografía ◀ ▶ 52

Ver para conocer, conocer para preservar
Chigüiro emergiendo de la victoria regia.

ADOLFO LEÓN CORREA

Iguana de los Llanos Orientales.

CARMEN HELENA CARVAJAL



Ingeniería civil ◀ ▶ 54

Mantenimiento vial: responsabilidad compartida
con la comunidad

NORMA CRISTINA SOLARTE VANEGAS

MARÍA FERNANDA SERRANO GUZMÁN

OSCAR FERNANDO SUÁREZ PUCCETTI



Preguntas cotidianas a la ciencia ◀ ▶ 60

1.¿Por qué unos metales son más duros que otros?
2.¿Por qué si se deja una botella de vidrio llena de agua
en el congelador se puede reventar?

LUCERO ÁLVAREZ MIÑO



Reseña ◀ ▶ 65

El enigma de Copérnico

GUILLERMO GUEVARA PARDO



Sitios web ◀ ▶ 68

Lanzamiento portal Colombia TIC
SciDev.Net - Red de Ciencia y Desarrollo



Uno de los retos más serios que enfrenta la especie humana en la actualidad es el del cambio climático con sus desastrosas consecuencias para el medio ambiente y para la vida sobre la tierra.

Si bien el clima se ha visto afectado en múltiples ocasiones en la prehistoria por factores tales como la variación de la inclinación del eje terrestre, los cambios de las corrientes marinas ligados a la deriva continental, las fluctuaciones de la actividad solar, o las colisiones con objetos provenientes del espacio, jamás en el pasado se había observado una elevación tan rápida de la temperatura, buena parte de la cual es directamente atribuible a la actividad del ser humano.

Datos históricos de la evolución de la concentración de CO₂ en la atmósfera muestran una clara correlación de ésta con la temperatura ambiente. Históricamente se observan picos de esa variable con una periodicidad cercana a los 10000 años. Nuestra época corresponde a uno de esos momentos. Sin embargo, los valores actuales están sensiblemente por encima de los más altos registrados en el pasado y, sin temor a equivocarse, se puede afirmar que la temperatura media del planeta alcanzará un record histórico en las próximas décadas. Los resultados previsibles de este incremento son, entre otros, el aumento del nivel del mar, un drástico cambio en el régimen de lluvias y la desertificación de amplias regiones en detrimento de la biodiversidad.

Las repercusiones de lo anterior son sin duda muy serias y podrían, en el peor de los casos, llevar a una extinción de la vida, parecida o peor que las que han ocurrido en la prehistoria. Es pues urgente tomar medidas que, dadas las circunstancias, son más de tipo político que científico o técnico. En efecto, hace mucho tiempo que la ciencia ha predicho la actual situación y planteado las posibles soluciones. Son, sin embargo, los gobiernos, especialmente de las grandes potencias económicas, a su vez las más contaminantes, quienes se han mostrado reticentes a tomar las medidas adecuadas para mitigar un fenómeno que, por su naturaleza, es responsabilidad mundial.

Lo anterior no quiere decir que un país como el nuestro, cuya contribución al calentamiento global es muy pequeña, no deba, a su turno, realizar acciones tendientes a preservar el valiosísimo tesoro constituido por una de las mayores biodiversidades del mundo. Colombia posee una legislación ambiental avanzada, que debería proteger adecuadamente el territorio nacional, pese a lo cual en los últimos años se ha presentado un grave deterioro del entorno. Si bien algo de esto es atribuible a causas naturales como el Fenómeno de la Niña, una gran parte resulta de la acción del hombre, a través de la minería, legal o ilegal, de los cultivos ilícitos y de la explotación indiscriminada de los bosques, que alcanza más de 300000 hectáreas al año. La responsabilidad de preservar para nuestros descendientes el maravilloso regalo que nos hizo la Naturaleza es del gobierno pero también, antes que todo, de los ciudadanos. Es fundamental que, aprovechando los importantes recursos provenientes de las regalías, se establezcan ambiciosos planes de investigación a largo plazo, tendientes a generar y poner en marcha soluciones diseñadas específicamente para nuestros problemas. Nos debe quedar claro que el tema es de primordial importancia no sólo para nuestro país, sino para garantizar la supervivencia de las generaciones venideras.

Eduardo Posada Flórez
Presidente

Carmen Helena Carvajal López
Directora Ejecutiva



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud



Doctorado

Doctorado en Ciencias Biomédicas.
(En convenio con la Facultad de Ciencias
Naturales y Matemáticas).
SNIES 54339

Maestrías

Maestría en Ciencias con Énfasis
en Genética Humana.
SNIES: 9289

Maestría en Salud Ocupacional
y Ambiental.
SNIES: 90890

Especializaciones áreas de Rehabilitación

Especialización en Ejercicio Físico
para la Salud.
SNIES: 12330

Especialización en Rehabilitación
Cardíaca y Pulmonar.
SNIES: 11108

Especialización en Fisioterapia en
Paciente Adulto Crítico.
SNIES: 54116

Especializaciones áreas Médicas

Especialización en Epidemiología.
(En convenio con la Universidad CES).
SNIES 5511*

Especialización en Salud Ocupacional.
(Programa denominado anteriormente
Medicina del Trabajo).
SNIES 10978

* Este código pertenece a la Universidad CES.

Conozca nuestra oferta total de posgrados

www.urosario.edu.co/programas InfoRosario Bogotá 422 5321, resto del país 01 8000 511 888

Publique en



Innovación y Ciencia

Especificaciones para la presentación de artículos a la revista

Innovación y Ciencia es una revista de divulgación de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC), cuyo objetivo es dar a conocer las investigaciones científicas que se desarrollan en Colombia y los avances en ciencia y tecnología de nuestro país y de América Latina. Necesariamente, en un mundo globalizado, se busca también la divulgación de la ciencia que se desarrolla en otras regiones del mundo.

El contenido de la revista depende de la generosidad intelectual de los investigadores y académicos, quienes envían espontáneamente sus artículos. También, permanentemente la revista envía invitación a participar en sus páginas a universidades y centros de investigación. Los artículos, ensayos, reseñas, noticias y fotografías que se publican corresponden a temáticas de ciencias naturales, ciencias sociales y humanas, tecnología, política científica y tecnológica, historia de la ciencia, educación y epistemología. El tercer número de cada año, que circula en septiembre, es un número especial dedicado a un solo tema que se anuncia en el primero, que circula en abril.

POLÍTICA EDITORIAL

Los escritos que llegan a la revista son revisados en primera instancia por el editor, quien, si lo considera necesario, le sugiere al autor cambios o complementos necesarios antes de enviarlos al Comité Editorial. Este es el encargado de realizar la evaluación de los escritos y, según el grado de especialización, lo envía a evaluadores expertos siguiendo las tradiciones internacionales de anonimato e independencia. Las sugerencias de este proceso de evaluación se le envían al escritor quien tendrá plena libertad de acogerlas o no. La versión final será revisada nuevamente y se tomará la decisión de publicar o no el escrito. Cuando la revista toma la decisión de publicar un escrito, éste se somete a una rigurosa corrección de

estilo de acuerdo con las normas del español, particularmente las de la Real Academia de la Lengua. Puesto que las comunidades científicas involucran cierta terminología especializada, muchas veces no reconocida aún en español, después de la corrección de estilo el escrito vuelve al autor para su aprobación general, correcciones puntuales y sugerencias.

Puesto que la revista pretende que cada número refleje el interés de la ACAC por acoger una diversidad intelectual y científica, los artículos no se publican por orden de aceptación sino atendiendo al equilibrio temático.

La comunicación de los autores con la revista se da a través del editor quien expresa la posición de la revista y la opinión del Comité Editorial.

ESPECIFICACIONES

Temas

Ciencias naturales, ciencias sociales y humanas, tecnología, política científica y tecnológica, historia de la ciencia, educación, epistemología.

Escritos

Artículos y ensayos de alrededor de 10 páginas tamaño carta en letra Arial 12, a doble espacio (excluyendo ilustraciones y cuadros). Notas cortas, noticias científicas y reseñas de libros de alrededor de 4 páginas.

Lenguaje

- Claro, ágil y de fácil comprensión para el lector no especializado. Evitar la terminología técnica y sustituirla por su equivalente en el lenguaje cotidiano. Si no es posible, dar una definición sencilla entre paréntesis o entre comas. Por ejemplo: "...en general se registra taquipnea (respiración rápida), cianosis (coloración azulosa de mucosas y partes más claras de piel)..."

- Evitar, hasta donde sea posible, el uso de expresiones y demostraciones matemáticas, así como el uso innecesario de formulaciones químicas.
- Es importante que el título sea atractivo además de significativo.
- Cuando se incluyan siglas o símbolos, la primera mención debe decodificarse; ejemplo: "En medicina humana se ha acuñado la expresión ARDS (del inglés: Adult Respiratory Distress Syndrome)".
- Sólo deben usarse abreviaturas y expresiones matemáticas en casos estrictamente necesarios.
- Las ecuaciones y fórmulas deben generarse desde un archivo de Word.
- Todo cuadro, figura o ilustración debe estar traducida al español.

Envío

Por correo electrónico o en CD, en formato Word. Si se usa otro formato, es necesario el envío también 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 en versión digital de alta resolución (300 dpi) en formato tif, jpg o eps.
- Si no es posible el material digital, entonces fotografías originales en papel fotográfico o diapositiva de muy buena resolución.
- Los esquemas gráficos explicativos en formato digital deben estar generados en Corel, In Design, Illustrator u otro programa de lenguaje vectorial.
- Las tablas o recuadros sin demasiadas columnas. (Generados en Word o en los programas vectoriales arriba señalados).
- Los archivos de imagen que necesariamente ilustran el texto deben estar guardados en una carpeta aparte del archivo de texto en Word, aunque deben ir insertos también en este para facilitar su ubicación.
- El material fotográfico no debe ser tomado de libros, revistas o internet sin autorización expresa de los editores y debe indicarse la autoría y la fuente. Del material recibido se seleccionará el de mayor calidad para su publicación.

Referencias

En el texto, las referencias se deben citar con el sistema autor-fecha (apellido del primer autor, inicial del nombre, la fecha de publicación, dos puntos y número de página. (La revista dispone de un documento sobre este tema que se le puede enviar a los autores que lo soliciten: *Citas, notas y bibliografía*). El listado de referencias se debe organizar en orden alfabético, con el siguiente formato:

Cita de 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: 1047 – 1051.

Cita de Libro:

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

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
- E-mail
- Dirección postal

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.

La revista *Innovación y Ciencia* está indexada en Latindex: Sistema de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. UNAM, México

Asociación Colombiana
para el Avance de la Ciencia -ACAC-
Calle 44 N° 45 - 67 Unidad Camilo Torres
Bloque C • Módulo 3

Fax: 2216950 • 2219953 • Tels: 3155898 • 3150734
innovacionyciencia@acac.org.co
Bogotá, DC, Colombia



Vistazos

Historias del fin del mundo

GERMÁN PUERTA RESTREPO

Economista. Presidente de la Red de Astronomía de Colombia, RAC. Asesor del Planetario de Bogotá.
gpuerta@astropuerta.com.co

Avanza el 2012 y desde hace algún tiempo se ha difundido la idea de asociar este año con un fin del mundo profetizado por los sacerdotes y soberanos de la antigua civilización maya, a lo cual se han sumado profetas y videntes de toda clase, desde el famoso Nostradamus hasta los indígenas de varios continentes. Esto ha despertado grandes expectativas a nivel global con manifestaciones en la literatura, el cine, el Internet, el comercio y el imaginario popular. En realidad ¿de qué se trata *este asunto del 2012*?

Los mayas, señores del tiempo

La cultura maya se consolidó especialmente durante el llamado Período Clásico entre el año 250 al 1000 de nuestra era, en un extenso territorio que abarcó lo que hoy es la Península de Yucatán, las Tierras Altas de Guatemala, Belice, Honduras y El Salvador. En este escenario se desarrolló una de las civilizaciones más importantes del mundo precolombino, y en el avance de su arte, arquitectura y conocimiento del mundo natural, igual o tal vez superior a encumbradas civilizaciones del Viejo Mundo. Por ejemplo, desarrollaron una escritura logo-silábica compleja y un sistema de numeración que incluía el concepto del número cero.

Un aspecto interesante de los mayas era su concepción cíclica del tiempo. La regularidad de los ciclos

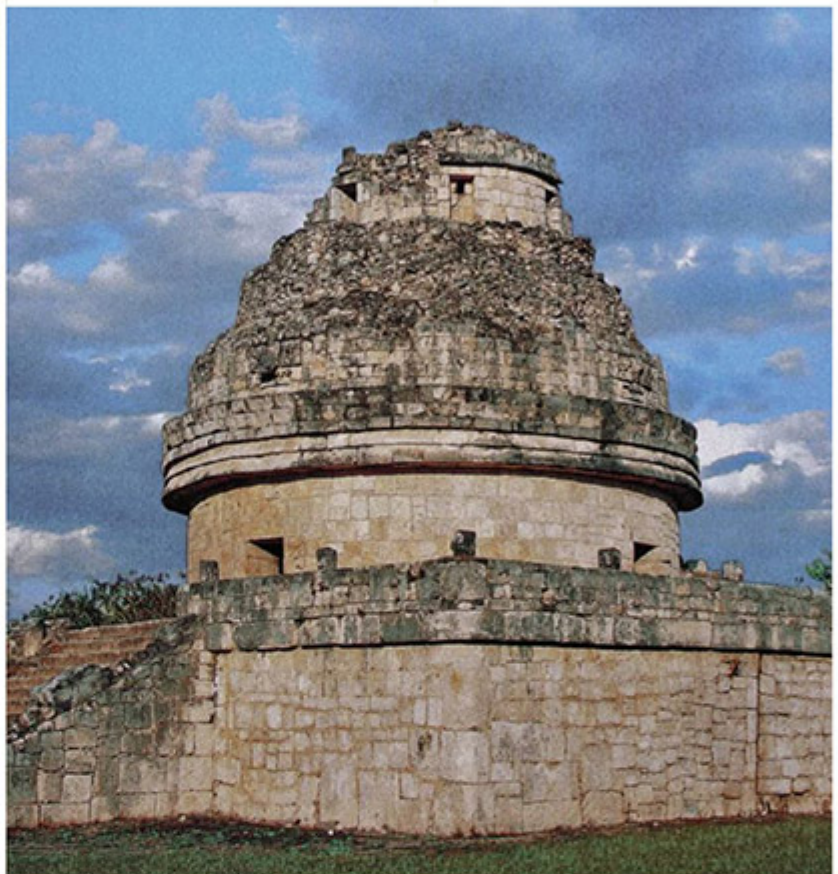


Figura 1. Observatorio maya. Los mayas construyeron notables estructuras para observar el cielo como el observatorio de El Caracol en Chichen Itzá.

estacionales de la naturaleza, y su asociación con eventos celestes, condujo al pensamiento cosmogónico maya a establecer una noción similar en su vida personal y comunal: los sucesos de hoy se repetirán en algún momento más adelante, vinculados con la conjunción planetaria del día o el tránsito de las Pléyades por el firmamento. Esto les llevó a desarrollar una relación muy estrecha entre la observación de los astros, el ciclo agrícola y la construcción de calendarios. De esta forma su obsesión por el registro del tiempo los convirtió en los mejores astrónomos del mundo antiguo y construyeron verdaderos observatorios y grandes pirámides en donde

los gobernantes mostraban al pueblo su divina conexión con los numerosos dioses del cielo. Los mayas podían predecir eclipses y la precisión de su calendario de Venus no tiene rival.

Del complejo sistema calendárico maya, ceremonial, sagrado y astronómico, hay que destacar el calendario histórico conocido como *La Cuenta Larga*. Los mayas lo utilizaban para datar monumentos, referenciar eventos y fechas importantes y funcionaba con cinco unidades de tiempo: *baktun*, *katum*, *tun*, *uinal* y *kin* que es el día. El *baktun* es la máxima unidad de tiempo en la Cuenta Larga, 394.23 años y el ciclo máximo del Calendario contiene 13 *baktunes*, o sea 5125 años, momento

en el cual la rueda calendárica completa este gran ciclo así: 13 *baktunes*, o *katunes*, o *tunes*, o *uinales*, o *kines*, o (13, 0, 0, 0, 0). A comienzos del siglo XX los expertos mayistas descifraron la Cuenta Larga y la correlacionaron con nuestro calendario moderno llegando a la conclusión que los mayas iniciaron el actual ciclo en un remoto pasado, el 13 de agosto del 3114 a.C., y que por lo tanto el *baktun* 13 del actual ciclo se completa el 21 de diciembre del 2012. Y este es el origen del *asunto* 2012.

Por otra parte, el *Popol Vuh*, el libro sagrado de los mayas quichés que recoge la tradición mitológica de la génesis del mundo maya, refiere varias creaciones y destrucciones sucesivas de hombres y mundos, una visión catastrofista y renovadora afín a muchas culturas. En la creación definitiva los dioses hicieron cuatro ancestros de los mayas a base de maíz y posteriormente crearon a las mujeres para estos hombres. Con ellos, también llegó la Aurora, y surgieron el Sol, la Luna y la Estrella de la Mañana. Y estos hombres les rindieron culto a los dioses que los crearon. Al igual que en los relatos aztecas de la creación, en esta leyenda maya el momento culminante es la aparición de la luz y la aurora, y también destaca la idea de que los hombres no son criaturas superiores a los demás animales sino que forman parte de un mundo armónico y natural.

Sin embargo, los mitos y leyendas de los mayas sobre el universo, los fenómenos del cielo y los mundos que se crean y se destruyen son exactamente eso, leyendas, y tienen la misma validez que cualquier otra leyenda del mundo antiguo. A su vez, en los siglos XVI y XVII los frailes europeos en su campaña evangelizadora entre los mayas de Yucatán y Guatemala, recogen estos mitos para influenciar los escritos coloniales que al estilo del apocalipsis prometen la salvación para los buenos cristianos y castigo para los pecadores.

De esta forma las profecías del fin del mundo que aparecen en los textos coloniales de los mayas convertidos, principalmente, el *Popol Vuh*, los *Libros del Chilam Balam*, y los *Anales de los Cakchiqueles*, fueron redactados bajo la influencia de la Iglesia.

Los tres códices originales mayas que sobrevivieron a la masacre cultural de la conquista, los Códices de Dresde, París y Madrid, no contienen profecía de fin de mundo. En el Códice de Dresde aparece una escena de diluvio pero este evento es muy común en el mundo antiguo, asociado tal vez a una catástrofe global en tiempos remotos o, en el caso de Yucatán, a los pavorosos huracanes que ocasionalmente asolan la península.



Figura 2. Escena de diluvio en el Códice de Dresde. Una serpiente gigante con símbolos de la Vía Láctea derrama las aguas sobre el mundo mientras la diosa de la Luna voltea un cántaro de agua sobre el dios de la Muerte.

En cuanto al 2012, la única referencia aparece en la denominada Estela 6 de Tortuguero en México en donde aparece el final del *baktun* 13 del actual ciclo de la *Cuenta larga*, y se anuncia la llegada de un dios asociado al inframundo. La deteriorada estela no permite mayor lectura. Otras estelas mencionan eventos que ocurrirían mucho después como una en Palenque que anuncia el retorno del gran rey Pakal para el año 4772 d.C. En conclusión, desde la arqueología maya no se evidencia ningún fin del mundo sino más bien largas temporadas de poder para los linajes gobernantes, y en los códices, algunas calamidades en la misma proporción que épocas de abundancia, cosechas y prosperidad. Por ello, las profecías mayas del fin del mundo del 2012 son una fantasía y no puede atribuírseles ninguna veracidad.

Las profecías del fin del mundo

Y entonces ¿cómo aparece el *asunto* 2012? Pues esto ya lleva bastante tiempo y de ello se encargaron hace unos treinta años una serie de autores estadounidenses, principalmente Frank Waters (1975), Dennis McKenna (1976) y especialmente José Arguelles (1987), considerado “el hombre detrás del 2012”.

Waters identificó el *baktun* 13, lo estimó en 5200 años y lo llamó “*el Gran Ciclo Maya*” y luego asoció estos ciclos con las cinco eras legendarias del *Popol Vuh*. McKenna desataca el final del *baktun* 13 el 21 de diciembre de 2012, y descubre que la fecha coincide con el solsticio de invierno en el hemisferio norte. José Arguelles relaciona el período del *baktun* 13 con un potente rayo proveniente del centro de la galaxia y asegura que los mayas sabían cuando entrábamos en el camino del rayo y cuando salíamos, “*un período de dramáticos cambios evolutivos para nuestro planeta*”. Y luego se desata una

oleada de libros con afirmaciones muy al estilo de las corrientes de "la nueva era" en boga desde los años sesenta como el momento del "cambio"; y especulaciones sobre el conocimiento de los mayas de los ciclos de las manchas solares, inversión del eje de la Tierra, cometas asesinos, planetas errantes, superterremotos y mucho más, todo profetizado por los mayas y todo para el 2012.

Cúanto irrespeto con la grandiosa civilización maya.

Y para completar este pandemio no podían faltar aquellos que aseguran que definitivamente existe una relación entre el factor maya y el fenómeno Ovni, y anticipan que, en la medida que se acerque el 21 de diciembre de 2012, la actividad de los Ovnis se intensificará. Nuevamente la salvación del mundo llega a bordo de los platillos voladores, infortunadamente sólo para algunos privilegiados.

¿Qué puede suceder en diciembre de 2012? En realidad este no es el único "fin del mundo", pues se han profetizado centenares a lo largo de la historia aunque es muy difícil encontrarlos antes de Jesucristo. El más antiguo aparece en el año 2800 a.C. en una tableta asiria en arcilla en

donde se puede leer: "Nuestra tierra se ha degenerado en estos últimos días. Hay señales que nuestro mundo está rápidamente llegando a su final. El soborno y la corrupción son comunes". Luego hay otro en Roma en el 643 a.C. cuando los romanos temen que la ciudad será destruida en el año 120 de su fundación; había un mito sobre doce águilas que le revelaron a Rómulo un número místico sobre el tiempo de vida de Roma por lo que cada águila representaba diez años (Thompson, D., 1996). Y eso es todo sobre los finales del mundo antes de Cristo.

La ausencia de profecías del fin del mundo en la antigüedad tiene que ver con la idea del tiempo cíclico muy común en las principales culturas, asociado a los ciclos de la naturaleza, día y noche, estaciones del año y su renovación constante. En su simbolismo clásico el tiempo está representado por una serpiente que se muerde la cola. El tiempo no tiene comienzo y no tiene fin, una cadena eterna de acontecimientos eslabonados en donde cada uno es tan real como los que se vienen, y se pueden repetir.

Con la consolidación del cristianismo hacia el siglo III y gracias a la concepción judeo-cristiana sobre la noción de tiempo, se experimenta un importante cambio al negarse la posibilidad de un tiempo cíclico. La pasión, muerte y resurrección de Jesucristo son hechos únicos, irrepetibles, y dan un sentido a la existencia humana. De esta manera el tiempo aparece como fundamentalmente lineal y orientado hacia el futuro, el sentido de toda la historia tiene su origen en la Creación y culminará en el Juicio Final, el final del tiempo. San Agustín confirma además que la noción de un tiempo "antes" de la Creación no tiene sentido, ya que sin la Creación no puede haber ningún "antes". Para él un tiempo cíclico es sinónimo de desesperación, y solamente un modelo lineal

y progresivo del tiempo puede fundamentar la esperanza.

Las visiones cristianas del fin del mundo aparecen en la Biblia en forma de profecías, en el Antiguo Testamento principalmente en el *Libro de Daniel*; y en el Nuevo Testamento en el *Apocalipsis* de San Juan. Inmediatamente brotan por doquier las profecías del fin del mundo, desde la realizada por los Tesalonicos en el año 53 d.C. hasta las modernas de los tele-evangelistas y los cybernautas; se cuentan entonces por centenares las profecías y vaticinios del fin del mundo con toda suerte de anuncios sobre la Segunda Venida de Cristo, el Arrobamiento, el Nuevo Reino de los Mil años, los Cuatro Jinetes del Apocalipsis, la Bestia y el número maligno 666, la batalla del Armagedon, etc., y asociados a toda clase de catástrofes terrenales y espaciales.

El verdadero peligro

En realidad toda esta argumentación sobre el fin del mundo del 2012 carece de sentido y no tiene bases científicas, pero ha sido acogida con entusiasmo por la franja esotérica y los grupos lunáticos, los que llegan a afirmar por la Internet, y por cualquier medio de comunicación que les dé la oportunidad, toda una suerte de sandeces e ideas ridículas sobre estos asuntos. Pero no por esto dejan de ser peligrosas pues su rebuscado lenguaje, muchas veces pseudocientífico, tiene la cualidad de engañar y confundir.

En muchos "finales de mundo" se han presentado eventos calamitosos como suicidios individuales y colectivos. Basta mencionar el del Año 1000, el asociado al Cometa Halley de 1910, el de Jim Jones en Guyana, el de la Secta de la Puerta del Cielo en California y el de David Koresh y los *Davianianos* en Wako, Texas. Sin embargo, al revisar estos sucesos encontramos



Figura 3. El símbolo del tiempo. La representación clásica del tiempo cíclico, una serpiente que se muerde la cola.

que tienen en común la presencia de grupos reducidos o sectas, influenciados por uno o varios líderes carismáticos, religiosos, alucinados o meros estafadores, con capacidad para eliminar la conciencia individual de los miembros (UIS, 2008). Pero el “fin del mundo del 2012” es el primero de la era de las redes sociales, el primero en la historia con un poder de dispersión mediática hasta el punto que nadie podrá escapar de su influencia en algún grado, bien sea la indiferencia o la enajenación total. Además, existe la conciencia general del gravísimo deterioro planetario, sobrepoblación, contaminación, cambio climático, y crisis políticas, económicas y sociales inmediatas, lo cual contribuye a darle tintes de veracidad a las falsas profecías.

Y es aquí donde está el verdadero peligro del *asunto 2012*, especialmente para los grupos de población carentes de una formación científica y cultural básica que les ayude a filtrar el “tsunami mediático” del 2012. Mención especial merecen los niños expuestos a los engañosos mensajes en la Internet, el cine y en los programas de televisión incluso de cadenas consideradas promotoras de las ciencias.

¿Qué hacer? Una recomendación de la *Sociedad Internacional de Planetarios* para los astrónomos (Larsen, K., 2010) es aprovechar el asunto 2012 para enseñar astronomía, historia, arqueología y destacar el verdadero legado de los pueblos precolombinos e indígenas actuales. Pero es la hora para que los ministerios y secretarías de educación y cultura y medios de comunicación responsables se interesen en el tema. En otros fines del mundo a lo largo de la historia las histerias individuales y colectivas han hecho algunos estragos. Pero este es el primer “fin del mundo” de la era digital y las consecuencias pueden ser inesperadas.

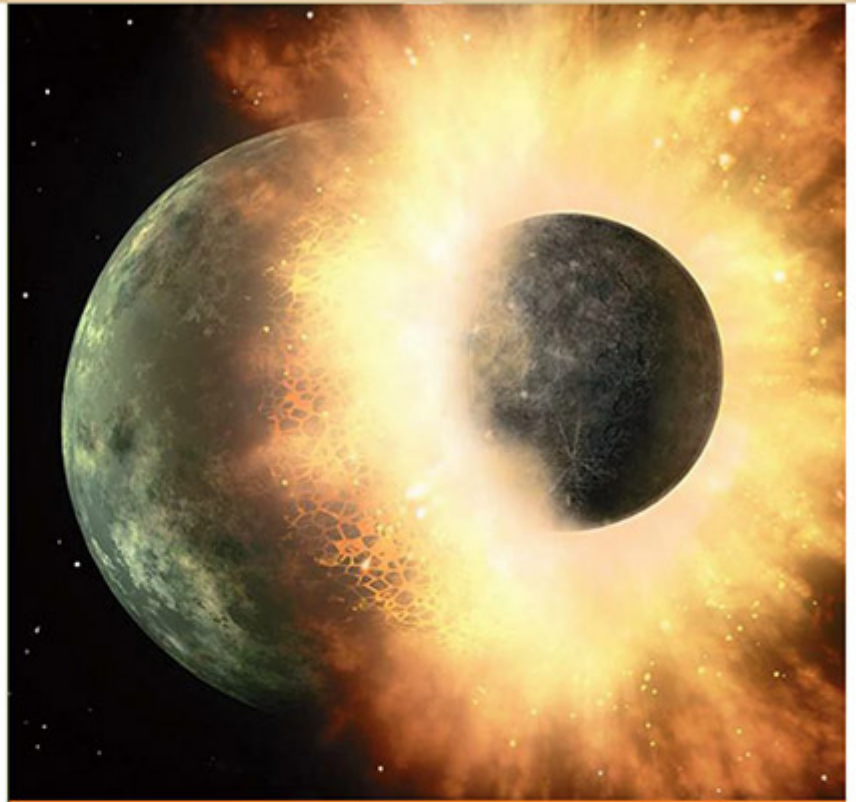


Figura 4. Impacto. Escenas como estas ilustran los mensajes sobre el fin del mundo que circulan por todas partes.

Referencias

- Arguelles, J. (1987), *El factor maya*.
- Aveni, A. F. (1980), *Skywatchers of ancient Mexico*, Austin, University of Texas Press.
- Gilbert, A. (2006), *Armagedón 2012, las profecías mayas del fin del mundo*, Bogotá, Editorial Planeta Colombiana.
- Krickeberg, W. (1995), *Mitos y leyendas de los aztecas, incas, mayas y muiscas*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Krupp, E. C. (2010), *The great 2012 scare, sky and telescope*, Cambridge, MA, USA, November 2009.
- Larsen, K. (2010), “Planetariums and the 2012 hysteria”, *Planetarian Journal*, International Planetarium Society, March.
- McKenna, D. y McKenna, T. (1976), *El paisaje invisible, la mente, los alucinógenos y el I Ching*.
- Ospina de la Roche, A. y Puerta R., G. (2011), *Profecías mayas, realidad y ficción*, Bogotá, Planeta Colombiana S.A.
- Pérez H., A. y Puerta R., G. (2011), *Lo que hijos y padres deben saber del 2012*, Bogotá, Panamericana.
- Recinos, A. (1976), *Popol Vuh, las antiguas historias del Quiché*, Traducción, México, Fondo de Cultura Económica.
- Thompson J., Eric S. (2003), *Grandeza y decadencia de los mayas*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Thompson, D. (1996), *The end of time*, Hanover NH, University Press of New England.
- Universidad Industrial de Santander (UIS, 2008), Facultad de Ciencias Humanas, *El comportamiento colectivo*, Sociología I, Bucaramanga, UIS.
- Waters, F. (1975), *México místico*.

Identificación de microorganismos en cuero y pergamino de recursos documentales del Archivo de Bogotá

MYRIAM LOAIZA

RESTAURADORA, M.Sc.(C) HISTORIA. PROFESIONAL ESPECIALIZADO, DIRECCIÓN ARCHIVO DE BOGOTÁ.

mloaiza@alcaldiabogota.gov.co

JHON RIVERA

QUÍMICO, M.Sc. BIOQUÍMICA. CONTRATISTA, DIRECCIÓN ARCHIVO DE BOGOTÁ.

jrivera@alcaldiabogota.gov.co



Introducción

Uno de los objetivos misionales de la Dirección Archivo de Bogotá, entidad que pertenece a la Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., es garantizar la protección de los recursos documentales del Distrito Capital y de la memoria de la ciudad a través del acopio, la conservación, la organización y la puesta en servicio de fondos y colecciones con valor patrimonial. Estos documentos representan información valiosa para la ciudad, no solo para su reconstrucción histórica sino para comprender la evolución tecnológica del registro documental y los diferentes factores que influyeron en la perdurabilidad del mismo documento.

En consecuencia, es primordial para esta Dirección la identificación de los factores que deterioran los documentos, entre los que se cuentan los organismos o microorganismos que resultan perjudiciales tanto para los soportes como para las técnicas que sustentan la información que produce la ciudad. Una vez identificados estos factores, funcionan como apoyo para la toma de decisiones frente a medidas de conservación y protección del patrimonio documental.

Una de las estrategias definidas para cumplir con este objetivo es el desarrollo de investigaciones orientadas hacia la identificación de hongos y bacterias que afectan los documentos, de manera que puedan ser combatidos y aprovechados para su potencial uso en procesos de conservación. Estas investigaciones deben estar encaminadas a la identificación de los microorganismos, así como a la caracterización de los materiales que componen los soportes documentales y las técnicas de registro utilizadas para consignar la información y los diferentes factores de deterioro que determinan la perdurabilidad de soportes y técnicas.

Biodeterioro

Todos los soportes documentales utilizados por la humanidad a lo largo de su historia sufren procesos de deterioro químico y biológico, debido a la fuerte influencia de condiciones medioambientales particulares a las que han estado sometidos. Aunque no existe consenso para la definición de lo que es el biodeterioro, una descripción adecuada puede ser la de Hueck (2001), quien lo define como "cualquier cambio indeseable en las propiedades de un material causado por las actividades vitales de los organismos" (Vaillant, M., 1996:185). Tanto el deterioro químico como el biológico ocasionan pérdida parcial o total de la información al atacar directamente los soportes; en la mayoría de los casos esa pérdida es irreversible. Esto hace que las investigaciones relacionadas con los agentes causantes del deterioro, tanto bióticos como abióticos, así como las formas de mitigación, prevención y reparación, se vuelvan indispensables para lograr la preservación de los soportes documentales y por ende de la información.

Los cambios biológicos ocasionados sobre diversos materiales se han atribuido principalmente a distintos microorganismos que emplean los componentes de dichos materiales como fuente de nutrientes para generar energía mediante el uso de baterías enzimáticas, es decir, biomoléculas que facilitan la degradación de nutrientes en componentes asimilables por los organismos (Villalba, L., 2005:60-65). El estudio de los hongos en los procesos de biodeterioro es muy importante, debido a que presentan una alta y variada capacidad enzimática, combinado con la posibilidad de sobrevivir en diversos ambientes, lo que incluye entornos con baja humedad. Existe una gran variedad en los componentes que estos organismos pueden degradar, dentro de los que se destacan dos: proteínas de diversa índole y carbohidratos, como la celulosa y el almidón.



Soportes del patrimonio documental

El material más utilizado como soporte documental es el papel, material mixto consistente en un entramado de fibras de celulosa con aditivos, entre los que se cuentan encolantes, colorantes y cargas minerales (Smook, G.A., 1990:280), los cuales, dada su naturaleza orgánica, pueden promover el crecimiento de microorganismos aportando nutrientes aprovechables (Allsopp, D., 2004:233), lo cual va en detrimento de la información contenida en los documentos.

Junto a este soporte, los bienes de patrimonio documental pueden estar contenidos en materiales que, si bien difieren del papel en composición y naturaleza, también son fuente de alimento para los microorganismos. Son los soportes de origen proteico, como el cuero y el pergamino, que hacen parte de encuadernaciones de diferentes épocas, desde la Colonia hasta hoy, siendo muy difundido en los primeros siglos de escritura latina en nuestro país.

El cuero y el pergamino son pieles que han sido tratadas con diferentes tipos de curtiembre a fin de estabilizar y evitar el biodeterioro. Sin embargo, la perfección de la técnica no llegó hasta muy entrada la era industrial, de tal manera que es posible encontrar encuadernaciones de las épocas Colonial y Republicana que, además de presentar problemas físico-químicos, entre otros de oxidación y degradación por pérdida de propiedades, también son soportes que resultan vulnerables a la afección biológica, donde se combinan diferentes factores:

- **Ambiental:** si el microclima donde se encuentran los bienes encuadernados presenta fluctuaciones de humedad relativa y temperatura, es oscuro y no hay un mantenimiento mínimo de las áreas. Aunado a un macroambiente húmedo y de temperatura variable.
- **Contacto con materiales contaminados:** si los documentos contenidos presentan afección biológica o si el mobiliario es propicio para la proliferación de micro y macroorganismos, por lo general mobiliario de madera.
- **Defectos en la técnica de curtiembre:** si el proceso de curtiembre ha dejado residuos de materia orgánica, sales o ácidos.

Identificación de microorganismos presentes en cuero y pergamino

Desde el año 2004, como parte de su quehacer diario, la Dirección Archivo de Bogotá ha venido conformando un cepario de hongos, a partir del aislamiento de diversos morfotipos (clasificación que se le puede asignar a un hongo particular de acuerdo a su apariencia microscópica y macroscópica) asociados con el biodeterioro. Este cepario, proveniente de muestreos ambientales y documentales de múltiples depósitos de archivo a largo de toda la ciudad, se ha utilizado para el estudio de enzimas extracelulares, producidas por los hongos, que puedan ser utilizadas en el campo de conservación y restauración de acervos patrimoniales.

En el año 2011, el Archivo de Bogotá inició el proceso de restauración de 130 libros parroquiales que reposaban en el archivo del Palacio Arzobispal, los cuales contienen información única sobre la época colonial de Santa Fe, Bogotá y sus alrededores. Según la valoración inicial realizada en las instalaciones del Archivo de Bogotá, la colección contiene algunos libros elaborados con papel de producción manual y con encuadernaciones en cuero y pergamino entre 1596 y 1749. Adicionalmente, existen libros entre 1750 y 1917 con papel semindustrial e industrial, y cuyas encuadernaciones son industriales, en cartón y recubrimiento en papel (Figura 1).



Figura 1.

Colección de libros parroquiales producidos en papel manual, entre 1596 y 1749 (A) y en papel semindustrial, entre 1750 y 1917 (B). (Fotografías Jhon Rivera, Archivo de Bogotá).

Cabe destacar que en una primera inspección de la colección no se observaron signos de deterioro biológico importantes en ninguna de las cubiertas valoradas. Dada la particularidad con que estos libros fueron hechos y su antigüedad, se realizó la verificación de la presencia de hongos, con el objetivo de establecer su clasificación taxonómica y estudiar las proteasas (enzimas que degradan proteínas) y celulasas (enzimas que degradan celulosa) que pudieran producir. Para tal fin, se realizó el aislamiento de cultivos monospóricos (cultivos generados a partir de una única espora) mediante el frotis de la parte interna y externa de la portada y la contraportada de cada uno de los libros muestreados.

En total se lograron preservar exitosamente 16 hongos, pertenecientes a los géneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Mucor* y un morfotipo que no logró ser identificado.

Los aislamientos que presentaron mayor actividad proteolítica en placas de agar-caseinato de calcio pertenecieron a los géneros *Cladosporium* y *Penicillium* (Figura 2); sin embargo, hay que tener en cuenta que la proteína que se degrada en este medio es caseína y, por el contrario, el cuero y el pergamino están compuestos principalmente por las proteínas queratina y colágeno, por lo que se espera realizar ensayos específicos para las enzimas relacionadas con la degradación de estas últimas proteínas.

Paralelamente, el Archivo de Bogotá ha venido realizando la identificación técnica de las pieles y la caracterización macroscópica de biodeterioros. Las pieles utilizadas en la elaboración de encuadernaciones, o bienes de patrimonio cultural, provienen por lo general de especies bovinas, equinas u ovinas. Sin embargo, la heterogeneidad de las estructuras encontradas se debe a la diferencia existente entre pieles provenientes de las mismas especies, incluso de un mismo animal, dependiendo de dónde se haya tomado la pieza para la elaboración del objeto.

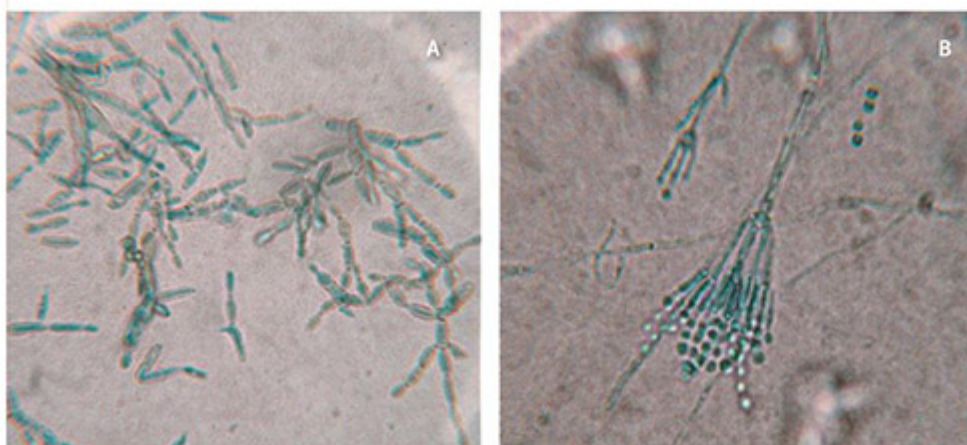
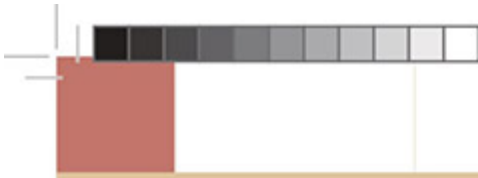


Figura 2.

Algunos morfotipos proteolíticos aislados durante los monitoreos ambientales y muestreos documentales que lleva a cabo el Archivo de Bogotá. A. Morfotipo perteneciente al género *Cladosporium*; B. Morfotipo perteneciente al género *Penicillium*. (Fotografías Juan Ochoa y Mónica Páez, Archivo de Bogotá).



La piel, en su función de proteger los órganos internos del animal, refleja factores como la alimentación, la región de procedencia, la forma como son mantenidos por los dueños, etc. Marcas, arrugas, grosor, textura, rigidez, entre otros indicadores, son testigos de las condiciones en que vivía el animal, lo cual determina en gran medida su uso. Sin embargo, la estructura básica de las pieles se mantiene en las especies mencionadas, presentando tres capas sucesivas: *epidermis*, *dermis* y *tejido subcutáneo*, desde la más profunda a la superficial (Anges, J., 1993:75).

Cabe resaltar que la piel requiere de algún proceso de curtición que evite su degradación por parte de microorganismos o factores químicos.

Proceso de curtición

Es la transformación de cualquier tipo de piel en cuero o pergamino, donde intervienen cinco elementos: 1. La piel en tripa o piel cruda; 2. El agente curtiente; 3. El colágeno, que es un elemento propio de la piel, que ha sido modificado por el agente con que se realiza la curtiembre; 4. El agua a altas temperaturas; y 5. El medio ambiente.

El proceso anterior busca básicamente la estabilización de las proteínas constituyentes de la piel. Las pieles procesadas con cierto tipo de curtiembres tradicionales son susceptibles a presentar afección biológica, y aunque muchos curtidores tratan de solucionar este defecto realizando un secado rápido de la piel, el resultado es un material que no puede ser utilizado, pues sus fibras se adhieren entre sí y dan un material córneo y frágil (Sinisterra, J.E., 2002:32).

El objetivo de la curtición es lograr una modificación suficiente de la piel de manera que no se cuartee al someterse a procesos de secado, sea resistente a acciones de microorganismos y estable frente a humedad directa en temperaturas altas. Este proceso modifica la estructura del colágeno, haciéndolo mucho más estable frente a la humedad, evitando deformaciones y cambios dimensionales; además, aumenta la temperatura de contracción, que es aquella en la que se inicia la gelatinización del colágeno (Sinisterra, J.E., 2002:45). Esto contribuye a aumentar la resistencia de la acción enzimática producida por los microorganismos.

Si no se producen enlaces estables entre el colágeno de la piel y el elemento curtiente, el cuero resulta vulnerable frente a efectos de cambios de humedad, lo que ocasiona la aparición y proliferación de microorganismos. Sin embargo, si el agente curtiente tiende a generar enlaces muy fuertes, pierde su acción curtiente, por lo tanto es necesario que se conserve un equilibrio entre los dos elementos.

Bioindicadores en cuero y pergamino

Los deterioros producidos por agentes fúngicos afectan directamente la distribución fibrilar de la piel, rompiendo la estructura del colágeno. Además, las enzimas segregadas por los microorganismos rompen las cadenas poligonales del colágeno, ocasionando daños físico-químicos que se manifiestan en pérdida de resistencia, disminución de la elasticidad y pigmentación en la superficie (Sharma, O., 1978:77-78).

En los diferentes fondos documentales que han ingresado al Archivo de Bogotá se han identificado diversos grados de alteración en la superficie de la piel, producto de la acción enzimática de los microorganismos en sus diferentes fases de desarrollo. Las pieles pueden presentar manchas superficiales, cuando el microorganismo está en su fase de crecimiento y no ha penetrado en la piel; manchas profundas o pigmentación, presente al momento en que el hongo comienza una fase estacionaria y está penetrando en el soporte para tomar su alimento; debilitamiento y faltante, cuando el hongo ha penetrado en el soporte y se trata de un microorganismo maduro y de fácil proliferación.

Las manchas superficiales se manifiestan como puntos de color sobre la superficie del cuero, las cuales alertan sobre una posible afección por microorganismos (Figura 3). Por lo general estas man-

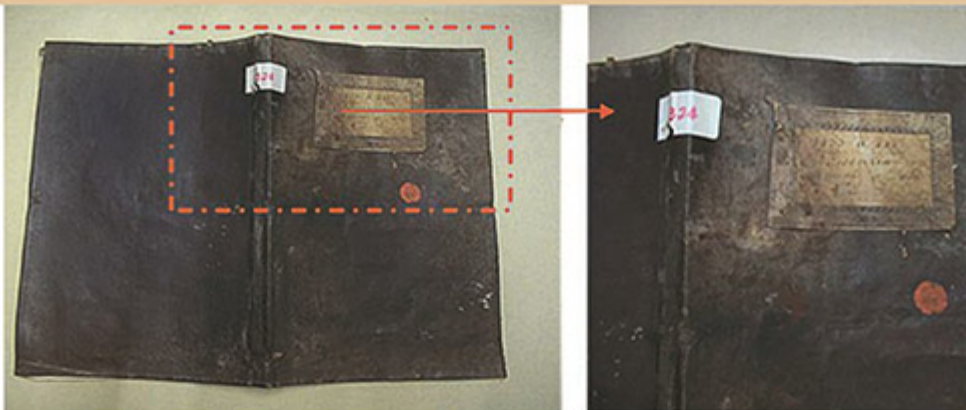


Figura 3.

Manchas superficiales.
(Fotografía Myriam Loaiza, Archivo de Bogotá).

chas superficiales revelan el hongo en una fase primaria sin presentar afección notoria sobre el soporte. Este deterioro no está asociado con otra manifestación de ataque biológico, pero sí con suciedad o presencia leve de humedad.

Respecto a la manifestación anterior, las manchas profundas o pigmentaciones son mucho más fuertes y coloridas, dependiendo de los microorganismos presentes en la zona afectada (Figura 4). Esta coloración es generada por el hongo al segregar sustancias enzimáticas, que reaccionan con los componentes de la piel creando estas gamas de colores. Están asociadas con un hongo mucho más maduro que el anterior y significan una voz de alerta para quienes custodian el archivo, pues requiere la aplicación de fungicidas en masa. Este deterioro está asociado generalmente con suciedad acumulada y presencia de humedad.



Figura 4.

Mancha profunda.
(Fotografía Myriam Loaiza, Archivo de Bogotá).

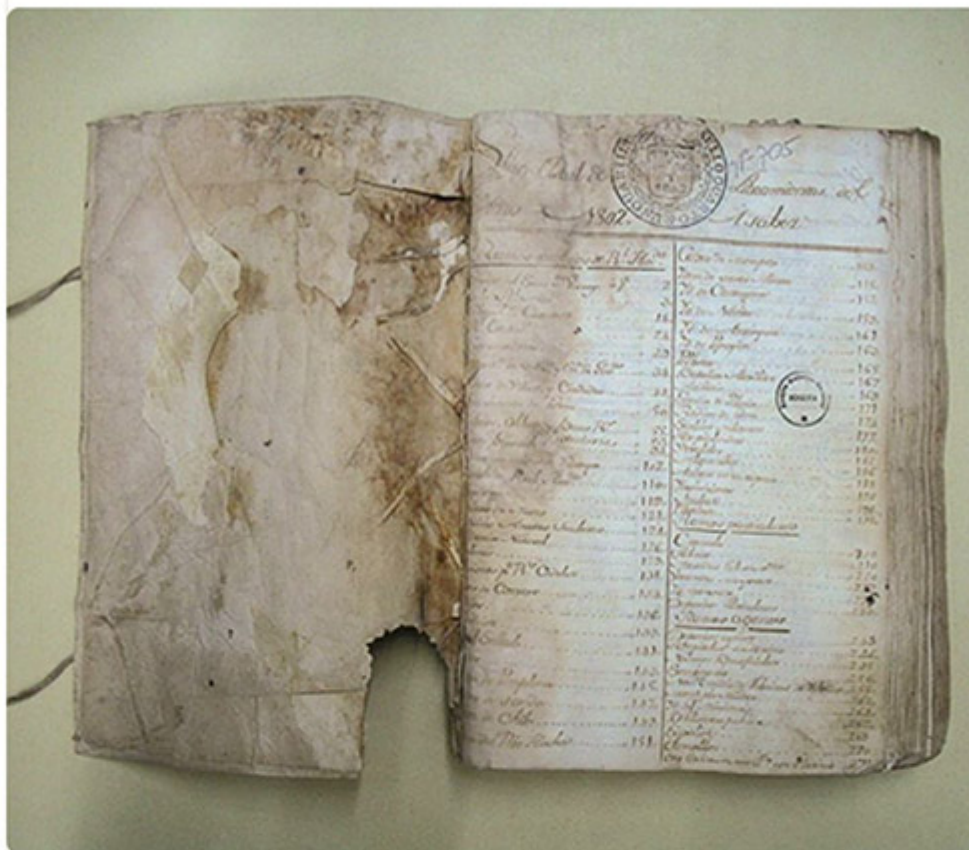
Existe un nivel de deterioro avanzado que requiere de un tratamiento mucho más profundo y puntual que las manifestaciones anteriores (Figura 5). Se trata aquí de un hongo que ha logrado penetrar en la estructura del cuero y las cadenas de colágeno, y ha roto su unión molecular, manifestándose en degradación, levantamiento de estratos y dificultad en la manipulación. Por lo general, está asociado con grandes fluctuaciones de humedad relativa y temperatura, suciedad acumulada y ambiente propicio para el crecimiento de microorganismos. La manipulación inadecuada del material documental afectado por hongos en un nivel avanzado puede ocasionar la pérdida del soporte.

El micelio (un conjunto de hifas o filamentos que constituye el cuerpo del hongo y que le sirven para la fijación y absorción de nutrientes) es la manifestación física de actividad microbiana y significa la parte superior del microorganismo en su fase de adultez, que se manifiesta en puntos negros sobre la superficie y por lo general está asociado con manchas y debilidad de soporte.

Como puede observarse, la presencia de microorganismos genera pérdida de soporte causada por la manipulación inadecuada del material documental afectado por hongos en un nivel alto. De

Figura 5.

Nivel de deterioro avanzado (Fotografía Myriam Loaiza, Archivo de Bogotá).



igual forma es generado por el rompimiento continuo y prolongado de las cadenas, gracias a la actividad microbiana.

Uno de los principales retos que ha tenido que enfrentar la Subdirección Técnica del Archivo de Bogotá ha sido contrarrestar la afección microbiológica propia de muchos documentos valiosos. Cabe resaltar que muchos de los microorganismos encontrados en la documentación pueden ser perjudiciales para la salud, por lo que los documentos deben ser desinfectados antes de su almacenamiento y consulta. Por estas razones, se ha evaluado la eficiencia de diversos agentes bactericidas y fungicidas que permitan la eliminación de los microorganismos sin que la documentación sufra efectos colaterales propios de la aplicación de los productos de desinfección.

Conclusiones y perspectivas

Mediante el estudio específico de los soportes y técnicas de registro, asociados a la identificación de los factores de deterioro, es posible tomar decisiones acertadas sobre los procesos de conservación y restauración de material documental, garantizando la perdurabilidad de la información y de las diversas formas como esta información fue consignada en los diferentes soportes.

El cuero y el pergamino son soportes utilizados en las encuadernaciones de material documental, desde la época de la Colonia. Su biodeterioro está asociado no solamente a las condiciones medioambientales que han rodeado los documentos durante toda su vida, sino a su propia naturaleza. Defectos en los procesos de curtición, relacionado con restos de materia orgánica y residuos de sales y elementos químicos propios de la técnica, funcionan como fuente para la proliferación de microorganismos.

Actualmente, el Laboratorio de Química, Física y Biología del Archivo de Bogotá está realizando la caracterización molecular de todos los morfotipos recuperados durante su historia, mediante

la extracción del material genético, la amplificación de fragmentos de DNA con secuencias características para cada especie y el secuenciamiento de dichos fragmentos. Esta caracterización permitirá conocer la diversidad de hongos relacionada con procesos de biodeterioro en los archivos con que cuenta la ciudad.

Adicionalmente, se están realizando estudios con algunas enzimas producidas por los morfotipos con el objetivo de utilizarlas en la remoción de encolantes de bajo impacto y la consolidación de fibras de celulosa (o sea, la reparación de fibras de celulosa degradadas durante el proceso de deterioro), procesos de gran relevancia en el campo de conservación y restauración.

Referencias

- Allsopp, D., Seal, K. y Gaylarde, C. (2004), *Introduction to biodeterioration*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Anges, J. (1993), *La marroquinería y los usos más habituales del cuero*, Bogotá, Colcultura, Instituto de Cultura Hispánica y Tercer Mundo.
- Hueck, H. J. (2001), "The biodeterioration of materials - An appraisal", *International Biodeterioration & Biodegradation* 48:5-11.
- Sharma, O., Sharma K. (1978), "Succession of mycoflora on finished leathers during storage", *Def. Sci. J.* 29:77-78.
- Sinisterra, J. E. (2002), *Distintos tipos de cuero y pieles*, Columbia, Ed. Madrid.
- Smook, G. A. (1990), *Tratamientos superficiales: Manual para técnicos de pulpa y papel*, Atlanta, TAPPI Press.
- Vaillant, M. y Valentín, N. (1996), *Principios básicos de la conservación documental y causas de su deterioro*, Madrid, Ministerio de Educación y Cultura.
- Villalba, L. y Mikan, J. (2005), "Degradación del Archivo General de Colombia: actividades hidrolíticas y caracterización isoenzimática de poblaciones microbianas aisladas del patrimonio documental", *Revista Internacional del Patrimonio Histórico* 3:60-65.



Naturaleza y conservación en un nuevo *Nuevo Mundo*

LUIS GERMÁN NARANJO

BIÓLOGO, ORNITÓLOGO, DOCTOR EN ECOLOGÍA
EVOLUTIVA DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE NUEVO
MÉXICO. DIRECTOR DE CONSERVACIÓN DE WORLD
WIDE FUND FOR NATURE (WWF), COLOMBIA,
ORGANIZACIÓN CONSERVACIONISTA INTERNACIONAL
INDEPENDIENTE.

lgnaranjo@wwf.org.co



Resumen

La "llegada" del tercer milenio tuvo profundos significados que redefinen nuestra comprensión de muchas cosas, incluyendo la posición de nuestra especie en la naturaleza y el papel que jugamos en la construcción del futuro del planeta. El reconocimiento de habitar una nueva época geológica, y del fracaso de las aspiraciones del ambientalismo global hechas en la conferencia de Río de Janeiro de 1992, nos puso de cara a una realidad distinta a aquella con la que fuimos educados. En un planeta dominado por humanos, es preciso entender que hemos atravesado varios umbrales de sostenibilidad, que los ecosistemas han sido reconstituidos en gran medida y que nuestros imaginarios de naturaleza pueden no corresponder con la configuración de este nuevo "Nuevo Mundo". Esto hace necesarias una revisión crítica de las bases conceptuales de la gestión de la biodiversidad y una agenda de investigación que permita entender las dinámicas de las nuevas configuraciones ecológicas de nuestro entorno. Y exige aceptar la falsedad de la alienación cultura - naturaleza como requisito para establecer metas alcanzables de conservación.

Palabras clave: ecosistemas emergentes, líneas de base cambiantes, conservación, homogeoceno.

El homogeoceno y el fracaso del ambientalismo del siglo XX

A finales del siglo pasado los ambientalistas del mundo nos vimos abocados a reconocer, con desmayo, el avance incontenible de la degradación ecológica en todo el planeta. Ya no se trataba simplemente de las amenazas todavía remotas que dieron inicio a la causa ecologista, sino de la constatación irrefutable del cambio global. Vitousek et al. (1997:494) señalaron que entre un tercio y la mitad de la superficie terrestre ha sido transformada por la acción humana, afirmación que ha sido corroborada una y otra vez en los últimos años. Los expertos convocados por la evaluación de ecosistemas del milenio no solamente la sustentaron, sino que además señalaron, de manera explícita, algunas características distintivas de la insostenibilidad de los patrones actuales de uso de la mayoría de los servicios ecosistémicos.

Las graves consecuencias de un impacto antrópico de tal magnitud han sido señaladas en detalle (Foley et al., 2005) e incluso se ha afirmado recientemente que la humanidad ya ha traspasado tres de los umbrales planetarios que definen las condiciones mínimas que le permiten vivir con cierta seguridad: el cambio climático, la tasa de pérdida de biodiversidad y los cambios del ciclo global del nitrógeno (Rockström et al., 2009). Sin duda, haber llegado hasta este punto demuestra el fracaso de las aspiraciones esbozadas en la cumbre mundial sobre desarrollo sostenible de Río de Janeiro en 1992 (Foster, 2003) y sustenta la idea del advenimiento de una nueva época geológica —sea esta el Homogeoceno de Putz (1998) o el Antropoceno propuesto por Crutzen & Stoermer (2000)— demarcada por la magnitud de las alteraciones ambientales producidas por nuestra especie que nos ha convertido en una verdadera fuerza geofísica.



A pesar de este consenso respecto a la huella ecológica contemporánea de nuestra especie y a la urgencia de decisiones drásticas para reducirla, muchas de las implicaciones teóricas y prácticas de estas voces de alarma continúan siendo ignoradas no solamente por la sociedad en general, sino por muchos de quienes tienen en sus manos la tarea de gestionar el manejo de la base de recursos. Por ejemplo, la agenda de la conservación continúa centrada, en gran medida, en la preservación de ambientes “naturales” definidos como aquellos ajenos a la intervención humana, dejando de lado el papel esencial que tienen los paisajes culturales en el mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

Adicionalmente, esta postura epistemológica —que aunque no es universal está todavía ampliamente extendida— no tiene en cuenta que muchos de los espacios que escogemos como objetos de conservación porque en ellos, teóricamente, reside la capacidad de dar continuidad a la vida como la conocemos, son en realidad productos culturales que reflejan la evolución histórica de los imaginarios de naturaleza. Por último, es una manifestación del legado occidental de alienación de los seres humanos con respecto al resto de la naturaleza, en contravía del enfoque ecosistémico del Convenio de Diversidad Biológica (CDB, 2004) que hace reconocimiento explícito de su invalidez. En este ensayo, hago una sucinta revisión de estas implicaciones como punto de partida para algunas reflexiones sobre la manera como abordamos actualmente el reto de conservar la biodiversidad.

Descubriendo un nuevo “nuevo mundo”

De acuerdo con estimaciones recientes, más de tres cuartas partes de la superficie de la Tierra libre de hielo muestran evidencia de alteración resultante de las actividades humanas (Ellis & Ramankutty, 2008). En este mundo dominado por los humanos, surgen con frecuencia combinaciones nuevas de especies que a su vez dan como resultado la aparición de los llamados ecosistemas emergentes (Lugo & Helmer, 2004), entendidos como la respuesta biótica a las condiciones abióticas inducidas por los humanos y/o a elementos bióticos novedosos, tales como la degradación de la tierra, el enriquecimiento de la fertilidad del suelo y la introducción de especies invasoras, entre otros factores (Hobbs *et al.*, 2006).

En la literatura sobre el tema, este fenómeno suele asociarse con las modificaciones antrópicas recientes, al considerar que los impactos de las sociedades pre-industriales sobre su entorno no difieren significativamente de las modificaciones “naturales” que tienen lugar en ausencia de intervención humana. Sin embargo, esta apreciación desconoce que muchas de estas sociedades provocaron cambios ambientales considerables y que, por lo tanto, es razonable pensar que el fenómeno de los ecosistemas emergentes es parte integral de la dinámica natural de los grandes paisajes terrestres y, en algunas circunstancias, de aquella propia de algunos ambientes marinos (Roberts, 2007). Por ejemplo, los remanentes de ecosistemas silvestres en paisajes tan diversos como los de la región cafetera de la cordillera Central en Colombia o aquellos de las vegas del río Amazonas y sus tributarios en Brasil, son en realidad el resultado de siglos de ocupación amerindia seguida de un período más breve de interrupción de la intervención. En el primer caso, se ha demostrado que los ricos bosques que fueron destruidos y fragmentados por la colonización antioqueña del siglo XIX eran en gran medida el resultado de sucesión secundaria posterior a la desaparición de densos asentamientos indígenas durante el siglo XVI (ver al respecto Parsons, 1961); y en el segundo, que áreas ribereñas de la amazonia brasilera colonizadas recientemente también estuvieron extensamente pobladas antes de la llegada de los europeos y la distribución, frecuencia y configuraciones de sus comunidades biológicas ya habían sido profundamente alteradas para esa época (Heckenberger *et al.*, 2007).

En los ecosistemas emergentes se presenta la extinción local de muchas poblaciones de animales, plantas y microbios y la llegada de otras poblaciones previamente ausentes, por lo cual se establecen nuevas combinaciones de especies que no se presentan en áreas vecinas del mismo bioma (Lindenmayer *et al.*, 2008). Los paisajes fuertemente modificados por impactos antrópicos directos (*e.g.* remoción del suelo natural, construcción de presas, extracción, polución) e indirectos (*e.g.* erosión debida a la

pérdida de vegetación o el sobrepastoreo) alteran la disponibilidad de propágulos¹, crean barreras a la dispersión para muchas especies o previenen el restablecimiento de los conjuntos de especies existentes antes de una perturbación (Hobbs *et al.*, 2006).

De acuerdo con la teoría ecológica, es lógico suponer que estos cambios en la composición de especies de un ecosistema dan como resultado alteraciones, a veces importantes, de su estructura y función. En muchos ecosistemas alrededor del globo la intervención deliberada o accidental de los seres humanos podría estar causando alteraciones tan significativas como la clásica cadena de eventos desatada por la extirpación de las poblaciones de nutrias marinas (*Enhydra lutris*) en el Pacífico norte de los Estados Unidos a finales del siglo XIX y que es frecuentemente citada en libros de texto. La cacería excesiva de este animal disparó la explosión demográfica de una de sus presas, los erizos de mar (*Strongylocentrotus* sp.), que entonces diezmaron las algas pardas, lo que a su vez dio como resultado una serie progresiva de cambios en la composición de las comunidades costeras en la región (Estes & Palmisano, 1974).

Algunos de estos cambios son más evidentes que otros por la cercanía de las intervenciones humanas, pero otros permanecen poco entendidos dado que sus causas próximas no delatan de inmediato este papel. Así por ejemplo, muchas de las alteraciones recientes de los arrecifes coralinos del mar Caribe pueden atribuirse a causas tan distantes como la agricultura industrializada o el desarrollo costero (Mora, 2008).

En ocasiones, algunos ecosistemas emergentes se repiten en distintos lugares del mundo, en razón de los patrones dominantes en el uso de la tierra. Al fin y al cabo los monocultivos representan la expansión deliberada en las coberturas de algunas especies seleccionadas y muchos organismos asociados a ellos, tales como las plantas arvenses y algunas plagas, igualmente amplían su distribu-

1. Cualquier parte de un organismo, producido sexual o asexualmente, la cual es capaz de dar origen a un nuevo individuo (Lincoln *et al.*, 1986).



Una de las **diez** mejores universidades del país
y la más destacada del Caribe colombiano según indicadores de ciencia, tecnología e innovación*.

Casos exitosos de investigación



Plataforma tecnológica para el control de enfermedades alérgicas

Uninorte lidera cuatro desarrollos tecnológicos como resultado de investigaciones orientadas a solucionar problemas de salud pública. Cuenta con cinco solicitudes de patente, que tienen un gran potencial para llegar al mercado como innovaciones que generaran valor e impacto en la sociedad.



Empresas sin papeles

Con la participación de los gobiernos y socios de España y Colombia, se desarrolla un *software* extensible de gestión de contenidos digitales que permitirá que las empresas del Caribe reduzcan el empleo de papel. Uninorte y ADAPTING AMÉRICA S.A.S lideran en el país este proyecto, que cuenta con el sello de calidad Iberoeka. Cuenta con la financiación de Colciencias y el CDTI de España.



TV para resolver problemas de matemáticas y de convivencia

A partir de una investigación financiada por Colciencias, Uninorte diseñó, produjo y validó un piloto de televisión para preescolares: *Waldo y los númerolocos*, que promueve el desarrollo del pensamiento matemático de los menores y sus capacidades para mantener relaciones saludables en la sociedad.

Mayores informes:

Dirección de Investigación, Desarrollo e Innovación
Teléfonos: (57-5) 3509420 - 3509422 • dip@uninorte.edu.co
Barranquilla, Colombia

*RANKING U-SAPIENS COLOMBIA 2011.

www.uninorte.edu.co/investigacion



ción geográfica facilitada por la acción antrópica. La redundancia de los ecosistemas emergentes es sin duda preocupante, pues la simplicidad de los sistemas agroindustriales de producción ha dado como resultado la progresiva homogenización biótica —definida como el incremento en la similitud de la composición de especies a lo largo del tiempo (Olden & Poff, 2003, Olden *et al.*, 2004—. Es frecuente que en este proceso organismos especialistas sean reemplazados por especies de alta tolerancia ecológica, lo que en últimas amplifica la homogenización biótica de los ecosistemas (McKinney & Lockwood, 1999) y por tal razón los neoecosistemas suelen tener una diversidad de especies inferior a la de aquellos que los precedieron (Laiolo, 2004; Smart *et al.*, 2006).

Algunos autores (*e.g.* Brandeis *et al.*, 2009; Lugo, 2009a) señalan que, a pesar de las consecuencias negativas que conlleva su aparición, los ecosistemas emergentes pueden continuar brindando servicios ambientales esenciales como protección del suelo, reciclaje de nutrientes, hábitat para especies silvestres, almacenamiento de carbono y regulación hidrológica. Sin embargo, aunque su funcionalidad y su capacidad de autoperpetuarse en ausencia de la intervención humana revelan la adaptación progresiva de la biota a las condiciones ecológicas impuestas por aquella (Lugo, 2009b), dichas características no pueden ser tomadas como justificaciones de la progresiva homogenización de los ecosistemas. Por el contrario, las propiedades de los nuevos ecosistemas son un llamado a una interpretación cuidadosa de sus dinámicas que permita asumir con responsabilidad el reto de manejarlos en forma sostenible (Andrade, 2008; Lindenmayer *et al.*, 2008). Existe suficiente evidencia para afirmar que las perturbaciones antrópicas a gran escala tienden a disminuir su productividad y/o su diversidad (Leigh Jr. & Vermeij, 2002) y se ha advertido que la homogenización biótica puede representar el menoscabo de la calidad de vida para las sociedades humanas al reducir el valor estético de las comunidades biológicas (Olden *et al.*, 2005).

La amnesia generacional y las líneas de base cambiantes

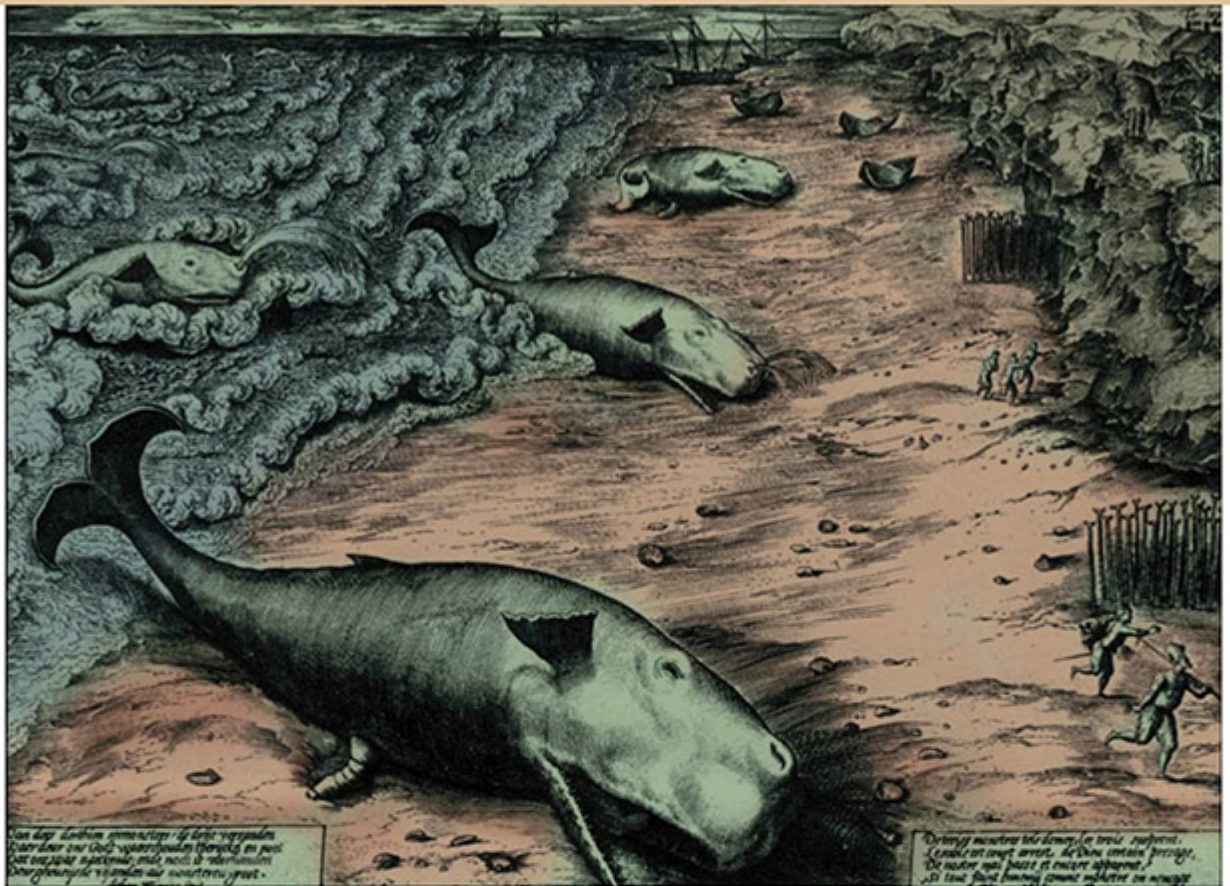
Cada época tiene una visión diferente del mundo o una estructura conceptual particular que determina las características del conocimiento en ese período, las cuales se conocen como formación discursiva e incluyen, sin duda, la percepción, la conceptualización y la construcción social de la naturaleza (Coates, 1998). Dentro de esta última, el llamado “sentido de lugar” juega un papel fundamental, pues no solamente refleja las dimensiones humanas de los ecosistemas sino que además enlaza las experiencias sociales con áreas geográficas particulares (Galliano & Loeffler, 1997).

La biodiversidad contribuye a la formación de vínculos afectivos de las personas con sitios específicos y se convierte así en una parte esencial de su identidad. De esta forma, la pérdida, destrucción o cambio en una localidad tiene el potencial de afectar el bienestar psicológico de un individuo y de cambiar la identidad

de un individuo y de cambiar la identidad y el sentido de sí misma que tiene una comunidad (Horwitz *et al.*, 2001), problema que es al mismo tiempo ético y estético, pues es posible que la percepción de la armonía y la belleza como expresiones de idoneidad sea un universal de la especie humana (Andrade, 2008).

Por otra parte, los paisajes culturales configuran el imaginario de naturaleza de sus habitantes y los elementos dominantes de su fisonomía constituyen algunos de los atributos que ellos valoran como objetos de conservación, pues las experiencias de los sitios que habitamos, lo mismo que de aquellos en los que hemos vivido o visitado, afectan la forma como vemos el entorno y como adoptamos prácticas orientadas a la conservación (Olden *et al.*, 2005). Esto puede ser problemático cuando cada

“...Se ha advertido que la homogenización biótica puede representar el menoscabo de la calidad de vida para las sociedades humanas al reducir el valor estético de las comunidades biológicas...”



nueva generación acepta como "natural" el ambiente que recuerda de su juventud y compara los cambios subsiguientes en relación con esta "línea base", enmascarando el alcance real de la degradación ambiental (Pauly, 1995).

Este fenómeno, denominado por Pauly (1995) el *síndrome de las líneas de base cambiantes*², no solamente puede presentarse cuando las percepciones de una sociedad con respecto a su ambiente son renovadas de una generación a otra y se olvidan las condiciones del pasado (amnesia generacional), sino también cuando un individuo actualiza, a lo largo de su vida, lo que considera "normal" (amnesia personal) (Papworth *et al.*, 2009). En ambos casos, la sociedad puede llegar a validar la pérdida progresiva de la biodiversidad, al ignorar lo que ha dejado atrás a medida que modifica su entorno. Este problema se magnifica en razón de la dificultad, en un mundo que cambia rápidamente, de establecer una línea base a partir de la cual el impacto de una formación social específica pueda ser rastreado en el ambiente que la rodea (D'Souza, 2003).

Es importante señalar que el síndrome de las líneas de base cambiantes no solamente se refiere a los cambios drásticos recientes de los ecosistemas, que aún pueden ser señalados por quienes los vivieron. Como señala Roberts (2007), en muchos ecosistemas los impactos antrópicos datan de hace varios siglos y gran parte de la declinación de muchas poblaciones sujetas a explotación tuvieron lugar antes del nacimiento de quienes estamos vivos actualmente. Al hablar de los cambios de los ecosistemas marinos, este autor dice que los científicos se han ocupado de entender su funcionamiento, sin darse cuenta que están describiendo lugares que hace tiempo se apartaron de la condición de naturaleza que ellos asumen.

Dada la prevalencia contemporánea de los ecosistemas emergentes, ejemplificada en la clasificación de los biomas antropogénicos del mundo (Ellis & Ramankutty, 2008), cabe preguntarse entonces hasta qué punto la amnesia generacional pueda hacer que las estrategias y planes de conservación

2. En inglés, "shifting baseline syndrome".



Foto: ©Emanuelle Brisson

y restauración a escala de paisaje tomen como ecosistemas de referencia configuraciones espaciales y composiciones de especies que no necesariamente representan una condición de baja intervención antrópica. Podría pensarse que en ocasiones las iniciativas de conservación escogen ecosistemas de referencia bajo el supuesto, tal vez insostenible, de unas condiciones de integridad ecológica y de la dificultad de preservar una condición momentánea de un sistema muy dinámico cuya trayectoria futura es impredecible precisamente en razón de la pérdida de atributos esenciales acaecida en una época anterior a la intervención de conservación.

Pero esta duda no implica un juicio de valoración negativo de las estrategias de conservación o restauración que se llevan a cabo actualmente ni invalida la adopción de ecosistemas transformados por la acción de los humanos como objetos de conservación. Por una parte, muchos de ellos son todavía importantes reservorios de biodiversidad a pesar de las modificaciones que han sufrido (Lugo, 2009a) y de hecho pueden ser las últimas fuentes disponibles a partir de las cuales se pueda esperar el repoblamiento futuro de los espacios circundantes. Por otra parte, algunos autores (Brandeis *et al.*, 2009 y Myers, 1996 entre otros), han señalado que mientras algunos atributos de los ecosistemas (como por ejemplo las coberturas y la biomasa) se mantengan por encima de unos umbrales mínimos, los ecosistemas transformados todavía pueden proveer servicios básicos como la regulación hídrica, el funcionamiento de ciclos biogeoquímicos y la regulación del clima regional. Además, la selección de



ecosistemas transformados como referentes e incluso como objetos de conservación puede ser válida desde el punto de vista cultural, cuando su configuración espacial o sus atributos más sobresalientes contribuyen a mantener el sentido de lugar para un colectivo social (Olden *et al.* 2005).

Paradojas y contradicciones de la conservación

A pesar de haberse demostrado repetidamente que la huella de la especie humana abarca casi la totalidad del planeta, las sociedades contemporáneas aún mantienen imaginarios de naturaleza que reflejan un mayor o menor grado de distanciamiento entre los espacios permanentemente ocupados por nuestra especie y los paisajes moldeados por procesos ecológicos espontáneos. Herederos de una larga tradición de extrañamiento con el resto de la naturaleza (ver, por ejemplo Serje, 2002 y Ulloa, 2002), mantenemos la noción de que “allá afuera” existen todavía selvas “vírgenes”, nieves “perpetuas” y mares “inexplorados”, libres de la influencia nefasta de la actividad humana.


Esta concepción desconoce que la naturaleza es un producto social heredado de las prácticas culturales de las generaciones anteriores continuado por las actuales (Böhme 1997). La suspensión de la dimensión histórica de la naturaleza nos impide comprender nuestro entorno y sus paisajes como producto de nuestra propia intervención (Serje 2002). Al ignorar nuestra pertenencia a los lugares que habitamos, permanecemos ciegos ante las evidencias que señalan la larga y compleja historia de interacciones en las cuales las sociedades han moldeado, voluntaria e involuntariamente, los ecosistemas. El “descubrimiento” reciente de los ecosistemas emergentes discutido anteriormente, es entonces una manifestación más del extrañamiento hombre - naturaleza. A este respecto, resultan particularmente reveladoras las afirmaciones de Serje (2002:190), cuando dice:

Las selvas no son áreas ‘naturales’ y prístinas, sino el paisaje social de las sociedades que conviven con ellas. El hábitat y el paisaje de cada sociedad no son únicamente producto de la ‘oferta natural’ de los suelos, el clima y la altitud; también son producto de un conjunto de dispositivos sociales a través de los cuales algunas especies se valoran, reproducen, seleccionan y preservan, mientras que otras resultan desfavorecidas.

La alienación de los humanos con respecto al resto de la naturaleza fue, desde un comienzo, parte sustancial de la paradoja contestataria de la conservación. En esa forma de ver las cosas, las modificaciones al orden y disposición de los elementos que componen el universo no se consideran naturales (Rivera *et al.*, 2007). Así, es muy común que los esfuerzos por la conservación de la biodiversidad se enfoquen primariamente en la preservación de condiciones ecológicas prístinas y, de manera marginal, en una gestión de ecosistemas intervenidos en la que se busca corregir prácticas erróneas llevadas a cabo por la intrusión de los humanos en la naturaleza, desconociendo la imposibilidad de establecer una delimitación entre lo natural y lo cultural e incluso tomando como naturales ambientes que fueron construidos como artefactos culturales (D’Souza, 2003).

La adopción del enfoque ecosistémico del Convenio de Diversidad Biológica y el marco conceptual de la evaluación de ecosistemas del milenio buscaron remediar esta aproximación al reconocer que la gente forma parte integral de los ecosistemas y que las condiciones cambiantes de las sociedades humanas son los impulsores directos e indirectos de las dinámicas de los ecosistemas que a su vez son responsables por

“...la evaluación del milenio hizo explícito que las intervenciones que hacemos sobre los ecosistemas no solamente resultan de la búsqueda del bienestar para la sociedad, sino también de consideraciones acerca de su valor intrínseco, independientemente de su utilidad...”



los cambios en el bienestar de nuestra especie. Y, de manera aún más significativa, la evaluación del milenio hizo explícito que las intervenciones que hacemos sobre los ecosistemas no solamente resultan de la búsqueda del bienestar para la sociedad, sino también de consideraciones acerca de su valor intrínseco, independientemente de su utilidad (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Pero a pesar de estos esfuerzos, aún no acabamos de aceptar que somos habitantes de una nueva época geológica (Crutzen & Stoermer, 2000; Putz, 1998) y rehusamos revisar muchas de las bases conceptuales sobre las que hemos construido el pensamiento ambiental y las estrategias de conservación de la biodiversidad. No aceptamos nuestra pertenencia a una naturaleza que seguimos contemplando desde la ventana de nuestro intelecto, ni la irreversibilidad de la historia. No reconocemos el nuevo mundo en el que vivimos, ni la responsabilidad que nos compete como sus artífices directos e indirectos. Y permanecemos ciegos a las voces de alarma acerca del futuro que nos acecha, encerrados en nuestra supuesta invulnerabilidad de animales culturales.

La conservación de la biodiversidad: ética y estética?

Si alguna lección queda de los apocalípticos anuncios acerca del futuro ambiental en el planeta Tierra, es la de que somos habitantes de un mundo nuevo en el que la tipología de biomas y ecosistemas que desarrollamos hasta ahora no se corresponde con la realidad contemporánea de las unidades espaciales que reconocemos a nuestro alrededor. De acuerdo con la información de la que disponemos actualmente, es preciso admitir, de una vez por todas, que las dinámicas de los ecosistemas proceden ahora a un ritmo diferente al que consideramos propio de las condiciones de estabilidad relativa del holoceno y por lo tanto debemos estar preparados para una miríada de cambios ecológicos.

Ante este panorama, Lugo (2001) se muestra optimista y plantea la construcción deliberada de nuevos ecosistemas que puedan suplir las necesidades futuras de la humanidad, en un proceso análogo a las promesas de la ingeniería genética en el que la ecología de la restauración y la biología de la conservación señalarían el camino a seguir. Pero si bien es cierto que estamos frente a un universo por descubrir como resultado de las intervenciones y procesos desencadenados por la acción humana a lo largo de su historia, también lo es que nuestro conocimiento ecológico es aún incipiente como para pretender este papel rector en la construcción de los ecosistemas del futuro.

De hecho, bajo las circunstancias actuales muchas de las viejas preguntas de la ecología son más urgentes que nunca. Los factores que determinan la estabilidad y la complejidad de las comunidades ecológicas, las reglas de ensamblaje de las redes tróficas, las causas de la abundancia relativa de las especies, entre otros muchos interrogantes, permanecen vigentes (May, 2010) y adquieren nueva relevancia con el surgimiento acelerado de neo-ecosistemas. Por esta misma razón, la agenda de investigación orientada a la conservación de la biodiversidad debe abordar preguntas específicas sobre las dinámicas de los ecosistemas emergentes, como las sugeridas por Lindenmayer *et al.* (2008) acerca de los criterios que deben guiarnos para decidir hasta qué punto estos sistemas ecológicos representan un motivo de preocupación para la conservación de la biodiversidad y para identificar medidas adecuadas para remediar las situaciones de riesgo.

Lo que sí resulta claro es la necesidad de una gestión de los ecosistemas centrada en el mantenimiento de los bienes y servicios requeridos por la humanidad bajo condiciones de alta incertidumbre (Chapin *et al.*, 2009). Y dado que los procesos ecosistémicos en los biomas antropogénicos son funciones de las poblaciones humanas y están mediados por ellas, Ellis & Ramankutty (2008) han señalado la necesidad de ir más allá de la medición de la huella ecológica de la humanidad para interpretar adecuadamente el rol que jugamos en la dinámica de los ecosistemas. Sin duda, los esfuerzos de conservación deben buscar la preservación de los procesos ecológicos y evolutivos más que la de condiciones específicas de los ecosistemas, ya que resulta imposible pretender ambas cosas simultáneamente (Botkin, 2001).

Por otra parte, vivir en un mundo mucho más dinámico de lo que habíamos imaginado nos enfrenta a la modificación recurrente de aquellos atributos del entorno que definen nuestro sentido de lugar.



Este fenómeno atenta contra algunas de las causas más profundas de la identidad individual y colectiva (Olden *et al.*, 2005) y por lo tanto contribuye a una erosión cultural progresiva que eventualmente puede retroalimentar la pérdida de la valoración social de los ecosistemas. Urge por lo tanto desarrollar estrategias para reconectar la gente con el resto de la naturaleza, para combatir esta alienación que hoy está exacerbada por la progresiva concentración de la población humana en los centros urbanos y en el entorno virtual de la globalización (Pyle, 2003).

La búsqueda de un futuro sostenible para el planeta demanda al mismo tiempo una nueva ética de la naturaleza en la que además de reconocernos como parte de ella encontremos nuestros propios límites y una estética de la conservación (Naranjo, 2006), como la invocada por Stephen Jay Gould (1998:9). al referirse a las alarmas frente a la expansión de las plantas exóticas:

La defensa contra todas estas posiciones, desde las moderadas hasta las virulentas, se encuentra en una noción profundamente humanística, tan antigua como Platón, que con frecuencia esgrimimos como una disculpa avergonzada pero que debiéramos honrar y valorar: la idea de que el arte debe ser definido como la modificación cuidadosa, inteligente y de buen gusto de la naturaleza para la utilidad respetuosa de la humanidad. Si podemos practicar este arte en asocio con la naturaleza, en vez de explotarla –y si además dejamos aparte grandes áreas con una perturbación rígidamente mínima, de forma tal que nunca olvidemos y podamos continuar disfrutando lo que la naturaleza logró durante casi la totalidad de su historia sin nosotros– entonces podremos alcanzar un equilibrio óptimo³.

Referencias

- Andrade, G. (2008), "Naturalmente humano: Los ecosistemas emergentes y la gestión de una nueva naturaleza", *Innovación y Ciencia* 3:50-59.
- Böhme, G. (1997), "Perspectivas de una filosofía de la naturaleza de orientación ecológica", En Fischer, H. R., A. Retzer y J. Schweizer (comp.), *El final de los grandes proyectos*, Barcelona, Gedisa, pp. 71-83
- Botkin, D. B. (2001), "The naturalness of biological invasions", *Western North American Naturalist* 61:261-266.
- Brandeis, T.J., E. Helmer, H. Marcano-Vega & A. E. Lugo (2009), "Climate shapes the novel plant communities that form after deforestation in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands", *Forest Ecology and Management* 258:1704-1718.
- CDB (2004), *Enfoque por ecosistemas*, Montreal, Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- Chapin, F.S., S.R. Carpenter, G.P. Kofinas, C. Folke, N. Abel, W.C. Clark, P. Olsson, D.M. Stafford Smith, B. Walker, O.R. Young, F. Berkes, R. Biggs, J.M. Grove, R.L. Naylor, E. Pinkerton, W. Steffen, F.J. Swanson (2009), "Ecosystem stewardship: sustainability strategies for a rapidly changing planet", *Trends in Ecology & Evolution* 25:241-249.
- Coates, P. (1998), *Nature, western attitudes since ancient times*, Berkeley - Los Angeles: University of California Press.
- Crutzen, P.J. & E.F. Stoermer (2000), The anthropocene, *Global Change Newsletter* 41:17-18.
- D'Souza, R. (2003). "Nature, conservation and environmental history: a review of some recent environmental writings on South Asia", *Conservation & Society* 1:117-32.
- Ellis, E.C. & N. Ramankutty (2008), Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world, *Frontiers in Ecology and the Environment* 6:439-447.
- Estes, J.A. & J.F. Palmisano (1974), "Sea otters: Their role in structuring nearshore communities", *Science* 185:1058-1060.
- Foley, J.A., R. DeFries, G.P. Asner, C. Barford, G. Bonan, S.R. Carpenter, F.S. Chapin, M.T. Coe, G. C. Daily, H.K. Gibbs, J.H. Helkowski, T. Holloway, E.A. Howard, C.J. Kucharik, C. Monfreda, J.A. Patz, I.C. Prentice, N. Ramankutty & P.K. Snyder (2005), "Global consequences of land use", *Science* 309:570-574.

3. Traducción del autor del original en inglés

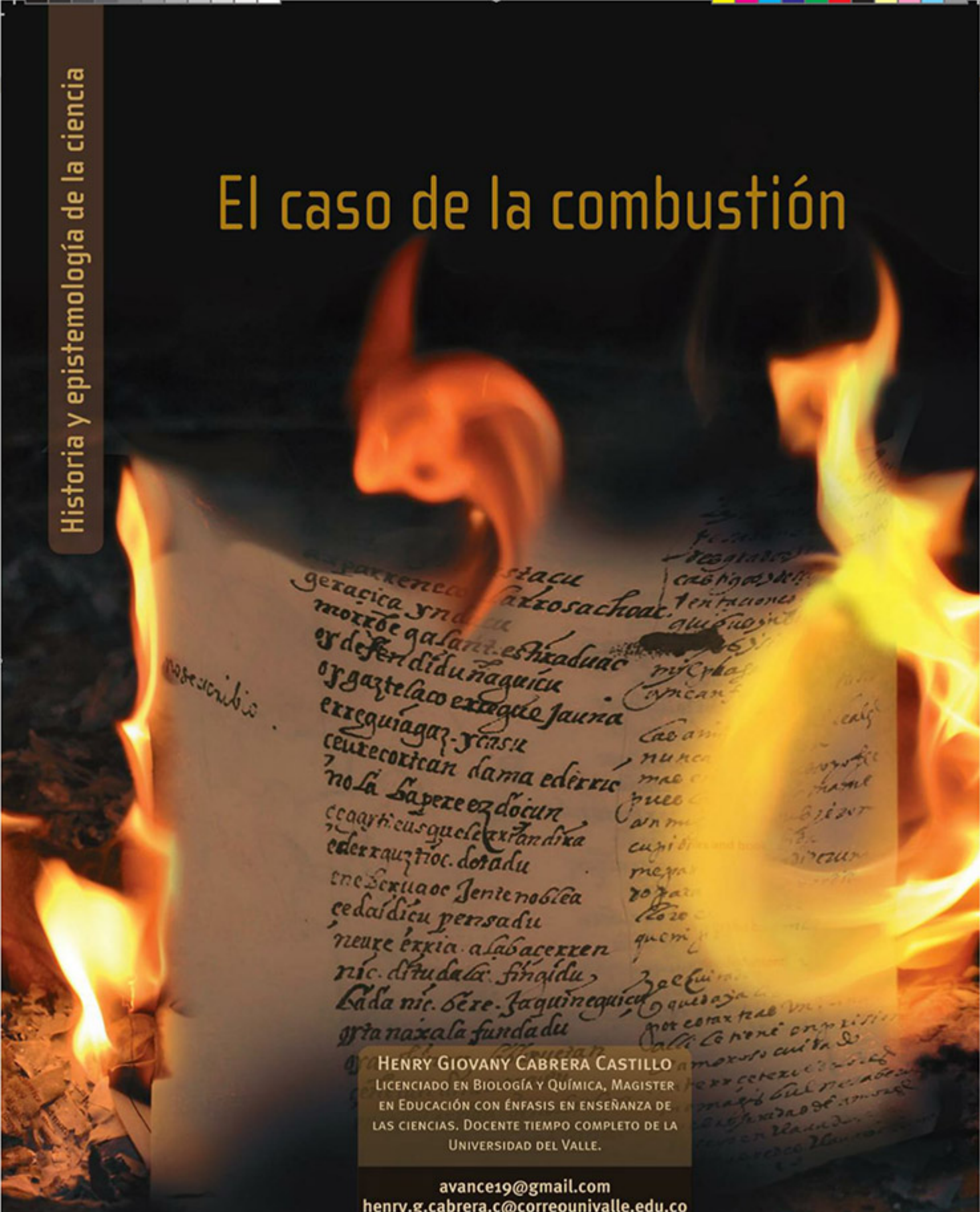


- Foster, J.B. (2003), "A planetary defeat: The failure of global environmental reform", *Monthly Review* 54(8):1-9.
- Galliano, S.J. & G.M. Loeffler (1997), "Place assessment: How people define ecosystems", *General Technical Report PNW-GTR-462*, Portland: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- Gould, S.J. (1998), "An evolutionary perspective on strengths, fallacies, and confusions in the concept of native plants", *Arnoldia* 58:11-19.
- Heckenberger, M.J., J.C. Russell, J.R. Toney & M.J. Schmidt (2007), "The legacy of cultural landscapes in the Brazilian Amazon: implications for biodiversity", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (Biological Sciences)* 362:197-208.
- Hobbs, R. J., S. Arico, J. Aronson, J. S. Baron, P. Bridgewater, V. A. Cramer, P. R. Epstein, J. J. Ewel, C. A. Klink, A. E. Lugo, D. Norton, D. Ojima, D. M. Richardson, E. W. Sanderson, F. Valladares, M. Vilà, R. Zamora & M. Zobel (2006), "Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order", *Global Ecology and Biogeography* 15:1-7.
- Horwitz, P., M. Lindsay & M. O'Connor (2001), "Biodiversity, endemism, sense of place, and public health: inter-relationships for Australian inland aquatic systems", *Ecosystem Health* 7:253-265.
- Laiolo, P. (2004), "Spatial and seasonal patterns of bird communities in Italian agroecosystems", *Conservation Biology* 19:1547-1556.
- Leigh, E.G., Jr. & G.J. Vermeij (2002), "Does natural selection organize ecosystems for the maintenance of high productivity and diversity?", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (Biological Sciences)* 357:709-718.
- Lincoln, R.J., G.A. Boxshall & P.F. Clark (1986), *Diccionario de Ecología, Evolución y Taxonomía*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Lindenmayer, D.B., J. Fischer, A. Felton, M. Crane, D. Michael, C. Macgregor, R. Montague-Drake, A. Manning & R. J. Hobbs (2008), "Novel ecosystems resulting from landscape transformation create dilemmas for modern conservation practice", *Conservation Letters* 1:129-135.
- Lugo, A.E. & E. Helmer (2004), "Emerging forests on abandoned land: Puerto Rico's new forests", *Forest Ecology and Management* 190:145-161.
- Lugo, A.E. (2001), "El manejo de la biodiversidad en el siglo XXI", *Interciencia* 26(010):484-490.
- Lugo, A.E. (2009a), "The emerging era of novel tropical forests", *Biotropica* 41:589-591.
- Lugo, A.E. (2009b), "Conundrums, paradoxes and surprise: a brave new world of biodiversity conservation", *Abstracts XIII World Forestry Congress*, Buenos Aires, Argentina, 18-23 October 2009, Recuperado el 27 de octubre de 2010, de http://www.cfm2009.org/es/programapost/trabajos/ariel_lugo.pdf
- May, R.M. (2010), "Unanswered questions in Ecology", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (Biological Sciences)* 354:1951-1999.
- McKinney, M. L. & J. L. Lockwood (1999), "Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction", *Trends in Ecology & Evolution* 14:450-453.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005), *Ecosystems and human well-being: Synthesis*, Washington DC, Island Press.
- Mora, C. (2008), "A clear human footprint in the coral reefs of the Caribbean", *Proceedings of the Royal Society of London (Biological Sciences)* 275:767-773.
- Myers, N. (1996), "Environmental services of biodiversity", *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 93:2764-2769.
- Naranjo, L.G. (2006), "Ética individual y estética colectiva: conservación en tierras privadas", En: Solano, C., L. Peñuela, A.M. Lora, D. Arcila y S. Sguerra (editores). *Memorias VII Congreso Interamericano de Conservación en Tierras Privadas*, Cartagena de Indias, Colombia: The Nature Conservancy, Fundación Natura, Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, Unidad de Parques Nacionales Naturales y WWF Colombia, pp. 81-86.
- Olden, J.D. & N.L. Poff (2003), "Toward a mechanistic understanding and prediction of biotic homogenization", *American Naturalist* 162:442-460.

- Olden, J.D., M.E. Douglas & M.R. Douglas (2005), "The human dimensions of biotic homogenization", *Conservation Biology* 19:2036–2038.
- Olden, J.D., N.L. Poff, M. R. Douglas, M. E. Douglas, and K. D. Fausch (2004), "Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization", *Trends in Ecology and Evolution* 19:18–24.
- Papworth, S.K., J. Rist, L. Coad, & E.J. Milner-Gulland (2009), "Evidence for shifting baseline syndrome in conservation", *Conservation Letters* 2:93–100.
- Parsons, J. J. (1961), *La colonización antioqueña en el occidente colombiano*, 2ª edición, Bogotá: Archivo de la Economía Nacional, Banco de la República.
- Pauly, D. (1995), "Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries", *Trends in Ecology and Evolution* 10:430.
- Putz, F.E. (1998), "Halt the homogeocene: a frightening future filled with too few species", *The Palmetto* 18:7–10.
- Pyle, R.M. (2003), "Nature matrix: reconnecting people and nature", *Oryx* 37:206-214.
- Rivera, C.C., L.G. Naranjo & A. M. Duque (2007), *De "María" a un mar de caña: Imaginarios de naturaleza en el Valle del Cauca entre 1950 y 1970*. Cali: Universidad Autónoma de Occidente.
- Roberts, C. (2007), *The unnatural history of the sea*, Washington D.C.: Island Press.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin, III, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, and J. Foley (2009), "Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity", *Ecology and Society* 14(2):32, Recuperado el 15 de octubre de 2010, de <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- Serje, M. (2002), "Ciencia, estética y cultura en la naturaleza moderna", En: Palacio, G. & A. Ulloa (editores). *Repensando la naturaleza*, Universidad Nacional de Colombia - Sede Leticia, Instituto Amazónico de Investigaciones, Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología e Historia, Colciencias, pp. 175-191.
- Smart, S.M., K. Thompson, R.H. Marrs, M.G. Le Duc, L.C. Maskell & L.G. Firbank (2006), "Biotic homogenization and changes in species diversity across human-modified ecosystems", *Proceedings of the Royal Society of London (Biological Sciences)* 273:2659–2665.
- Ulloa, A. (2002), "Pensando verde: el surgimiento y desarrollo de la conciencia ambiental global", En: Palacio, G. & A. Ulloa (editores). *Repensando la naturaleza*, Universidad Nacional de Colombia - Sede Leticia, Instituto Amazónico de Investigaciones, Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología e Historia, Colciencias, pp. 139-154.
- Vitousek, P.M., H. A. Mooney, J. Lubchenco, & J. M. Melillo (1997), "Human domination of earth's ecosystems", *Science* 277:494-499.



El caso de la combustión



...pakkenec... szacu
geratica yna... azzosachoa
moxde gasant. eshxaduac
oy defen didu naquicu
oy gaztelaco extoguo Jaura
errequiagar. ynsu
ceurecoritan dama ederric
no la Sapeze ez docun
cecaayti. eus quele xixan dixa
edex rauznoc. do adu
ene Serua oc Jenie noblea
ceda d' d'icu persadu
neuxe exxia. a labacexren
nic. d'itudala. finquidu
Lada nic. bere. Jaquinequicu
yria naxala funda du

HENRY GIOVANY CABRERA CASTILLO
LICENCIADO EN BIOLOGÍA Y QUÍMICA, MAGISTER
EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN ENSEÑANZA DE
LAS CIENCIAS. DOCENTE TIEMPO COMPLETO DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE.

avance19@gmail.com
henry.g.cabrera.c@correounivalle.edu.co



Resumen

El presente documento se refiere al desarrollo histórico epistemológico de la combustión y específicamente la transición que existió desde la teoría del flogisto a la teoría de la oxigenación. En función de esto, se explicará la importancia de la historia y la epistemología de la ciencia y luego se abordará la estructura histórica epistemológica del desarrollo del concepto combustión.

Palabras Clave: Historia de las ciencias, epistemología de las ciencias, combustión.

Importancia de la historia y la epistemología de la ciencia

La historia y la epistemología de la ciencia (HEC) actualmente forman una dupla importante porque permiten reconocer, identificar y analizar aquellos elementos, hechos, anomalías y crisis que han marcado el desarrollo de la ciencia y han empezado a dejar de lado la idea de ver dicho desarrollo como una simple acumulación de biografías de los científicos más famosos, la mención de algunas anécdotas, la referencia de grandes inventos y algunas de sus aplicaciones significativas que solamente generan una imagen continua de la ciencia. En un sentido diferente, Mosquera (2005) dice que actualmente se debe ver la investigación en HEC como algo dinámico, problemático y competitivo teóricamente hablando de la ciencia, que permita obtener otra forma de ver lo que ha sucedido alrededor del desarrollo de la ciencia y alrededor de los hombres de ciencia involucrados en el proceso; igualmente, bajo este sentido Kuhn (1977) señaló que la epistemología de la ciencia le podía ser útil a la historia de la ciencia porque trascendería su papel clásico de fuente de ejemplos relativos o posiciones ocupadas de antemano, es decir, podría ser una muy especial fuente de problemas e inspiración.

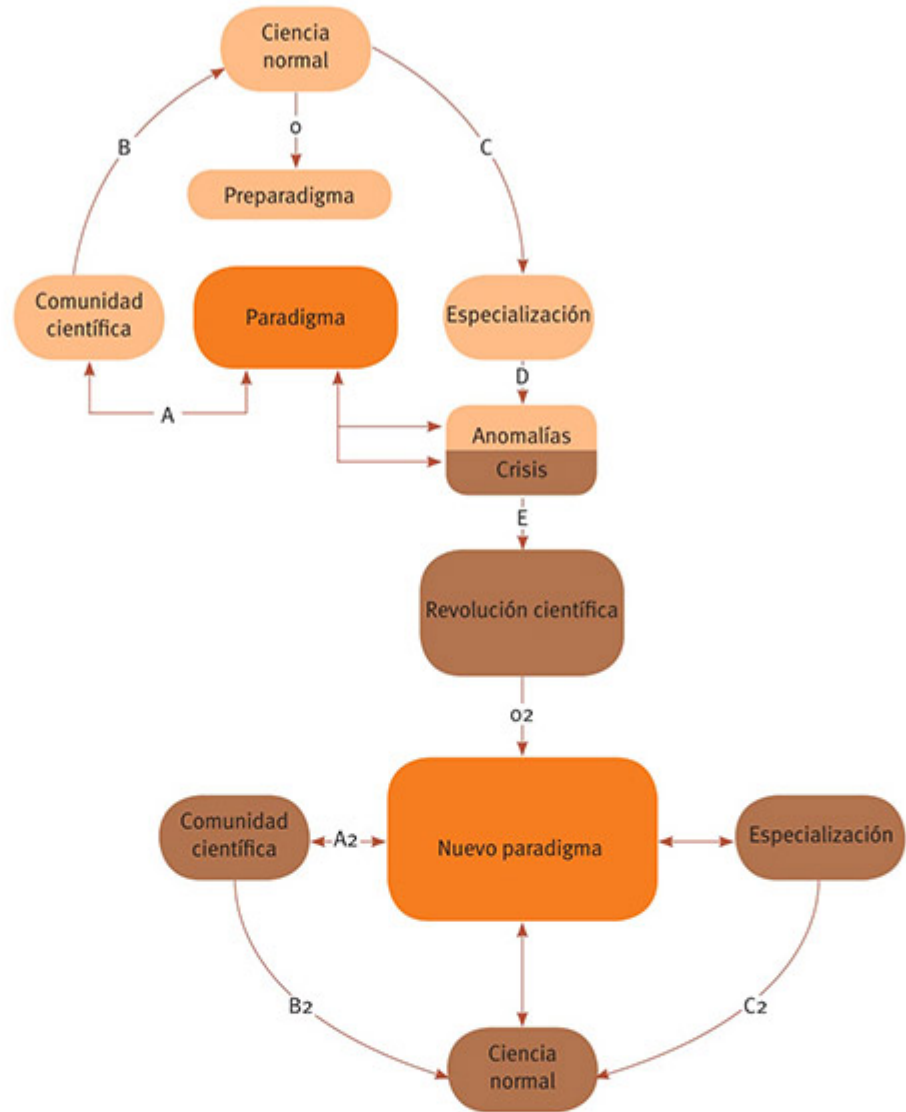
El campo del desarrollo de la ciencia ha sido ampliamente estudiado desde la HEC. Lakatos (1983) en función de esto, propuso como unidad de análisis epistemológico el concepto de programas de investigación científica que son estructuras de conocimiento que constan de dos componentes distintos; un núcleo central, constituido por las ideas centrales de la teoría, y un cinturón protector de ideas auxiliares, cuya misión es impedir que el núcleo pueda ser refutado.

En este contexto este artículo se centrará en los aportes de Thomas Samuel Kuhn quien, al analizar la naturaleza del progreso científico, asume que la ciencia no constituye un progreso hacia algún fin y no se le puede entender en un plano de objetivos, ya que no se estructura de esa manera. Es más adecuado situarla en un constante desarrollo, por ello se puede decir que la HC no sigue un curso continuo, sino que su desarrollo se encuentra estructurado por una secuencia discontinua.

Frente a lo anterior Kuhn establece una nueva forma de ver el desarrollo de las ciencias, es decir, que la ciencia posee una fase acumulativa durante largos períodos en los que la investigación es guiada por un *paradigma*, que termina cuando se inaugura un *nuevo paradigma*. Esa fase acumulativa y continua la denomina *ciencia normal*, y la considera la más característica de la ciencia; tiene un período ascendente (*especializaciones*), en el que el paradigma se expande ampliando sus aplicaciones, hasta un punto máximo a partir del cual comienza a dar señales de agotamiento. Los fracasos, cada vez más frecuentes, en lograr nuevas aplicaciones y explicaciones del paradigma, configuran las *anomalías* que desembocan en una *crisis*, a partir de lo cual comienza la fase *ciencia revolucionaria*, que corresponde a un período no acumulativo y discontinuo de la ciencia, en la cual un nuevo paradigma reemplaza al anterior (Kuhn, 1970a; Kuhn, 1970b; Kuhn, 1978; Kuhn, 1989) (ver Figura 1).

Figura 1.

La estructura histórica del desarrollo de la ciencia según Kuhn (1970a).



La estructura histórica epistemológica del desarrollo del concepto combustión: desde la teoría del flogisto a la teoría de la oxigenación

En términos generales lo que se propone en este artículo es usar la estructura histórica epistemológica del desarrollo de la ciencia planteado por Kuhn para abordar la estructura histórica epistemológica del concepto combustión y encontrar los hechos que marcaron la transición de la Teoría del Flogisto a la Teoría de la Oxigenación.

Nos emociona
cuando lo que
llevamos
emociona

www.4-72.com.co

472
¡Es tu correo!



1. Un fenómeno y diferentes explicaciones: Van Helmont, Boyle, Hook y Becher

La pregunta que nos orientó fue ¿Cuál era la situación previa conceptual antes de la teoría del flogisto? En función de esta se puede decir que alrededor del año 600 a.C. fueron los griegos a través de sus ideas y preguntas —¿Por qué se queman unas cosas y otras no?, ¿Por qué ascienden las llamas?, ¿De qué está hecha una llama?, ¿Cuál es la relación entre un objeto y las cenizas que quedan después de la combustión?, ¿De qué están hechas todas las cosas?— quienes empezaron a interesarse por la combustión. Ahora bien, dentro de los más destacados personajes que plantearon sugerencias se encuentran Tales al sugerir el Agua, Anaximandro el Aire, Heráclito el Fuego y Empédocles sugiriendo que los cuatro elementos (Tierra, Agua, Fuego y Aire) eran necesarios para conformar la materia; a su vez, dentro de este sistema el proceso de combustión fue descrito como la lucha entre los cuatro elementos y la victoria transitoria del Fuego. La lucha, el odio, la fuerza de repulsión, separaba los elementos, mientras que el amor, la fuerza de atracción, los unía (Cartwright, 2000).

Pasando a la época de Aristóteles se encuentra que la teoría de los cuatro elementos estaba más decantada; y a su vez se explicaba la combustión como la salida del elemento Fuego dejando las cenizas o tierras abajo; miremos como se aplica ésta en la explicación de la quema de un tronco:

...cuando el tronco se quema, parece que el agua rezume de los extremos del tronco soltando chispas y sonidos silbantes. Los vapores o "aires" se liberan y salen de la madera; las llamas parecen escaparse y ascender. Finalmente, cuando la combustión termina, queda una masa sólida (compuesta de cenizas o "tierras"). Dado que el volumen y la masa de las cenizas es menor que el del tronco original, también se aprecia a simple vista que la combustión conlleva la salida o escape de algo" (Cartwright, 2000:10).

Con este ejemplo se puede percibir que el sistema daba explicaciones pertinentes frente a este tipo de situaciones, y es así que estas ideas tomaron tanta fuerza que ingresaron en los sistemas explicativos de los alquimistas, quienes las asumieron y además le dieron un papel significativo al azufre hasta el punto de considerarlo como el *principio inflamable* y se le utilizó como explicación adecuada para la combustión; bajo estas ideas, la combustión se ve como la emisión inflamable de azufre (Cartwright, 2000).

Estas ideas tardaron demasiado en ser evaluadas y es con la aparición de Van Helmont que se logra refutar las ideas alquimistas a través del uso continuo de la balanza, ya que le sirvió para demostrar la indestructibilidad de la materia en los cambios químicos. Un ejemplo de esto se puede percibir en su trabajo con 62 libras de carbón de roble de las cuales, al ser calentadas, logró obtener 1 libra de cenizas. Las 61 libras restantes correspondían al *espíritu salvaje*; este *espíritu* pasó a ser llamado gas (Leicester y Klickstein, 1952).

Otro personaje importante es Robert Boyle quien, con el propósito de explicar el aumento de peso de los metales cuando se los calcinaba en los crisoles, aseveró en su libro "El químico escéptico" que el fuego estaba compuesto por partículas ígneas muy pequeñas que podían atravesar el vidrio y se adherían a los residuos del metal provocando así el aumento de peso. Robert Hooke, por otra parte, en su obra "Micrographia" postuló doce proposiciones sobre la teoría de la combustión que eran simples, claras y concisas. Una de ellas, por ejemplo, dice "el aire es el disolvente universal de todos los cuerpos sulfurosos" y que "esta acción de disolución produce una gran cantidad de calor al cual llamamos fuego".

Finalmente, Becher aseveró que los cuerpos estaban compuestos por tres tipos de elementos (tierra, aire, agua); aseguraba que la tierra era fundamental y por eso la subdividió en tres: la vítrea (Vitrificable) que le daría solidez a los cuerpos; la pingüis o grasa (Combustible) responsable de la combustibilidad, el color y el sabor; y la fluida (Mercurial) responsable del peso de los metales y de su ductilidad y fusibilidad (Leicester y Klickstein, 1952; Metzger, 1930; Cubillos, 2003; Cabrera, 2010).



En el caso de Becher se plantea que al calcinar los metales se desprende de estos la tierra grasa; un ejemplo concreto sería: “cuando los metales se calientan al aire, pierden tierra pingüis y se transforman en “cales” (óxidos), pero si estos se calientan en presencia de carbón (un material con mucha tierra pingüis) el metal se regenera” (Cubillos, 2003).

Con lo expuesto hasta el momento, se puede notar que los anteriores hombres de ciencias estuvieron transitando por una serie de incertidumbres en su pensamiento y en sus procedimientos a la hora de explicar la combustión. Además, se dieron cuenta que existía “algo” en el medio que permitía que se dieran los procesos antes mencionados, pero a ese “algo” no pudieron darle un nombre específico, esto posiblemente porque no era de su interés, o porque, si hacían la interpretación de lo que estaban viendo, sus planteamientos o todo lo que habían construido se podía derrumbar y se perdería todo lo que habían hecho (Cabrera, 2010).

2. El paradigma: *El Flogisto de Stahl*

Con la llegada del siglo XVIII se puede decir que los químicos tenían claro que la combustión implicaba la fuga de algo hacia el aire y una señal de esto era la oscilación de las llamas; en función de esto se destacan dos momentos:

El *primer momento* consistió en la aparición de George Ernest Stahl, quien tuvo varias razones para no acoplarse a lo que pensaban sus predecesores. Por ejemplo, se separó de aquella idea que incluía a la química en una atmósfera misteriosa y teológica; disipó poco a poco los comentarios sobre el Génesis y su relación con la química; además, le dio más importancia al estudio de lo inorgánico que de lo orgánico.

Cuando Stahl se empezó a ocupar de la química y a razonar sobre cuál era la finalidad de ella, logró acomodar, extender y ordenar lo que había adquirido de sus antecesores (Kunckel, Glauber y Becher) sobre la teoría de las afinidades, la teoría de las sales, los principios. Ahora bien, aunque él desconocía la existencia de la química de las sales de los corpuscularistas franceses, fue capaz de dar origen a los conceptos tradicionales de la química, como mixtión, agregado, principio y afinidad.

En el caso de los aportes de Becher, Stahl reconoció y dio importancia a dos principios para todos los mixtos, estos son el agua y la tierra pingüis o grasa; para entender mejor a los mixtos se dedicó a observar lo que ocurría en los metales; de esta manera, sus estudios lo llevaron a preocuparse y relacionar la combustión y la calcinación.

Retomando lo que se ha dicho hasta el momento, se puede decir que Stahl consideró que lo propio de la química es la mixtión (unión mixtiva) y la diferencia de la agregación, es decir, cuando se habla de agregación solo se está haciendo referencia a la mecánica y cuando se habla de mixtión se está haciendo referencia a la diversidad cualitativa de lo que sólo puede analizarse cuando se cambian las propiedades. Esto lleva a la creación de nuevos cuerpos homogéneos a partir de cuerpos heterogéneos y por eso él dijo que el análisis de los mixtos y la caracterización de sus principios es asunto de los químicos.

Stahl al estudiar la química se dio cuenta que:

- Esta era diferente a la agregación, a la cual explicaba como la unión mecánica en la cual se incluían las propiedades generales de las masas y de los movimientos.
- Se ocupaba de la mixtión, la cual estaba presente en la madera y los metales.
- La madera mediante la combustión liberaba flogisto y quedaban cenizas.
- La madera estaba presente en los vegetales, que tomaban flogisto de la naturaleza; a su vez, la madera era consumida por los animales quienes, a través de la respiración, liberaban flogisto.
- En el caso de los metales, soportaban la corrosión liberando flogisto mientras que en la calcinación liberaban tanto flogisto como la cal.
- El flogisto y la cal, mediante la reducción (utilizando fuego), formaban nuevamente el metal (Metzger, 1930; Cabrera, 2010).

Como se puede identificar, con el paradigma del *FLOGISTO* Stahl lograba dar explicaciones a los hechos que eran objeto de estudio en su época, por ejemplo, en la Tabla 1 se puede notar que Stahl, al analizar el hecho de que los cuerpos (madera o papel) al arder parecían consumirse en gran parte al entrar en combustión quedando un residuo (ceniza) que era más ligero que el cuerpo original, daba como explicación que el peso que se perdía al arder era básicamente la liberación de flogisto (Cabrera, 2010).

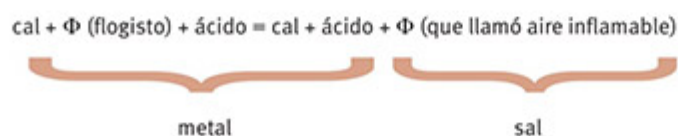
HECHO	EXPLICACIÓN
Al analizar los cuerpos que ardían, como la madera o el papel, parecían consumirse en gran parte al entrar en combustión, quedando un residuo (ceniza) que era mucho más ligero que el cuerpo original.	<p>Cuando Stahl hacía referencia a <i>ese residuo mucho más ligero que el cuerpo original</i> se estaba refiriendo al peso de la madera y que de alguna forma le interesaba esa variable que aunque no la calculaba mediante el uso de instrumentos sí la podía identificar con el uso de la observación.</p> <p>Queda claro que para Stahl <i>ese residuo ligero</i> corroboraba su planteamiento de la teoría del Flogisto ya que esta situación era coherente con la explicación de la liberación de ese principio, además esta evidencias son la base original de la doctrina, es decir, se pierde peso porque el cuerpo o sustancia al arder pierde flogisto y se puede apreciar cuando dice que <i>tanto la madera como el papel cuerpos parecían consumirse en gran parte al entrar en combustión</i>.</p>
El aire pingüe (metano) ardía violentamente y aparecían unas gotitas de humedad sobre un plato frío que se colocaba arriba de la flama.	Para explicar este hecho se hace necesario tener en cuenta que en aquella época solo se podía percibir que el <i>aire pingüe</i> era un combustible muy fuerte, considerado como <i>mixtión</i> debido a la presencia de Flogisto en dicho aire; y que debido a la pérdida del Flogisto se liberaban aquellas <i>gotitas</i> .
Al calcinarse un metal se convertía en cal.	<p>Stahl podía interpretar dicho proceso como el resultado de la pérdida del Flogisto, lo cual le hacía perder propiedades al metal como por ejemplo brillo, dureza y maleabilidad.</p> <p>Por otro lado, él no le daba importancia al aumento o disminución de peso de los metales y se empeñaban tanto Stahl como sus discípulos en sostener que la calcinación, al igual que la combustión, implicaba pérdida de flogisto.</p>
Dejados al aire libre, los metales (excepto el oro) se cubrían de herrumbre.	Era muy sencillo evidenciar este proceso, solo bastaba observar los metales al aire libre durante algún tiempo y ellos iban adquiriendo una capa superficial de un residuo "negruzco"; para fundamentar esto, Stahl y sus discípulos decían que como el Flogisto pertenecía a la naturaleza entonces él buscaba su lugar de origen, además debido a la virtud de "levedad" el Flogisto intentaba salir pero el metal lo retenía y esto generaba una lucha entre la naturaleza y el metal lo cual producía ese residuo.

Tabla 1.

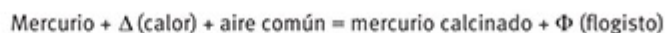
Hechos y explicaciones de acuerdo al paradigma del Flogisto (Metzger, 1930; Cabrera, 2010).

El *segundo momento* corresponde a los diferentes usos que le daban los seguidores al paradigma del Flogisto.

Cavendish hacía uso de esta teoría para interpretar los resultados de las disoluciones que realizaba; por ejemplo, aísla y caracteriza el "aire inflamable" (actualmente hidrógeno) desprendido por los metales atacados por el ácido, y lo explica así:



Por su parte, Priestley la empleó con una habilidad sorprendente para construir interpretaciones verosímiles de los hallazgos basados en procesos de adición o eliminación del flogisto del aire. Por ejemplo, él recogía sistemáticamente sobre una cuba llena de mercurio el flogisto desprendido por las reacciones que ocurrían al calentarse y procedía a explicarlo de la siguiente manera:



Todos los investigadores antes mencionados apoyaron y utilizaron el flogisto como su núcleo disciplinar para explicar hechos como la combustión de la madera, la calcinación de los metales y la producción de herrumbre en los metales (Ver Tabla 1) (Bensaude – Vincent, 1991; Cabrera, 2010)

3. Anomalías y Crisis del Paradigma del Flogisto

Es pertinente afirmar que a través de los diferentes experimentos que se llevaron a cabo se encontraron resultados desiguales. Por ejemplo, en las reacciones de calcinación de los metales se perdía flogisto y se transformaba en su cal; en otras se encontraba que las sustancias más combustibles, como la madera, el papel y la grasa, parecían consumirse en gran parte al arder; sin embargo, cuando los metales se enmohecían, también perdían flogisto de acuerdo con la teoría de Stahl, pero el metal enmohecido era más pesado que el original (Cabrera, 2010, Lavoisier, 1778; Lavoisier, 1783).

Estos resultados empezaron a tildarse como *ANOMALÍAS* por parte de un hombre de ciencia como lo era Antoine Laurent Lavoisier, quien tuvo como tarea traspasar las fronteras que había construido el paradigma del flogisto y empezó a notar y recoger una serie de inconsistencias dentro de dicha teoría, y así lo manifestó en sus “Reflexiones sobre el flogisto”:

...los químicos han hecho del flogisto un principio vago que no ha sido rigurosamente definido y por lo tanto se adapta a todas las explicaciones en que se lo quiera utilizar; tan pronto es pesado como no lo es; tanto es el fuego libre como el fuego combinado con el elemento terroso; tanto pasa por los poros de los vasos, como éstos le resultan impermeables. Explica a la vez la causticidad y la no causticidad, la diáfandad y la opacidad, los colores y la falta de color. Es un Proteo que cambia de forma a cada instante” (Lavoisier, 1783:143).

Al analizar detenidamente la cita anterior se puede identificar que Lavoisier era opositor a la teoría de Stahl y cuando se refiere al flogisto lo denomina como “un Proteo que cambia de forma a cada instante”. Con esto se nota que Lavoisier no identificaba regularidad en las explicaciones que se daban sobre la combustión, calcinación y corrosión.

Cuando el paradigma del flogisto comenzó a ser insuficiente y a ser interpretado de diversas formas, se presentó un hecho crucial que fue analizado por Lavoisier y que le permitió concebir el proceso de la combustión de una nueva forma. Ello dio origen a la *CRISIS*. El hecho al cual se está haciendo mención aparece en la memoria “Sobre la combustión en general”:

...Hace unos ocho días descubrí que al quemar azufre, el peso de éste, en lugar de disminuir, aumentaba, es decir que de una libra de azufre podíamos obtener más de una libra de ácido vitriólico, sin tener en cuenta la humedad del aire; lo mismo ocurre con el fósforo: este aumento de peso proviene de la cantidad prodigiosa de aire que se fija durante la combustión y que se combina con los vapores. Esta experiencia, resultó de una serie de experimentos que considero decisivos, los cuales me indujeron a pensar que lo que se observa en la combustión del azufre y del fósforo podía tener lugar, igualmente, con todos los cuerpos que ganan peso tras la combustión o la calcinación; y me convencí incluso de que el aumento de peso de las cales metálicas respondía a la misma causa... (Lavoisier, A., 1777:110).



El hecho anteriormente mencionado se puede determinar como crucial. Es más, históricamente da inicio a la CRISIS en el paradigma del flogisto porque las explicaciones que se daban a partir de este paradigma eran contradictorias a los experimentos.

4. Un nuevo paradigma: principio acidificante o principio oxígeno

Según Lavoisier (1777:111) en la combustión de los cuerpos se observan cuatro fenómenos:

Primer fenómeno: En toda combustión se desprende la materia del fuego o de la luz (flogisto).

Segundo fenómeno: Los cuerpos no pueden quemarse sino en un número pequeño de especies de aire, o mejor, no puede haber combustión sino en una sola especie de aire, aquella a la que Priestley ha denominado aire deflogisticado y que yo denominare aire puro...

Tercer fenómeno: En toda combustión hay destrucción o descomposición del aire puro en el que se hace la combustión, y el cuerpo quemado aumenta de peso exactamente en la proporción de la cantidad de aire destruido o descompuesto.

Cuarto fenómeno: En toda combustión el cuerpo quemado se cambia en ácido por adición de la sustancia que ha aumentado su peso. Así, por ejemplo, si se quema azufre bajo una campana, el producto de la combustión es ácido vitriólico; si se quema fósforo, el producto de la combustión es ácido fosfórico; si se quema una sustancia carbonosa, el producto de la combustión es el aire fijo, llamado también ácido cretoso, etc.

Frente a estos fenómenos de la combustión, Lavoisier (1777:112) decía que eran explicados de una "manera muy feliz en la hipótesis de Stahl", pero que era necesario suponer que en los cuerpos estaba fijado el flogisto; además, cuando se les pedía a los partidarios del flogisto que elaboraran explicaciones y demostraciones de lo que se observaba, terminaban cayendo en un círculo vicioso y dando explicaciones como:

...los cuerpos combustibles contienen la materia del fuego (flogisto) porque se queman, y que se queman porque tienen la materia del fuego (flogisto) (Lavoisier, 1777:113).

Frente a este tipo de explicaciones, Lavoisier (1777:113) es contundente y dice:

La existencia de la materia del fuego, el flogisto, en los metales, azufre, etc., no es, pues, más que una hipótesis, una suposición que, una vez admitida, explica, es cierto, algunos de los fenómenos de la calcinación y de la combustión; pero, si demuestro que estos mismos fenómenos pueden también explicarse tan fácilmente por la hipótesis opuesta, es decir, sin suponer que exista la materia del fuego, el flogisto, en los cuerpos llamados combustibles, el sistema de Stahl se sacudirá hasta sus cimientos.

De la anterior cita es pertinente preguntarse a qué se refiere Lavoisier con "hipótesis opuesta" y la respuesta básicamente se encuentra en las "Reflexiones sobre el flogisto" publicadas en el año 1783:

En la serie de memorias que he comunicado a la Academia he pasado revista a los principales fenómenos de la química, insistiendo sobre los que acompañan a la combustión, a la calcinación de los metales y, en general, sobre todas las operaciones en que hay absorción y fijación de aire. He deducido todas las explicaciones de un solo principio, a saber: que el aire puro, el aire vital, está compuesto de un principio particular que le es propio, que forma su base, al que he denominado principio oxígeno, combinado con la materia del fuego y del calor. En cuanto se admite este principio, las principales dificultades de la química se desvanecen y disipan, y todos los fenómenos se explican con sorprendente facilidad (Lavoisier, 1783:121).

En este caso es necesario anotar que a través del desarrollo histórico de la combustión, y específicamente en los aportes que dio Lavoisier como producto de la experimentación, se encuentra que pudo

construir un conjunto de explicaciones coherentes que hacían innecesario emplear el flogisto para explicar los fenómenos químicos y es en ese momento cuando propone al *OXÍGENO*.

Al oxígeno Lavoisier lo considera como un gas que está compuesto por calórico y la base oxígeno y es a partir de este modelo-concepto que explica la combustión. Además, logra relacionarla con la transpiración, la digestión, la respiración, la corrosión, la reducción y la calcinación que ocurre tanto en animales como en los metales. Miremos como lo hace:

- A. La combustión ocurre en el animal y en los metales.
- B. En el caso del animal, está regido por tres reguladores: con la transpiración produce aumento o disminución de calórico; con la respiración consume carbono, hidrógeno y base oxígeno y a su vez produce agua (que posee base oxígeno e hidrógeno), gas ácido carbónico y calórico; y con la digestión devuelve a la sangre lo que se pierde por la transpiración y la respiración.
- C. En los metales suceden procesos como la corrosión, en el cual se produce óxido sin acción del fuego; en la reducción el óxido mediante el calor (por la acción del fuego) produce base oxígeno y metal; y la calcinación produce óxido (usando el calor) y permite la unión entre la base oxígeno y metal.
- D. Finalmente, la base oxígeno y el calórico están contenidos en el aire puro o aire vital (gas oxígeno) que está presente en el aire atmosférico (Cabrera, 2010).

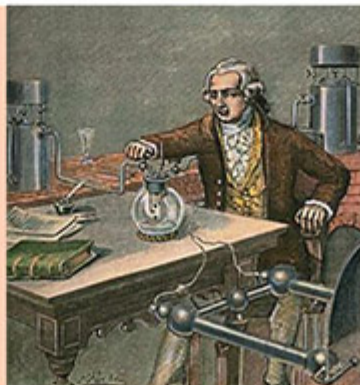
Es necesario decir que Lavoisier no descubrió nueva sustancia alguna, en cambio llegó a comprender el significado de los descubrimientos realizados por otros, su independencia frente a las ideas del pasado, el rigor cuantitativo de sus trabajos, la jerarquía que concedía a las relaciones ponderables en la descripción de las transformaciones, su actitud de no admitir nada como cierto antes de someterlo a una prueba experimental, fueron las características que lo designaron como protagonista de la revolución química.

Para finalizar, el surgimiento de este *NUEVO PARADIGMA* (oxígeno) en el mundo de la química permitirá en algún momento la aparición de novedades en el lenguaje, en el pensamiento, la forma de proceder e interpretar las experiencias que se realizaban al interior de la comunidad científica y por eso se hizo necesario revisar las bases o paradigmas de las ciencias; esto permitió preparar el camino hacia algo distinto que, si es importante, podría exigir un cambio.

Dentro de los cambios más importantes se pueden destacar la reforma de la enseñanza de la química gracias a la publicación del *Traité élémentaire de chimie*, en 1789, el cual era un libro de texto que presentaba un método de organización de los contenidos de la química basado en la progresión “de lo simple a lo complejo” (Cabrera, 2010).

El segundo cambio importante del nuevo paradigma fue la reforma del lenguaje de la química formulada en el *Méthode de nomenclature chimique*; en dicha reforma fue fundamental “el estudio de las reacciones de oxidación y de sus productos, partiendo de la clasificación que propuso de las sustancias” y a su vez las sustancias estaban clasificadas en elementos (metales y no metales) y compuestos (óxidos, ácidos, bases y sales) Cubillos (2003:87)

• Antoine Lavoisier
París,
Francia
1743- 1794





En esta nomenclatura se hacen evidentes constituyentes conceptuales como

El nombre de las 33 sustancias simples clasificadas como tales por él. II). El grado de oxigenación (ver Tabla 2). III). Para las sales formadas por un ácido y una base salificable el nombre se deriva de los nombres de sus generadores. IV). Los radicales, es decir, aquellas sustancias simples o compuestas que al unirse con el oxígeno producen ácidos (Cubillos, 2003: 88).

Primer grado	Metales	Óxidos	
	No metales	Óxidos	
Segundo grado	No metales	Ácidos	(terminación -oso)
	Metales	Óxidos	(segundo grado de oxigenación)
Tercer grado	No metales	Ácidos	(terminación -ico)
	Metales	Ácidos	(terminación -ico)
Cuarto grado	No metales	Ácidos oxigenados	
	Metales	Ácidos oxigenados	

Tabla 2.

Los cuatro grados de oxigenación (tomado de Cubillos, 2003:88).

El mismo Cubillos (2003:88) dice que dentro de la nomenclatura se puede identificar “el esquema que más tarde se conocerá como el sistema dualista de Lavoisier y que fue acogido por Berzelius en el siglo XIX para proponer otro paradigma fundamental de la química, la ‘Teoría electroquímica de la afinidad’”.

Basado en ese esquema se logra cambiar nombres antiguos como espíritu de sal, de vitriolo y azafrán de marte por el ácido muriático oxigenado (futuro ácido clorhídrico), ácido sulfúrico y óxido de hierro, respectivamente (Ver Tabla 3).

Por su parte, apareció la nueva revista especializada en química llamada Annales de Chimie que sirvió para publicar las principales investigaciones realizadas por Lavoisier y sus partidarios (Cabrera, 2010).

Extractos del Método de nomenclatura química (1787)	
Nombres antiguos	Nombres nuevos
Ácido de azufre	Ácido sulfúrico
Ácido vitriólico	
Aceite de vitriolo	
Espíritu de vitriolo	
Álcali vegetal cáustico	Potasa
Álcali volátil cáustico	Amoníaco
Diana	Plata
Luna	
Plata	
Espíritu de sal	Ácido muriático oxigenado (futuro ácido clorhídrico)
Espíritu de vino	Alcohol
Quermes mineral	Óxido de antimonio sulfurado rojo
Oropimente	Óxido de arsénico sulfurado amarillo
Principio acidificante	Oxígeno
Base del aire vital	
Flogisto	Principio hipotético de Stahl
Azafrán de Marte	Óxido de hierro

Tabla 3.

Nomenclatura antes y después de la revolución química. Tomado de Bernadette Bensaude - Vincent (1991).

Conclusión

Como conclusión, se puede decir que es significativo utilizar la perspectiva de Kuhn sobre el desarrollo de la ciencia para acudir a la historia del concepto combustión, ya que se encontraron elementos significativos como el surgimiento del paradigma del flogisto, atravesando por las anomalías y la crisis hasta llegar al nuevo paradigma del oxígeno.

Igualmente, se percibió que las ideas sobre la combustión eran constantemente mutables y que su desarrollo no siguió un curso continuo, sino que se encuentra estructurado por una secuencia discontinua.

Finalmente, se determinó que históricamente conceptos como la combustión, la respiración, la calcinación, la reducción, la corrosión, la transpiración, estaban relacionados pero que actualmente en las clases de ciencias tienden a abordarse de forma fragmentada, y es aquí donde se podría llevar a cabo un estudio investigativo que permita dar elementos para su enseñanza.

Referencias

- Bensaude-Vincent, B. (1991), "Lavoisier: una revolución científica", *Historia de las ciencias*, Madrid, Cátedra, 411-435.
- Cabrera, H. G. (2010), *Elementos históricos epistemológicos desde Kuhn que permiten la identificación de aportes para la enseñanza de la combustión*, Trabajo de Investigación para optar al título de Magister en Educación, Universidad del Valle, Cali.
- Cartwright, J. (2000), *Del Flogisto al Oxígeno. Estudio de un caso práctico en la revolución química*, Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.
- Cubillos, G. (2003). *Introducción al pensamiento químico: De los átomos de Demócrito al carbono tetraédrico de Van't Hoff* [Notas de clase], Bogotá, Departamento de Química – Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia
- Kuhn, T. S. (1970a), *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de cultura económica. (1ª ed. en Español, 5ª reimpresión 2000, México. FCE)
- Kuhn, T. S. (1970b). *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de cultura económica, (3ª ed. en Español, 1ª reimpresión 2007, México. FCE)
- Kuhn, T. S. (1977), "La historia de la ciencia", En: *La tensión esencial: Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*, México, Fondo de Cultura Económica, pp. 129-150.
- Kuhn, T. S. (1978), *Segundos pensamientos sobre paradigmas*, Madrid, Tecnos.
- Kuhn, T. S. (1989), *¿Qué son las revoluciones científicas? y otros ensayos*. Barcelona, Paidós UAB/ICE.
- Lakatos, I. (1983), *La metodología de los programas de investigación científica*, Madrid, Versión original en inglés publicada en Cambridge University Press (*The Methodology of Scientific Research Programmes*).
- Lavoisier, A. L. (1777), "Memoria sobre la combustión en general", En: A. L. Lavoisier, *Memorias sobre el oxígeno, el calórico y la respiración*, Buenos Aires, Emecé, 1948.
- Lavoisier, A. L. (1778) "Datos históricos sobre la causa del aumento de peso que adquieren las sustancias metálicas cuando se las calienta durante su exposición al aire", En A. L. Lavoisier, *Memorias sobre el oxígeno, el calórico y la respiración*. Buenos Aires, Emecé, 1948.
- Lavoisier, A. L. (1783) "Reflexiones sobre el flogisto", En A. L. Lavoisier, *Memorias sobre el oxígeno, el calórico y la respiración*. Buenos Aires, Emecé, 1948.
- Leicester, H. y Klickstein, H. (1952), *A source book in chemistry*, New York, McGraw-Hill.
- Metzger, H. (1930), *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique*, París, Alcan.
- Mosquera, C. J. (2005), "El papel de la historia y la epistemología de la ciencia en la didáctica contemporánea de las ciencias", En: *Tendencias del pensamiento educativo científico*, Cali, Universidad del Valle.

Investigación y terapia con células madre: *¿De dónde vienen y para dónde van...?*

MAURICIO MARTÍNEZ SALAZAR

BIÓLOGO. ESTUDIANTE DE MAESTRÍA EN GENÉTICA HUMANA – UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (BOGOTÁ). CARGO ACTUAL: JOVEN INVESTIGADOR, INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA (IBUN), ÁREA DE BIOTECNOLOGÍA DE LA SALUD. CIUDAD UNIVERSITARIA, INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA (EDIFICIO 224) – LABORATORIO DE BIOMIMÉTICOS.

maumartinezs@unal.edu.co



Resumen

En diciembre de 2011 la revista *Nature*, una de las más influyentes en el campo científico en todo el mundo, publica un artículo titulado “365 days: 2011 in review” (Van Noorden R., 2011), el cual recopila los tópicos de investigación más significativos durante el año, incluyendo las misiones de la NASA, los asombrosos descubrimientos sobre partículas subatómicas, las interacciones de medicamentos con proteínas de la membrana celular, nuevas tecnologías para secuenciamiento de genomas completos de diferentes organismos y en particular dedica una sección a las células madre, titulada “The Stem-Cell Roller Coaster”, en donde señala que ha sido un año “emocionante” para la investigación en este campo, principalmente con células madre embrionarias y sus implicaciones éticas, políticas y terapéuticas, y las nuevas tecnologías de generación, caracterización y aplicación de células madre pluripotenciales inducidas (siglas en inglés: iPS). Dada la importancia que han adquirido este tipo de células y que sus aplicaciones terapéuticas están cada vez más disponibles entre nosotros, revisaremos su historia, qué características tienen, cómo se clasifican, cómo se han empleado en la clínica y finalmente las implicaciones éticas y políticas de su obtención, manipulación y aplicación médica.

Introducción y antecedentes históricos

Uno de los eventos más asombrosos en la naturaleza es el proceso de regeneración de tejidos y órganos de muchos animales mediante un mecanismo fisiológico que mantiene la arquitectura anatómica de una estructura del cuerpo que se ha perdido o deteriorado. Muchos organismos invertebrados regeneran sus tejidos con alta eficiencia, mientras que la mayoría de los vertebrados superiores no pueden regenerar un órgano completo (Bongso A. y Richards M., 2004). Y es más, dentro de este grupo, los mamíferos son los que han perdido en su mayoría dicha capacidad, sin embargo, pueden realizar un proceso de cicatrización de heridas de manera eficiente. Este fenómeno de cicatrización es sustentado por la presencia y posterior activación de células madre pre-existentes o también llamadas células progenitoras, las cuales pueden estar en casi todos los tipos de tejidos y dirigir el proceso.

Este tipo de células también son encontradas en los vegetales, principalmente en las raíces y los meristemas apicales, de hecho, el término *Stem Cell* (en inglés *Stem*: Tallo y *Cell*: Célula), que es como se encuentra en la literatura publicada en inglés, fue asignado por antiguos botánicos que estudiaban la regeneración en plantas, y es por esto que en otros dialectos este tipo de células se nombran como *Células Troncales*.

La historia que envuelve este tipo especial de células ha sido sumamente interesante en el sentido en que implica aspectos tecnológicos, políticos, éticos y médicos, y tal vez puede ser considerado como un instrumento que puede mejorar radicalmente la calidad de vida de muchos pacientes pero al mismo tiempo su obtención, manipulación y aplicación genera polémica y discusión mundial en diferentes sectores científicos, médicos, bioéticos y religiosos (Ryan K., 2000; Wertz D., 2002). En la tabla 1 se resumen los principales eventos históricos relacionados con las células madre.

La tabla 1 nos permite analizar tres factores muy importantes que han influenciado el desarrollo que ha tenido la investigación en este tipo de células. Inicialmente hay que reconocer que el descubrimiento, obtención, aislamiento, caracterización y primeras aplicaciones clínicas solo han sido posibles a medida que la biotecnología del cultivo de células animales y humanas ha sido desarrollada, lo que implica desarrollo de medios de cultivo, antibióticos, suplementos, técnicas avanzadas de microscopía, citometría y biología celular y molecular, etc. (Martínez M., 2011). En este sentido hay que establecer que el trabajo con células madre se encuentra dentro de una de las tecnologías de muy alto costo (en personal, insumos, materiales, equipos, infraestructura, etc.) y que emplea tecnología de punta, por lo que a la hora de buscar referencias en investigación y aplicaciones médicas debemos remitirnos a centros especializados y reconocidos a nivel internacional.



FECHA	EVENTO
1908	El término fue propuesto por el histólogo ruso Alexander Maksimov (1874-1928) en el congreso de la Sociedad de Hematología en Berlín.
1960s	Joseph Altman y Gopal Das presentan evidencia científica de neurogénesis adulta, debido a la presencia de actividad de células madre en el cerebro.
1963	McCulloch y Till demuestra la presencia de células que se auto-renuevan en médula ósea de ratón.
1968	Transplante de médula ósea entre dos hermanos fue exitoso para el tratamiento de Inmunodeficiencia Severa Combinada (SCID).
1978	Células madre hematopoyéticas son encontradas en sangre de cordón umbilical.
1981	Células madre embrionarias de ratón son aisladas de la masa celular interna por Martin Evans, Matthew Kaufman y Gail R. Este último asignó el término "Célula Madre Embrionaria".
1992	Células madre de origen neuronal son cultivadas <i>in vitro</i> como neuroesferas.
1997	La leucemia es reportada como causa de células madre hematopoyéticas, la primera evidencia de cáncer de células madre.
1998	James Thomson y colaboradores obtienen la primera línea celular de células madre embrionarias humanas.
2000	Varias publicaciones demostrando la plasticidad en células madre adultas.
2001	Científicos del <i>Advanced Cell Technology</i> clonan embriones humanos para obtener células madre embrionarias.
2003	Songtao Shi del NIH descubre la presencia de células madre adultas en dientes primarios de niños.
2004-2005	Escándalo mundial por el trabajo de Hwang Woo-Suk donde presentó varias líneas celulares embrionarias humanas a partir de oocitos humanos no fertilizados, se descubrió que el trabajo era falso. Se publica la Guía para Investigación en Células Madre Embrionarias Humanas.
2006	Kazutoshi Takahashi y Shinya Yamanaka publican un artículo en la revista Cell donde obtienen células madre pluripotenciales inducidas (iPS) de ratón. La Sociedad Internacional de Terapia Celular publica los criterios mínimos para definir Células Mesenquimales Estromales Multipotentes.
2007	Mario Capecchi, Martin Evans y Oliver Smithies ganan el premio nobel de fisiología/medicina por su trabajo en células madre embrionarias de ratón obteniendo un ratón manipulado genéticamente (ratón knockout).
2007	Se publican varios trabajos sobre la obtención de células madre pluripotenciales inducidas humanas a partir de fibroblastos adultos.
2008	Se obtienen resultados exitosos en la regeneración de cartílago en rodilla humana empleando células madre mesenquimales del propio paciente.
2009	Kim y colaboradores anunciaron un procedimiento para producir células madre pluripotenciales inducidas (iPS) autólogas (del mismo paciente) a partir de células de la piel. Lo que llamaron la "solución última de las células madre".
2010	Primer ensayo en humanos con células madre embrionarias.
2011	Inbar Friedrích Ben-Nun (Israel) estableció un procedimiento para la protección de células madre de especies animales en vía de extinción.

El segundo factor particularmente interesante, y que aún continúa en desarrollo, es el proceso que implica definir una célula madre desde un punto de vista biológico, lo que conduciría a un óptimo aislamiento, pues, como se ha visto, la contaminación de una población de células con otros tipos celulares diferenciados es un fenómeno frecuente que tiene implicaciones a la hora de obtener resultados que serán aplicados en la clínica, lo cual tiene un impacto técnico y ético. Preguntas como: ¿Qué es una célula madre en términos genéticos, bioquímicos, celulares y embriológicos?, ¿En qué momento y bajo qué factores puntuales una célula madre deja de serlo?, ¿Cómo y bajo qué factores es posible mantener una célula madre en su estado más indiferenciado?, entre otros, son interrogantes que se han investigando pero que aún hoy en día presentan controversia en el sentido en que algunos resultados obtenidos pueden obedecer a falsos positivos (Lo K., *et ál.*, 2003; Orive G., *et ál.*, 2003).

Tabla 1.

Principales eventos históricos del descubrimiento, obtención y aplicación clínica de células madre de diferentes tipos. Adaptado de Wikipedia Encyclopedia (2012) (http://en.wikipedia.org/wiki/Stem_cell).

Figura 1.

Fotografía del doctor Hwang Woo-Suk condenado a cuatro años de prisión por el fraude en su trabajo en el año 2004-2005 en la Universidad Nacional de Seúl, Korea del Sur.



Y en tercer lugar, pero no menos importante que los dos factores anteriores, es la tendencia sistemática a emplear nuevas tecnologías de inducción de células madre con características embrionarias para evitar la obtención, manipulación y aplicación de células a partir de embriones humanos, pues se ha demostrado que dichas células representarían la fuente óptima para la clínica por su alta *plasticidad celular* (capacidad de diferenciación en muchos tipos celulares), entre otros factores. Dicha tendencia ha sido generada por la presión que han impulsado diferentes sectores de la sociedad como el político, bioético y religioso, y por otro lado ha generado en los científicos expertos en este tema la necesidad de buscar alternativas que no presenten conflictos éticos, por lo que en algunos casos se ha caído en el fraude de publicación de resultados científicos. Caso particular fue el escándalo mundial en el año 2005, cuando el Doctor Hwang Hoo-Suk (figura 1), reconocido investigador de la Universidad de Seúl (Korea del Sur), fue condenado por fraude en la publicación de sus resultados, los cuales habían sido financiados por dicha universidad y publicados en la revista *Science*, una de las más influyentes en el campo científico en todo el mundo. En términos generales presentó datos falsificados sobre procedimientos de clonación a partir de células madre humanas, lo que llenó de ilusión a muchos pacientes con múltiples enfermedades que supuestamente podían ser tratadas.

Actualmente la investigación en células madre ha continuado, y con mayor rigurosidad en sus métodos y aplicaciones, por lo que se han obtenido resultados sumamente prometedores para la salud humana, pero, según publicaciones de fundaciones y centros internacionales, se hace un llamado a la prudencia en estos temas tanto a los científicos investigadores como a los pacientes y a la comunidad en general.

¿Qué es una célula madre?

En nuestro cuerpo tenemos tres tipos generales de células: germinales (óvulos y espermatozoides), somáticas (del griego *soma*: cuerpo) y células madre. Estas últimas han sido tradicionalmente definidas por ser células que son capaces de auto-renovarse y diferenciarse en un número ilimitado de diferentes tipos celulares especializados (Sanders R., *et ál.*, 2006; Bongso A. y Richards M., 2004). Con la auto-renovación de las células se garantiza el buen estado del tejido u órgano manteniendo la población celular relativamente constante a menos que exista daño directo o desgaste por el envejecimiento

natural, por lo que se considera que poseen una división celular simétrica (si producen nuevas células madre) o asimétrica (si producen tanto células madre como células especializadas). La capacidad de diferenciación es a menudo denominada como *plasticidad celular*, permite la generación de células adultas diferenciadas del tejido u órgano donde normalmente residen, o incluso de otros tipos celulares, y es una de las características más atractivas para los investigadores con fines terapéuticos.

Gracias a los grandes avances en biotecnología celular y molecular se ha logrado caracterizar de manera más profunda el comportamiento genético, epigenético, proteómico y fisiológico de las células madre, y sin embargo aún falta mucho por descubrir e investigar sobre las condiciones, efectos secundarios y efectos adversos para su aplicación en terapia celular.

Tipos de células madre

La clasificación de este tipo de células ha generado discusión entre la comunidad científica. Sin embargo, se han establecido diferentes tipos basados en criterios relacionados con la fuente de obtención y la capacidad de diferenciación (plasticidad celular) principalmente. El diagrama de la figura 2 muestra los diferentes tipos dependiendo del desarrollo embrionario de un ser humano.

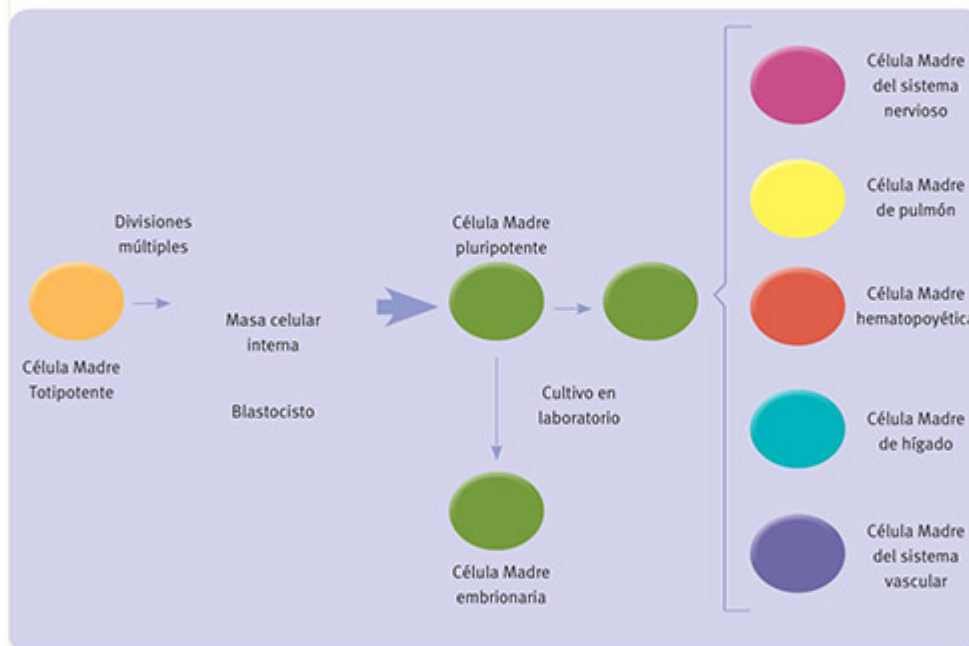


Figura 2.

Posterior a la fertilización se genera un cigoto, las células que lo constituyen son consideradas *Totipotentes* y pueden crear un ser humano completo. Las células derivadas de la masa celular interna son consideradas *Pluripotentes* y pueden generar células de las tres capas germinales: *Ectodermo*, *Mesodermo* y *Endodermo*. Si se aísla y se cultiva en el laboratorio una célula derivada de la masa celular interna se considera una célula madre embrionaria. Las células madre adultas son consideradas *Multipotentes* y pueden generar células de la misma capa germinal en diferentes tipos de células de un tejido u órgano. Adaptado de Sanders R. y colaboradores (2006).

En el diagrama de la figura 2 se han clasificado las células madre como Totipotentes, Pluripotentes y Multipotentes. En este sentido el interés de los investigadores está puesto en obtención, aislamiento y manipulación de células madre pluripotentes o pluripotenciales, ya que pueden (en teoría) diferenciarse en casi doscientos tipos de células constituyentes del organismo completo. Aquellas células que han alcanzado un posterior grado de diferenciación, pero que aún conservan potencialidad para renovar los tejidos, serían células madre multipotenciales o multipotentes adultas (situación diferente en las embrionarias), y en este sentido, dependiendo de su origen embrionario (ectodermo, mesodermo o endodermo), se diferencian hacia tipos celulares del mismo origen. Por ejemplo, una célula madre mesenquimal, cuyo origen es el mesodermo, puede diferenciarse hacia fibroblastos (células del tejido conectivo), osteoblastos (células de los huesos), condrocitos (células del cartílago) y/o adipocitos (células del tejido graso) dependiendo de los factores inductores que le pongamos, pero no se diferenciaría (en teoría) hacia células epiteliales, las cuales son de origen ectodérmico.

Células madre adultas	Células madre embrionarias
Células Madre de diferentes tejidos y órganos son relativamente escasas, difíciles de aislar y purificar de otros tipos celulares.	Una vez derivadas y propagadas, las Células Madre presentan alta tasa de proliferación.
Son multipotentes, plasticidad celular restringida.	Son pluripotentes, amplia plasticidad celular.
Niveles de Telomerasa bajos.	Niveles de Telomerasa altos, autorenovación de células.
Acortamiento del tamaño de los cromosomas.	No hay acortamiento del tamaño de los cromosomas.
Apoptosis temprana.	Apoptosis tardía.
No hay riesgo de inducción de teratoma posterior a trasplante.	Riesgo de inducción de teratoma posterior a trasplante.
Cambios epigenéticos difíciles de revertir.	Cambios epigenéticos reversibles.
Implicaciones éticas menores.	Implicaciones éticas mayores, regulación de uso en algunos países e instituciones.

Tabla 2.

Diferencias entre las principales características de células madre adultas y embrionarias. Adaptado de Bongso A. y Richards M. (2004).

muy interesantes para la obtención de este tipo de células a partir de unas ya diferenciadas (adultas), es decir, revertir el proceso y volverlas a un estado "indiferenciado", lo que han denominado "células madre pluripotenciales inducidas" (iPS o iPSCs). En general lo que se hace es inducir la expresión de genes maestros involucrados en mantener cualquier tipo de célula en un estado indiferenciado; los genes reportados son: Oct-3/4, SOX2, c-Myc y Klf4, entre otros. Dicho protocolo fue reportado como el "protocolo del año" por la revista *Nature* en el año 2006. Actualmente se intenta inducir el estado indiferenciado sin emplear vectores virales para expresión de los genes anteriormente mencionados y así garantizar una óptima seguridad para aplicación clínica. La tabla 2 resume las principales diferencias entre las células madre adultas y las embrionarias.

Uno de los tipos de células madre más atractivos son las mesenquimales, pues pueden ser empleadas en muchas aplicaciones, como la Ingeniería de Tejidos, de tal manera que se pueda generar tejidos como hueso y cartilago. En la foto de la figura 3 se muestra un cultivo de células madre mesenquimales obtenidas a partir de tejido adiposo humano.

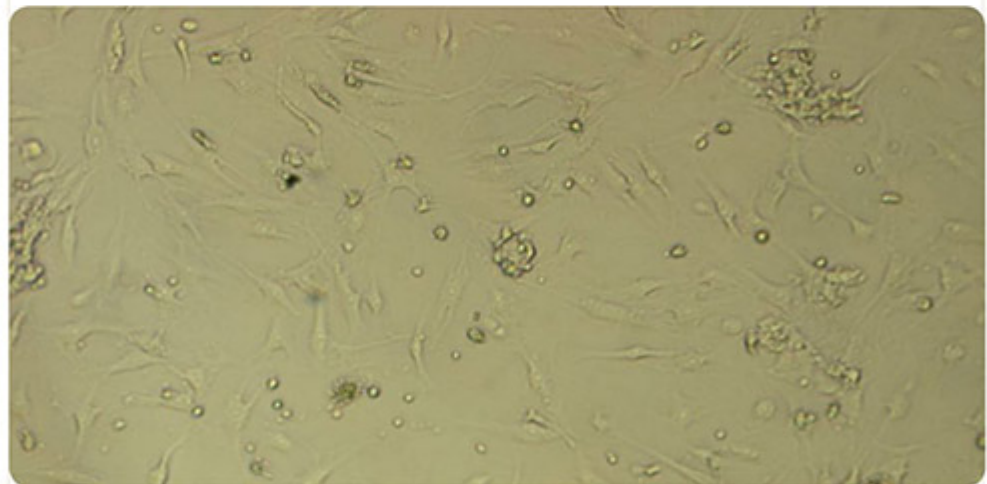


Tabla 2.

Fotografía de células madre mesenquimales obtenidas de tejido adiposo (liposucción) en cultivo tomada desde microscopio de luz convencional. Se aprecia su forma alargada (ahusada) y las prolongaciones celulares similares a fibroblastos. Aumento 10X. Tomada en el Laboratorio de Biomiméticos del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia (IBUN).

Terapia empleando células madre

Se ha establecido en la literatura internacional que las células madre han sido postuladas por tener un gigantesco número de aplicaciones (Brignier A. y Gewirz A., 2010), el potencial de uso más importante de este tipo de células es en medicina regenerativa e ingeniería de tejidos, donde resulta sumamente atractivo tanto en el sector público como privado. En teoría, aunque realmente ya se ha demostrado

mucho a nivel experimental, una célula madre con una alta plasticidad celular, como las embrionarias, se puede inducir bajo diferentes factores (bioquímicos, genéticos, mecánicos, etc.) hacia un tipo de célula de interés particular y ser aplicada a una variedad de enfermedades humanas, además de ser un modelo biológico óptimo para el estudio del desarrollo embrionario normal y cuando es afectado y en ensayos toxicológicos con medicamentos u otras moléculas.

Dentro de las primeras aplicaciones se encuentra el trasplante de células madre hematopoyéticas alogénico para el tratamiento de una gran variedad de enfermedades inmunoematológicas heredadas o adquiridas como talasemias, anemia de células falciformes, anemia de Fanconi, errores innatos del metabolismo, anemia aplásica severa, inmunodeficiencia combinada severa, entre otras deficiencias inmunológicas primarias, además de enfermedades hematológicas como leucemia mieloide aguda y leucemia linfocítica, leucemia mieloide crónica y otros síndromes mieloproliferativos, desórdenes mielodisplásicos, linfoma, mieloma, e incluso tumores sólidos como cáncer renal, cáncer de mama y de ovario y neuroblastoma (Brignier A. y Gewirz A., 2010). Finalmente otro fenómeno interesante es la capacidad inmunomoduladora de las células madre mesenquimales (Chen Y., *et ál.*, 2008), las cuales están siendo ampliamente empleadas en pacientes con lupus eritematoso sistémico, esclerosis múltiple, enfermedad de Crohn, esclerosis lateral amiotrófica y diabetes tipo I.

En el caso de enfermedades del sistema nervioso, se ha descubierto la presencia de células madre de tejido nervioso que pueden ser aisladas y aplicadas en diferentes patologías, o pueden ser obtenidas a partir de la manipulación de células madre embrionarias, células madre hematopoyéticas, células madre mesenquimales e incluso de células madre aisladas de pulpa dental. Dentro de las enfermedades que se encuentran bajo investigación y que han presentado resultados muy interesantes están la enfermedad de Parkinson, entre otras con características neurodegenerativas y pacientes parapléjicos y cuadripléjicos que presentan lesión en la médula espinal.

Con respecto a las enfermedades que involucran el sistema cardíaco, las cuales afectan un gran número de personas a nivel mundial, se han logrado generar de manera exitosa cardiomiocitos (células del músculo cardíaco) derivados de células madre embrionarias humanas o incluso de células madre mesenquimales. Su aplicación ha revelado resultados positivos en el tratamiento de pacientes con enfermedad de arterias coronarias, infarto del miocardio agudo, cardiopatía isquémica, entre otras (Brignier A. y Gewirz A., 2010). La tabla 3 nos muestra ejemplos relacionados con procesos de revascularización empleando células madre.

Finalmente, una de las aplicaciones más interesantes que tiene este tipo de células, con resultados promisorios, aunque aún falta mucho por investigar, es en el tratamiento del cáncer. Se ha establecido que un tumor puede comportarse como una herida que se está sanando constantemente y sin control fisiológico, incrementando y aislando su población celular; en este sentido puede secuestrar células madre mesenquimales circundantes (mandando señales bioquímicas) para contribuir a este fenómeno, por lo que se ha investigado en la aplicación de células madre de este tipo modificadas genéticamente para la liberación directa de moléculas antitumorales, como los interferones, y así atacar las células tumorales de manera más específica (Barry F. y Murphy J.M., 2004). Dicha estrategia ha sido caracterizada como un mecanismo empleado a manera de "caballo de Troya".

Tabla 3.

Evidencias clínicas de revascularización empleando terapia con células madre. Adaptado de Sanders R. y colaboradores (2006)

Células Empleadas	Tejido Regenerado	Resultado Funcional	Año de publicación
Células hospederas de riñón de donante	Riñón	Reparación de vasos sanguíneos	2001
Células mononucleares de médula ósea	Vascular	Aumento de ramificación colateral	2002
Células hospederas de pulmón de donante	Pulmón	Reparación del epitelio pulmonar	2003
Células madre hematopoyéticas	Pulmón	Reparación endotelial y epitelial	2003
Células madre mesenquimales	Corazón	Aumento de índices funcionales cardíacos	2004
Mioblastos autólogos	Corazón	Aumento de índices funcionales cardíacos	2004
Células progenitoras de médula ósea	Corazón	Aumento de la eficiencia del ventrículo izquierdo	2004

Por supuesto el utilizar estas células en la clínica representa riesgos similares a los establecidos en la terapia celular convencional, como fenómenos de rechazo inmunológico, pequeños tumores, transmisión de material genético o proteico foráneo, entre otros, por lo que se ha enfatizado en manejar estos procedimientos con seriedad y rigor científico aplicando los principios éticos internacionales.

Conclusiones y perspectivas

No hay duda de que la tecnología que emplea células madre para tratamiento de múltiples enfermedades tendrá total protagonismo a nivel mundial en las próximas décadas tanto en el campo científico como en los campos médico, político y ético. Los últimos resultados de ensayos clínicos y farmacéuticos son positivos; y aunque generan un panorama alentador, aún falta mucho por investigar para conocer más a fondo a estas singulares células. La discusión bioética en muchos países continúa con posturas muy atractivas que permiten ampliar las bases conceptuales, científicas, médicas y éticas para la formulación y aplicación de políticas públicas mundiales en torno a la obtención, manipulación y uso de células madre en investigación y tratamiento terapéutico. La invitación a los investigadores es a la responsabilidad y prudencia en la publicación y divulgación de resultados, asegurando la buena práctica profesional y a evitar la generación de falsas esperanzas bajo fines puramente económicos, y a la comunidad en general a conocer, reflexionar y buscar adecuada asesoría profesional en este campo para la toma de decisiones frente al almacenamiento o utilización de productos derivados de células madre o que las contengan.

Referencias

- Barry F., Murphy J.M. (2004), "Mesenchymal stem cells: clinical applications and biological characterization", *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology* 36:568-584.
- Bongso A., Richards M. (2004), "History and perspective of stem cell research", *Best Practice and Research Clinical Obstetrics and Gynaecology* 18(6):827-842.
- Brignier A., Gewirtz A. (2010), "Embryonic and adult stem cell therapy", *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* 125(2):336-344.
- Chen Y., Shao J., Xiang L., Dong X., Zhang G. (2008), "Mesenchymal stem cells: A promising candidate in regenerative medicine", *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology* 40: 815-820.
- Friel R., Van der Sar S., Mee P. (2005), "Embryonic stem cells: Understanding their history, cell biology and signaling", *Advanced Drug Delivery Reviews* 57:1894-1903.
- Lo K., Chuang W., Lamb D. (2003), "Stem cell research: the facts, the myths and the promises", *The Journal of Urology* 170:2453-2458.
- Martínez, M. (2011), "El cultivo de células: Sembrando para la investigación, el diagnóstico y el tratamiento terapéutico", *Innovación y Ciencia* 17(4):43-49.
- Orive, G., Hernández, R., Gascón, A., Igartua, M., Pedraz, J. (2003), "Controversies over stem cell research", *TRENDS in Biotechnology* 21(3):109-112.
- Ryan K. (2000), "The politics and ethics of human embryo and stem cell research", *Women's Health Issues* 10(3):105-110.
- Sanders R., Slayton W., Cogle Ch., Fisher R., Scott E. (2006), "Stem cell research", *Paediatric Respiratory Reviews* 7:135-140.
- Van Noorden R. (2011), "365 days: 2011 in review", *Nature* 480:426-429.
- Wertz D. (2002), "Embryo and stem cell research in the USA: a political history", en *TRENDS in Molecular Medicine* 8(3):143-146.

PUBLICACIONES

La Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC, presenta su fondo editorial el cual se constituye como un importante material de consulta y apoyo pedagógico para docentes y estudiantes de diferentes áreas del conocimiento, así como para interesados en cada uno de los temas.

El Genoma Humano

Este tema ha cobrado especial actualidad en los últimos tiempos, a causa de los anuncios hechos por grupos de investigación internacionales. No cabe duda que las ciencias de la vida, y especialmente las ciencias médicas, han entrado en una nueva era originada en los trabajos sobre la estructura del ADN, a partir de los cuales y en tan solo un poco más de cuatro décadas, se ha producido el extraordinario desarrollo de la biología molecular.

Neurociencias

Este libro dedicado al cerebro y basado en el número especial de la Revista Innovación y Ciencia pretende seleccionar una muestra de los diferentes enfoques contemporáneos sobre el estudio del sistema nervioso. El gran interés de las neurociencias, uno de los campos de mayor actualidad en la ciencia actual, al igual que la indiscutible calidad de los artículos que los constituyen, hacen que, una vez más, nuestro número especial de la Revista, se convierta en una obra de referencia obligada, no solamente para los estudiantes de medicina o biología, sino para los profesionales en neurociencias y el público en general.

Una Mirada al Aprendizaje de las Ciencias

En ciertos momentos resulta oportuno analizar el papel que desempeñan temas como la educación, la ciencia y la tecnología en el bienestar de la sociedad y la importancia que deben ocupar en los planes educativos en la propuesta del gobierno. La ciencia, como parte esencial de la cultura, no está únicamente ligada al aumento de la competitividad, sino que está involucrada en todas las actividades humanas, desde la salud hasta el deporte; la agricultura y las ciencias sociales, ciencias exactas en particular, deben constituirse como las bases en los programas educativos en ciencia en el país.

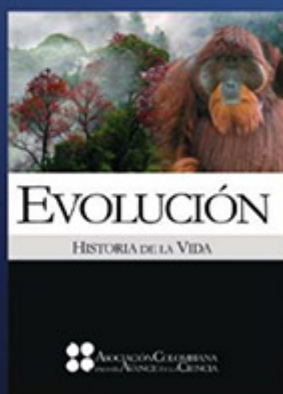
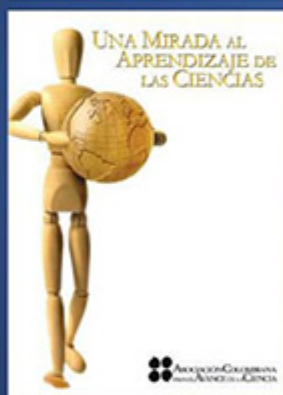
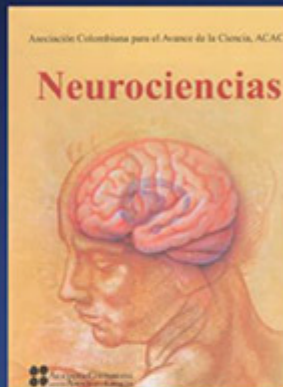
Evolución - Historia de la Vida

El propósito de esta publicación es brindar a los científicos la oportunidad de comunicar a un público amplio el resultado de sus trabajos y proporcionar al lector una visión global del estado de la ciencia y la tecnología en un área determinada, al igual que la física contemporánea que ha aportado una clara comprensión del origen y la evolución del universo, diseñando un cuadro coherente de su estructura fundamental, los recientes avances de la biología y en particular los descubrimientos de la genética moderna que han traído elementos muy valiosos para la comprensión del origen y la evolución de la vida.

TITULO DEL LIBRO	PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO
El Genoma Humano	\$ 34.000
Neurociencias	\$ 30.000
Una Mirada al Aprendizaje de las Ciencias	\$ 25.000
Evolución - Historia de la Vida	\$ 25.000
DESCUENTO PARA ASOCIADOS A ACAC 20%	
DESCUENTO POR LA COMPRA DE LOS CUATRO (4) LIBROS	\$ 20.000
DESCUENTO ADICIONAL PARA ASOCIADOS POR LA COMPRA DE LOS CUATRO (4) LIBROS	\$ 14.000

Informes

Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC
Calle 44 N° 45 - 67 Bloque C Módulo 3 Unidad Camilo Torres
Tele. 221 4631 315 4009 221 9953 PBX 315 5900 Ext. 124 108 113
E-mail: innovaciónyciencia@acac.org.co; mercadeo@acac.org.co
Bogotá Colombia





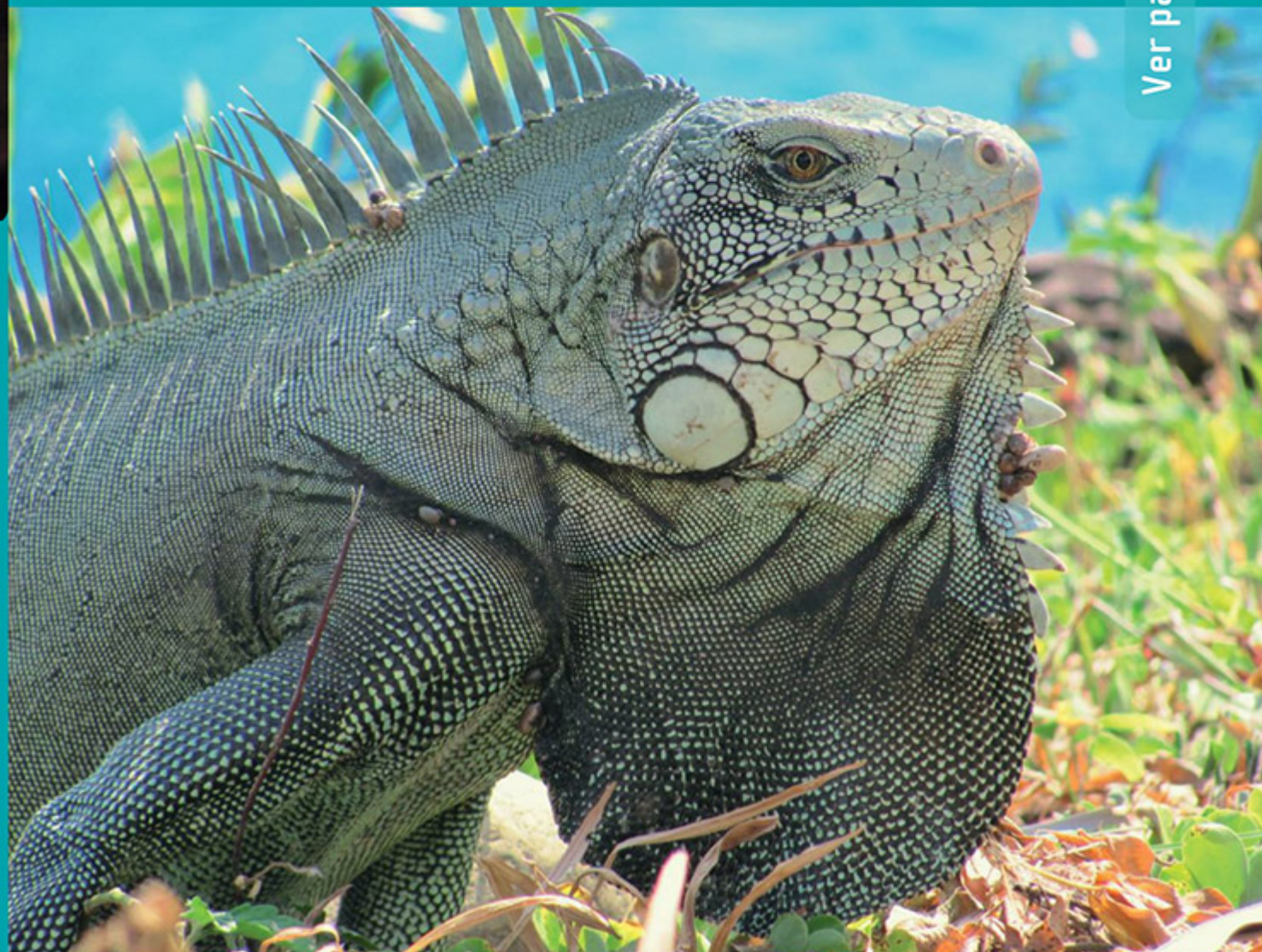
- Chigüiro emergiendo de la victoria regia, en el Amazonas. La victoria es el lirio de agua más grande conocido, cuyas hojas circulares llegan hasta un metro de diámetro y flotan en la superficie del agua sobre tallos sumergidos de siete u ocho metros de largo. El chigüiro, cuyo nombre científico *hydrochaeris* significa 'puerco de agua' en griego, es el roedor actual de mayor tamaño y peso del mundo.

FOTO DE ADOLFO LEÓN CORREA.

- Dentro de las especies de lagartos que se encuentran tanto en los Llanos Orientales de Colombia como en la selva que los circunda, se encuentra la iguana (*Iguana iguana*), especie a la que corresponde este majestuoso ejemplar. Su población ha ido disminuyendo principalmente a causa de la caza intensa para uso gastronómico y por la destrucción creciente de su hábitat.

FOTO DE CARMEN HELENA CARVAJAL.

Ver para conocer, conocer para preservar



Mantenimiento vial: responsabilidad compartida con la comunidad

NORMA CRISTINA SOLARTE VANEGAS

COORDINADORA ESPECIALIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES,
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA.

norma.solarte@upb.edu.co

MARÍA FERNANDA SERRANO GUZMÁN

DIRECTORA GENERAL DE INVESTIGACIONES,
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA.

mariaf.serrano@upb.edu.co

ÓSCAR FERNANDO SUÁREZ PUCETTI

CONSULTOR, ESPECIALISTA EN VÍAS TERRESTRES,
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA.

oscar.suarez@upb.edu.co



Resumen

Las entidades gubernamentales destinan sumas cuantiosas para la construcción de vías, las cuales requieren un mantenimiento preventivo, antes que el correctivo, luego de iniciar el servicio y operación de las mismas. En ocasiones se observa falta de acción oportuna para atender la alteración del nivel de servicio en las vías, con daños tales como los deslizamientos producto de los efectos negativos de la escorrentía no controlada en los taludes. Solo involucrando a la Comunidad el gobierno nacional podrá fidelizar el comportamiento de los vecinos en pro de cuidar, proteger y mantener aquello que cuesta tanto como es la infraestructura vial.

Palabras clave: conciencia, comunidad, mantenimiento vial, pertenencia.

Introducción

La construcción de una carretera requiere el cumplimiento de diferentes etapas previas, todas ellas relacionadas con el diseño (INVIAS, 2008:7-34). Una vez estos diseños son aprobados, se procede a la construcción y, posteriormente, conllevan a la fase de operación de la vía (Cárdenas, 2002).

Durante la operación de la vía puede ser necesaria la ejecución de un mantenimiento, cuya función es atender los problemas que se presentan por el uso de la vía y brindarle al usuario la comodidad y el nivel de servicio objetivo que fue diseñada. En la medida en que se proporcione el mantenimiento a la vía, se prolongará su vida útil (Kraemer, 2004; Crespo, 1996).

El gobierno de Colombia ha establecido, entonces, que mediante la conformación de microempresarios este mantenimiento pueda ser realizado por los vecinos de los tramos viales. Ello requiere la sensibilización de las comunidades hacia el sentir que dicho mantenimiento se necesita para conservar el patrimonio de la infraestructura existente, con el cual se favorece el desarrollo de las regiones y del país. De esta manera, se fomenta la cultura ciudadana hacia la participación activa y permanente en la conservación de las obras públicas que han sido puestas al servicio de las comunidades (INVIAS, 2011a). El sentido de pertenencia de quienes conforman las cuadrillas en estas microempresas hace que, en los tramos para los que son contratados, se realicen trabajos permanentes; sin embargo, el resto de la comunidad está ajena a la necesidad de preservar las vías y, por ende, el entorno.

Administradores de Mantenimiento Vial: una decisión institucional con buenos propósitos

El programa de Administradores de Mantenimiento Vial (AMV) surge para facilitar los mecanismos que contribuyan al mejoramiento socio-económico vial en Colombia proveyendo satisfacción a los usuarios de las vías (INVIAS, 2011b). Mediante este programa se ofrece la administración del mantenimiento vial y el mantenimiento rutinario.

La administración de mantenimiento vial abarca la administración de tramos que no superen los 320 km, y la distribución técnica de los tramos está a cargo del Instituto Nacional de Vías, que es la entidad promotora de este programa (INVIAS, 2011b).

El mantenimiento rutinario son todas aquellas actividades que se ejecutan permanentemente a lo largo de la vía y que tiene como fin último la preservación de la infraestructura vial con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenía después de la construcción y puesta en marcha.

Problemática encontrada en las vías actuales

Ausencia del mantenimiento rutinario. El mantenimiento rutinario debe hacerse de manera permanente. Sin embargo, en muchos municipios se observa la no continuidad de estas labores diarias, cuyos efectos son visibles durante la época de invierno.

Falta de mantenimiento a la banca de ríos y quebradas. Muchos tramos viales atraviesan ríos y quebradas en los cuales no se ejecutan labores de mantenimiento. Se recomienda que, en los cauces que sean atravesados por puentes y pontones, se realice limpieza permanente, se lleve a cabo un programa de visitas regulares para verificar la socavación en estribos y aletas, así como puntos de acumulación de material grueso como troncos de árboles, basuras, etc., que afectan la hidráulica de la fuente hídrica y pueden ocasionar desbordamiento de los ríos y quebradas.

Falta de mantenimiento a la banca vial. La organización de un programa ordenado de limpieza de ramas de árboles, lodo, rocas de menor tamaño, entre otros elementos, a nivel de las cunetas, favorece el drenaje del agua de escorrentía. Aquellas vías que están en afirmado son las más afectadas por esta situación por cuanto el agua que se sale y pasa por la banca forma cárcavas en el afirmado (Figura 1) o satura el talud causando su deslizamiento y pérdida de la banca. (Figura 2).

Figura 1.

Cuneta obstruida y erosión del afirmado.

Figura 2.

Pérdida de banca por mal funcionamiento del sistema de drenaje



un/unimedios / comunicación estratégica / ideas para crecer

Web

Radio

Prensa

Televisión

Mercadeo

Publicidad

UN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
UNIDAD DE MEDIOS DE COMUNICACIÓN
UNIMEDIOS



unimedios
unidad de medios de comunicación

Tenemos **TODO** en comunicación



Radio



Televisión



Medios Digitales



Prensa



Comunicación Estratégica

www.unimedios.unal.edu.co

PBX: 3165000

Extensiones: Dirección: 18384 - Televisión: 18359 - Radio: 18104
Prensa: 18108 - Medios Digitales: 18280 - Comunicación Estratégica: 18341

CONTÁCTENOS:

Expertos en manejo de Imagen Institucional
Organización de Eventos
Creatividad
Innovación
Tecnología
Diseño



Figura 3.

Pérdida total de banca por árboles en la vía.



Figura 4.

Pérdida total de banca por deslizamiento de tierra.

Cuando definitivamente no se hace ningún mantenimiento rutinario, puede obstruirse completamente la banca de la vía (Figuras 3 y 4). Un caso común es la obstrucción de la vía por pequeños derrumbes que, con el paso del tiempo, se van cubriendo de vegetación. Casos como el de la Figura 4 dejan ver que se está disminuyendo la visibilidad de la vía. Si se hubiera tomado la decisión de remover el material deslizado de manera oportuna, la cuneta y demás obras de infraestructura estarían habilitadas.

Responsabilidad de la comunidad para el mantenimiento vial

La propuesta consiste en concientizar a la comunidad en general, para que formen parte del grupo de mantenimiento de vías, mediante un programa que incluya:

- Verificación permanente del sistema de riego que utilizan las comunidades para que las conexiones de tuberías y manguera estén en buen estado, garantizando no pérdidas del fluido.
- Revisión de los sitios de bebederos de los animales para evitar que los taludes se saturen y se propicie un movimiento en masa del mismo (Figura 5).
- Revisión permanente a las líneas de conducción y de distribución.
- Control de la disposición inadecuada de basuras y escombros en los taludes (Figura 6).
- Fomento al respeto por la señalización (Figura 7), entendiendo que la misma salva las vidas de los usuarios.

En caso de que no exista contrato vigente para realizar mantenimiento rutinario, se requiere la participación de la comunidad en las jornadas de inspección visual de obras de drenaje, puentes y pontones.



Figura 5.

Afloramientos de agua a lo largo del tramo vial.



Figura 6.

Reducción del ancho de la banca por disposición de escombros en la vía.



Figura 7.

Señales preventivas e informativas en ocasiones son cubiertas con propaganda.

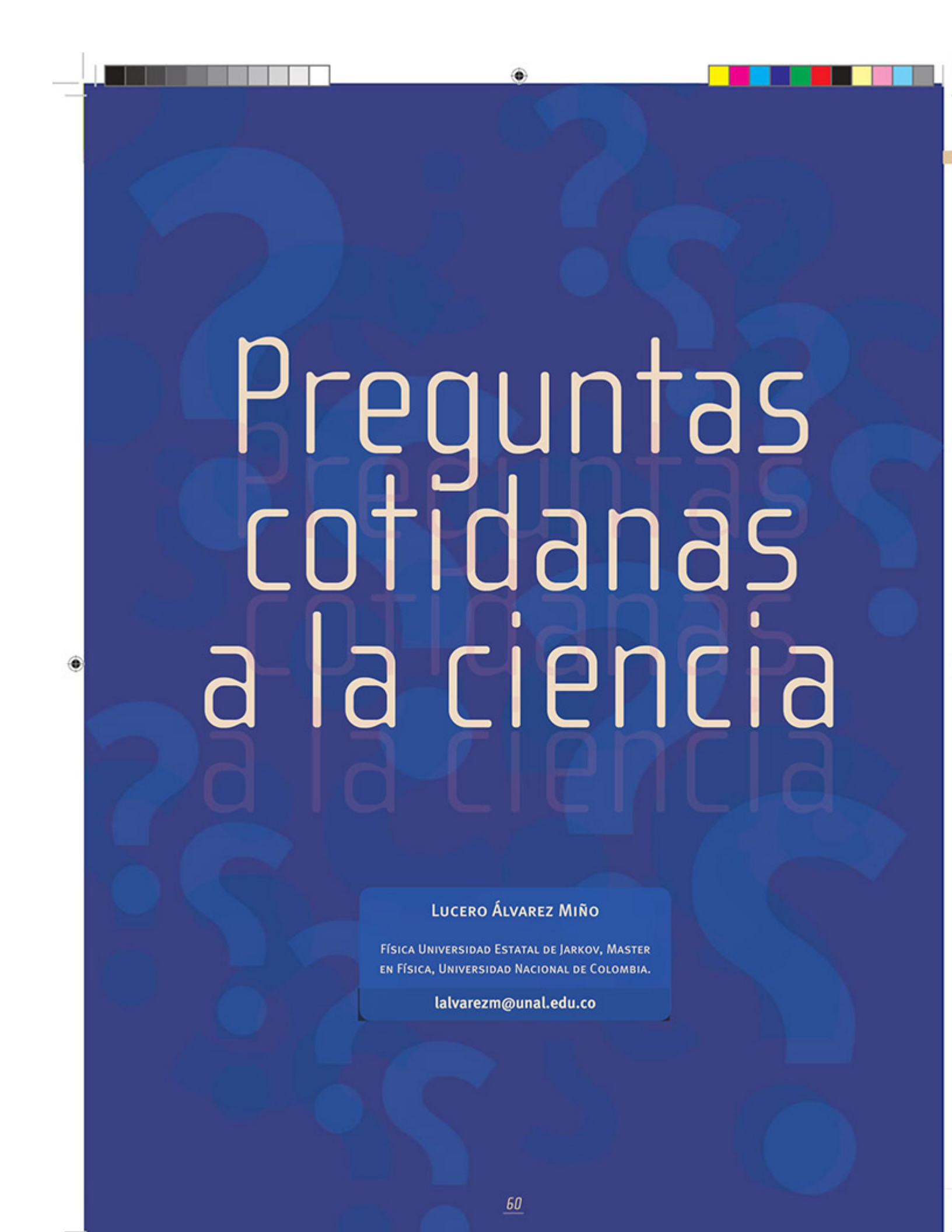
Conclusiones

Prolongar la vida útil de las vías puede lograrse mediante la vinculación de la comunidad en dos sentidos: por una parte, en casos pertinentes, ser parte de la mano de obra que realice el mantenimiento rutinario de las vías; y, por otra, su integración como veedores, quienes estarían en la posibilidad de reportar a los administradores los daños encontrados. Solo involucrando a la Comunidad el gobierno nacional podrá fidelizar el comportamiento de los vecinos en pro de cuidar, proteger y mantener aquello que cuesta tanto como es la infraestructura vial.

Referencias

- Cárdenas G., J. (2002), *Diseño geométrico de carreteras*, Bogotá, ECOE.
- Crespo V., C. (1996). *Vías de comunicación, caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos*, México, Editorial Noriega.
- Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2008), *Manual de diseño geométrico de carreteras*, Bogotá: Ministerio de Transporte de Colombia.
- Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2011a), *Anexo técnico para el concurso de mantenimiento rutinario a través de microempresas en las vías a cargo del Instituto Nacional de Vías*, agosto.?
- Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2011b), *Concepto de mantenimiento vial*, [medio electrónico], consultado en noviembre de 2011, recuperado de <http://www.invias.gov.co>
- Kraemer, C. y M.A del Val (2004), *Ingeniería de carreteras*, Volumen II, Mc Graw Hill, Interamericana de España.





Preguntas cotidianas a la ciencia

LUCERO ÁLVAREZ MIÑO

FÍSICA UNIVERSIDAD ESTATAL DE JARKOV, MASTER
EN FÍSICA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

lavarezm@unal.edu.co



1.

¿Por qué unos metales son más duros que otros?

Para hablar de la dureza de los metales debemos primero hacer una rápida caracterización de estos elementos y además fijar un criterio de lo que significa *dureza*.

Un metal, como cualquier otro material está constituido por átomos y éstos, en los metales, se disponen de una manera totalmente ordenada, formando una celda unitaria dentro de un sistema cristalino particular (cúbico, hexagonal, tetragonal, etc.).

La repetición de la celda constituye la estructura cristalina de los metales. Dentro de un mismo sistema cristalino, las propiedades de los diferentes metales varían dependiendo de la distancia entre los átomos que constituyen la estructura cristalina y de las “imperfecciones” que pueden aparecer en ella.

Ahora bien, la dureza tiene que ver con la deformación plástica y con la resistencia que un material presenta a ser penetrado o rayado por otro. Se denomina “deformación plástica” a la que sufre un material cuando se le somete a un esfuerzo (fuerza por unidad de área) y el objeto no puede recobrar su tamaño original cuando se deja de aplicar el esfuerzo. Es una deformación permanente que ocurre, por ejemplo, con la plastilina común.

Los ensayos para determinar la dureza de los metales se basan en la colocación de una bola, como diamante sobre la superficie del metal y la aplicación de una presión por un tiempo determinado a fin de dejar una huella que depende de la dureza del metal. Cuanto más duro el metal, más pequeña la huella. Los métodos más utilizados son los de Brinell, Rockwell y Vickers.

La dureza se debe en buena parte e increíblemente a las imperfecciones que pueden existir en la red cristalina. Los defectos que nos interesa describir son las llamadas dislocaciones. Recordemos que la red es el ordenamiento tridimensional de los átomos y se puede visualizar como un conjunto de planos paralelos, como muestra la figura 1.

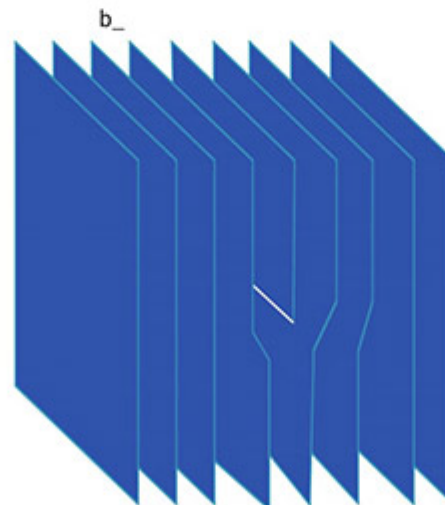


Figura 1.

División en planos de la red cristalina y dislocación (blanco), Tomada de Wikimedia Commons (2005).

Es como si el cristal se rebanara en capas. También se observa un plano incompleto, cortado, con su borde azul. Esto es una dislocación, y provoca que la red se deforme.

Si se mira el cristal de frente, se tienen los átomos distribuidos ordenadamente, pero una de las hileras verticales es incompleta (ver figura 2). Se ha dañado la periodicidad.

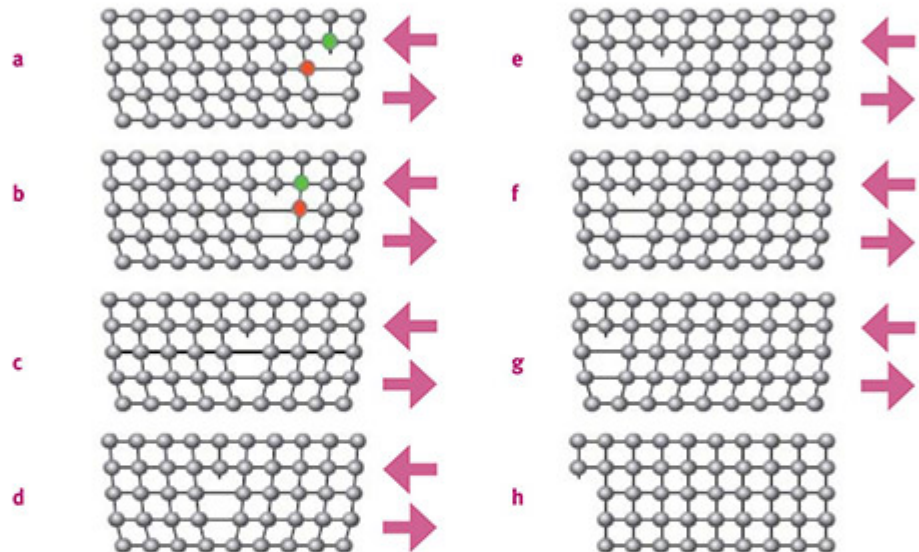
Esta imperfección genera la posibilidad de que los átomos de la hilera incompleta (o plano cortado) se puedan ligar a los átomos vecinos. Esto no ocurre espontáneamente, es necesario aplicar esfuerzos (flechas en la figura 2).

Así, en la figura 2a por la dirección en que se aplican los esfuerzos, el átomo rojo se suelta del átomo de arriba para ligarse al verde de la hilera incompleta.

Este proceso de desprendimiento y unión se repite sucesivamente y el efecto es como si el plano incompleto "se moviera". En la figura 2 el plano incompleto se mueve hacia la izquierda (figura 2a a la 2g) y finalmente llega a un extremo de la red cristalina (figura 2h), provocando una deformación permanente.

Figura 1.

Proceso de desprendimiento y unión por efecto de la dislocación según la dirección en que se aplica el esfuerzo. Tomado de European Space Agency ESA (s.f.).



¿Qué tiene esto que ver con la dureza?

Pues el material será más duro mientras más se puedan evitar estos desplazamientos (deformaciones permanentes). Cuando dos o más hileras incompletas se encuentran, la posibilidad de desplazarse desaparece (no hay átomos vecinos a los cuales unirse). Por tanto el agrupamiento de dislocaciones implica una mayor dureza. De manera natural las dislocaciones aparecen en el proceso de formación del metal. Sin embargo es posible el tratamiento posterior del mismo para cambiar sus propiedades mecánicas, como la dureza.

Referencias

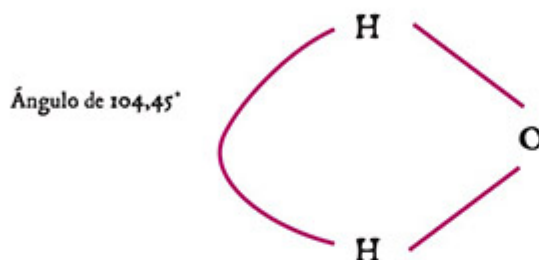
European Space Agency (ESA, s.f.), "Mechanical properties: dislocations", *Impress Education*, Recuperado de <http://spaceflight.esa.int/impress/text/education/Mechanical%20Properties/Dislocations.html>

Wikimedia Commons (2005), File:Dislocation edge d2.jpg, recuperado de http://en.wikipedia.org/wiki/File:Dislocation_edge_d2.jpg#filehistory

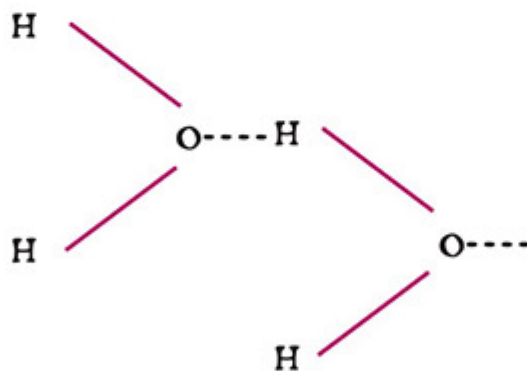
2.

¿Por qué si se deja una botella de vidrio llena de agua en el congelador se puede reventar?

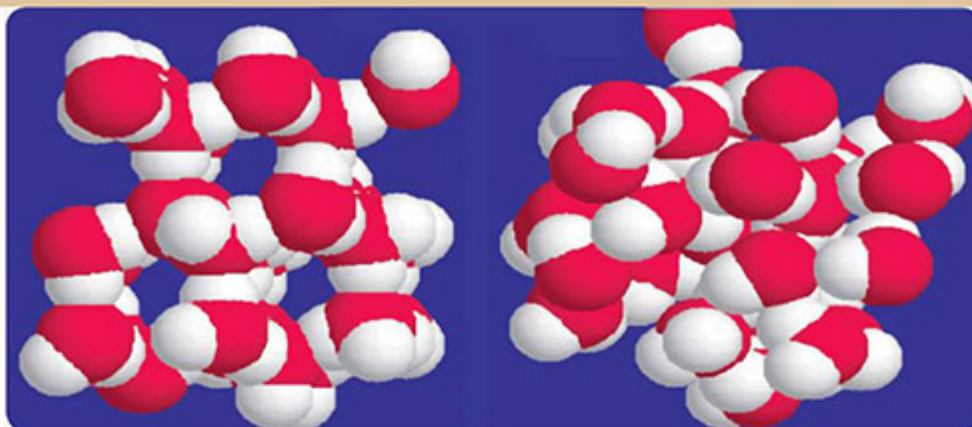
Esta pregunta se puede responder atendiendo a las características estructurales del agua. Las moléculas de agua están formadas, como todos sabemos, por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, estando este último en el centro formando enlaces covalentes con los de hidrógeno. El ángulo que forman es de $104,45^\circ$.



Los átomos de oxígeno de una molécula atraen a los átomos de hidrógeno de otras moléculas formando otro tipo de unión denominada *puentes de hidrógeno*, indicados por la línea punteada, de tal manera que el agua tiene una estructura reticular.



Al congelarse el agua, forma hielo y en éste, como en la mayoría de los sólidos, las moléculas se acomodan en una formación ordenada, es decir en una estructura cristalina. Cuatro moléculas de agua forman un tetraedro que a su vez forma anillos hexagonales.



A la izquierda está la estructura del hielo y a la derecha la del agua. Imagen adaptada de Ophardt, C. (2003).

Este ordenamiento deja muchos espacios libres en el interior de la estructura, lo que determina mayor volumen del hielo que el del agua líquida y, naturalmente, menor densidad. Dicho de otra forma, si en la fase líquida un cierto número de moléculas ocupaba un centímetro cúbico, cuando se forme el hielo, ese mismo número de moléculas ocupará un volumen mayor. Por lo tanto, la botella de vidrio se puede reventar por este aumento de volumen.

Referencias

Ophardt, C. (2003). "Density: a physical property", *Virtual Chembook*, recuperado de <http://www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/122Adensityice.html>



El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural ha aunado esfuerzos con la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia – ACAC, para apoyar actividades que faciliten la orientación del sector agropecuario de cara a los retos de la apertura comercial, en las negociaciones internacionales, control y vigilancia de precios de insumos agropecuarios, costos de producción, y la consolidación y la divulgación de información sectorial.

Consulte documentos y noticias del sector agropecuario a través del link <http://acac.org.co/2011/08/02/noticias-sobre-nuestros-convenios/>



El enigma de Copérnico Novela de Jean-Pierre Luminet (2007) Barcelona, Ediciones B, 333 páginas.

POR GUILLERMO GUEVARA PARDO

LICENCIADO CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN,
ESPECIALIDAD BIOLÓGÍA, UNIVERSIDAD DISTRITAL
"FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS". ODONTÓLOGO,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

guillega28@hotmail.com

Cualquiera de nosotros se ha admirado ante el bello espectáculo de un cielo nocturno adornado con miles de puntos brillantes. El sentimiento que en esos momentos nos embarga seguramente no es nuevo: debía existir en los *Homo* en cuyos cerebros hubiera evolucionado la consciencia. Cuando el lenguaje articulado fue una realidad biológica y social, los hombres pudieron narrar historias y terminaron personificando en diversos dioses las incontrolables y misteriosas fuerzas de la naturaleza. Muchas de esas deidades pasaron a habitar los luminosos e inalcanzables cielos. La Luna y el Sol también se deificaron.

Cuando se habla de la relación entre ciencia y literatura seguramente lo primero que se nos ocurre mencionar son las narraciones de ciencia ficción: salen así a la palestra las obras de Julio Verne; también se suelen citar, entre otras, las de Isaac Asimov, Fred Hoyle, Carl Sagan, etcétera. Ciencia y literatura se cruzan cuando alguien se embarca en la aventura de novelar la vida y obra de algún gran científico. Tal es el caso de la agradable novela *El enigma de Copérnico*, cuyo autor, el astrofísico francés Jean- Pierre Luminet, tejiendo una fina armazón entre la ficción y la realidad, nos sumerge en una narración que recrea la historia personal y científica de Nicolás Copérnico, el más grande hijo de Polonia.

El doctor Luminet (1951) es un importante investigador en el campo de la siempre sorprendente astrofísica, adscrito al venerable Observatorio de París-Meudon donde lleva a cabo sus investigaciones sobre la emergencia y estructura del universo. Además de varias publicaciones especializadas, Luminet se dedica a la muy importante labor de la divulgación científica, la poesía y la novela. La obra novelística refleja su interés por la sociedad, la ciencia y los científicos de los siglos XVI y XVII, especialmente las figuras de Nicolás Copérnico, Galileo Galilei, Johannes Kepler e Isaac Newton, gigantes cuyo trabajo contribuyó a la fundación del pensamiento científico moderno durante la revitalizadora fase de la historia humana conocida como el Renacimiento.



Cuando Copérnico vino al mundo el 19 de febrero de 1493 en Torun, a orillas del Vístula, el río más importante de Polonia, la cosmología de Aristóteles y la astronomía de Claudio Ptolomeo de Alejandría mantenían una estrecha relación simbiótica con la teología cristiana. Esa visión del mundo no se limitaba únicamente a describir los movimientos de los errantes hasta entonces conocidos, sino que se había convertido en una ideología de la condición humana: el hombre, tras la expulsión de Adán del idílico Edén, quedaba abandonado por su Creador en una Tierra degradada situada en el centro del universo alrededor de la cual giraban los demás astros, pero con la esperanza de alcanzar algún día el trono de Dios que se suponía estaba más allá de la esfera de estrellas fijas.

La concepción cosmológica geocéntrica del mundo, desarrollada por Aristóteles y Platón, fue perfeccionada por las observaciones astronómicas de Ptolomeo y ajustada durante la Edad Media a

los intereses teológicos del cristianismo. Según el Estagirita en el centro del universo estaba la Tierra, inmóvil; alrededor de ella se movían los demás astros en el interior de esferas cristalinas describiendo la más perfecta, y por lo tanto divina, de las figuras geométricas: el círculo. La cosmología aristotélica concebía el mundo organizado de la siguiente manera: Tierra, Luna, Mercurio, Venus, Sol, Marte, Júpiter, Saturno, Estrellas fijas, Primer motor, el cual imprimía movimiento a todas las esferas celestes. El trabajo matemático y observacional del egipcio Ptolomeo buscaba darle soporte a la concepción aristotélica del cosmos, esfuerzo que quedó plasmado en los volúmenes que constituyen su obra magna: el *Almagesto*. Según uno de los personajes de *El enigma de Copérnico*, el universo del astrónomo alejandrino “aspiraba a una armonía indestructible, como la de algo construido y creado por el Señor de todas las cosas, el mejor y más perfecto de los artistas: un Universo girando, a la misma velocidad y siguiendo trayectorias uniformes alrededor de la Tierra”.

Pero ya en la Antigüedad Aristarco de Samos (310-230 a.C.) había antecedido en 17 siglos a Copérnico, defendiendo la movilidad de la Tierra sobre su propio eje y alrededor del Sol como los demás planetas. Sobre este sistema heliocéntrico informaba el gran Arquímedes a Gelón, tirano de Gela y Siracusa: “Aristarco de Samos compuso un libro con cierta hipótesis de la que puede deducirse que el universo es muchas veces más grande que lo que se ha venido creyendo hasta ahora. Desarrolla este postulado diciendo que las estrellas fijas y el Sol permanecen inmóviles, que la Tierra gira alrededor del Sol sobre la circunferencia de un círculo...”. Como sucedería cientos de años después con Copérnico, la hipótesis de Aristarco fue atacada por estar en contra del sentido común, catalogada de impía y filosóficamente absurda.

El enigma de Copérnico es una novela, pero también es historia: los hechos y los personajes que por allí desfilan están enmarcados en un espacio geográfico determinado y en un tiempo y sociedad específicos. Luminet sumerge al lector en medio de una Europa donde reinos, príncipes, reyes, obispos, Papas, enfilan sus ejércitos unos contra otros, todo con el trasfondo de un Lutero que se le ha sublevado a Roma y que amenaza con arrastrar al continente europeo a una conflagración general. La diplomacia se hacía acompañar, cuando era necesario, del puñal o del veneno. Ese desorden social refleja el progresivo hundimiento de un sistema social que dominó durante siglos, el feudalismo, y el inexorable ascenso de una nueva forma de producción, el capitalismo. Ese es el telón de fondo en el cual se gestó la renovada hipótesis de Copérnico. Eso no significa que el heliocentrismo fuera papista o reformado, que su validez se definiera en Roma o en Wittenberg: “...cada etapa del saber se sitúa en

el contexto muy preciso de su sociedad y de su tiempo; el genio de algunos individuos encuentra un efecto de amplificación en la historia política, religiosa y cultural de su época, y ese proceso genera un progreso súbito y decisivo de los conocimientos”, apunta el autor en el prólogo. Los hechos que la ciencia investiga no están determinados por las condiciones sociales en medio de las cuales se descubren. La verdad científica no surge del consenso de los que más saben. Señalo esto porque hay epistemólogos que creen lo contrario: por ejemplo, Paul Forman pretendió ver en el ambiente cultural de la República de Weimar, surgida tras la derrota de Alemania en 1918, el factor que permitió aceptar e introducir la acausalidad en la mecánica cuántica.

Los personajes que desfilan por las páginas de *El enigma de Copérnico* son reales, excepto Random, el gigante y fiel siervo al servicio de Copérnico. Algunos de ellos nunca tuvieron contacto real con el astrónomo polaco, pero el profesor Luminet con gracia y tino los pone a dialogar creando una trama que se nos antoja altamente creíble. La novela rinde homenaje a la ciencia, reivindica la búsqueda de la verdad científica en los hechos del mundo, invita a hacer prevalecer la razón sobre la ignorancia. Su lectura interesa y emociona al lector, en ocasiones le arranca una sonora carcajada, en otras lo induce a una profunda elucubración filosófica. Le garantizo a quien lea esta agradable novela que al final, además de haber gozado, habrá aprendido.

Cuando se pasa la última página surge un Nicolás Copérnico genial, pero también muy humano, con sus defectos y virtudes, como cualquiera de nosotros, que de todas formas no será la injusta imagen que de él trazó Arthur Koestler en su libro *Los sonámbulos*. Nos encontramos con el sabio que fue capaz de expulsar a la Tierra de las rodillas de Ptolomeo, iniciando el camino de revolución científica que habrían de continuar en esos siglos Galileo, Kepler y Newton. De este canónigo, que siempre estuvo al lado de su amada Ana Schillings, diría siglos más tarde el poeta alemán Johann Wolfgang von Goethe que “era el más revolucionario de los reformadores. Al invertir las posiciones respectivas de la Tierra y el Sol, no sólo innovó la más antigua de las ciencias, sino que dotó a la humanidad de una conciencia cósmica”.

pagosonline

El pago seguro en internet

Vende fácilmente por internet con toda tranquilidad, usando la más avanzada tecnología en detección contra el fraude electrónico.

Contáctanos ya en:
www.pagosonline.com
P B X (+1) 756 31 26



Recibimos tus pagos por medio de:

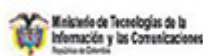


Sitios web

1.

Lanzamiento portal Colombia TIC

<http://www.mintic.gov.co/colombiatic>



Inicio | Glosario | Encuesta | Mapa de sitio



Estadísticas del sector TIC



Reporte de información



Servicios de información de TIC



Normatividad de información de TIC

Boletín trimestral de las TIC cuarto trimestre de 2011

Al cierre del cuarto trimestre de 2011, Colombia alcanzó un total de 4.836.833 suscriptores a Internet de Banda Ancha* Vive Digital y 1.303.436 suscriptores a las demás conexiones a Internet (velocidad efectiva de bajada (downstream) fija 4Kbps + Móvil 2G). En referencia al trimestre anterior (3T-2011), el país creció un 3.0%...

[Leer más](#)

Boletín trimestral de las TIC

Banda Ancha* Vive Digital
Cifras cuarto trimestre de 2011



vive digital Colombia

Colombia TIC es el Sistema de Información Integral del sector TIC de Colombia, creado por la Ley 1341.

Novedades

Boletín trimestral de las TIC cuarto trimestre de 2011

Al cierre del cuarto trimestre de 2011, Colombia alcanzó un total de 4.836.833 suscriptores a Intern...

Boletín trimestral de las TIC tercer trimestre de 2011

Al finalizar el tercer trimestre de 2011, el servicio de Internet de Banda Ancha* Vive Digital cenó...

Boletín trimestral de las TIC segundo trimestre de 2011

El Boletín de las TIC correspondiente al segundo trimestre de 2011, realizado por el Ministerio...

Boletín trimestral de las TIC primer trimestre de 2011

71.4% creció la banda ancha entre marzo de 2010 y marzo de 2011. Más oportunidades de progreso para...

Fechas Claves

28 de febrero de 2012

Vence Reporte: - Reporte de Información de TPBC correspondiente al tercer trimestre de 2011...

15 de febrero de 2012

Vence reporte: - Los proveedores de redes y servicios móviles deberán reportar la informaci...

Información de interés

Resolución CRC 3406 de 2011

Por la cual se expide el régimen de reporte de información periódica de los proveedores de Redes y S...

Reportes de información

Los operadores de telecomunicaciones deberán presentar cinco clases de reportes. Un reporte anual, u...

[Términos y condiciones de uso del sitio](#)

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de la República de Colombia creó el Sistema de Información Integral de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Colombia TIC, un portal de internet que permite el reporte y la consulta pública y en línea de la información más relevante del sector TIC en Colombia.

Contenidos

El portal <http://www.mintic.gov.co/colombiatic> contiene información estadística oficial reportada por los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones en materia de Internet; telefonía fija y móvil; cubrimiento de televisión por suscripción, digital y análoga; y los avances de los programas sociales del Ministerio TIC Compartel, Computadores para Educar (CPE), Gobierno en Línea.

El portal, además, permite consultar los boletines trimestrales del sector, como el Boletín de TIC del tercer trimestre de 2011 y la normatividad para el reporte de Información del sector TIC. Colombia TIC contará también con una sección internacional en la que se incluirán rankings en materia de desarrollos y avances de la sociedad de la información emitidos por el Foro Económico Mundial; la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) e Indicadores de Objetivos del Milenio de la Organización de Naciones Unidas (ONU).

Objetivos y aspiraciones del Plan Vive Digital

El objetivo principal del Plan Vive Digital es impulsar la masificación del uso de Internet, para dar un salto hacia la Prosperidad Democrática.

Creemos que a través de la masificación del uso de Internet, de la apropiación de tecnología y de la creación de empleos TIC directos e indirectos, lograremos reducir el desempleo, reducir la pobreza, aumentar la competitividad del país y dar un salto hacia la Prosperidad Democrática.

DIEGO MOLANO VEGA

Ministro de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Para lograr la masificación del uso de Internet, el equipo del Plan Vive Digital ha fijado algunas metas concretas para el año 2014:

- › Triplicar el número de municipios conectados a la autopista de la información. En el momento, alrededor de doscientos municipios del país están conectados a la red de fibra óptica nacional. La meta es expandir la infraestructura para llegar al menos a setecientos municipios del país.
- › Conectar a Internet al 50% de las MiPyMES y al 50% de los hogares. Actualmente, sólo el 27% de los hogares y el 7% de MiPyMES tienen conexión a Internet. La meta es llegar en el 2014 al 50% de penetración tanto en hogares como en MiPyMES.
- › Multiplicar por 4 el número de conexiones a Internet de banda ancha. En los inicios del Plan Vive Digital existían 2,2 millones de conexiones a Internet de banda ancha (contando las conexiones fijas con velocidad de bajada de más de 1.024 Kbps y móviles de 3G/4G). La meta es llegar a 8,8 millones en 2014. Para alcanzar estas metas, el Plan Vive Digital está desarrollando el Ecosistema Digital a lo largo y ancho del país a través de los programas sociales del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

El Ecosistema Digital

El Ecosistema Digital es un modelo desarrollado por el Banco Mundial [WB2010b] para visualizar los distintos componentes que permiten la masificación del uso de Internet en una sociedad y sus interacciones. Al desarrollar este modelo, se puede analizar cuál es el estado de cada uno de estos componentes en el país y diseñar estrategias para incentivarlos. Además, el Ecosistema Digital permite ver de una manera más completa el panorama, sin concentrarse exclusivamente en el desarrollo de la infraestructura y servicios de comunicaciones, sino incluyendo también el desarrollo de aplicaciones y contenidos locales y la apropiación por parte de los usuarios, para estimular la demanda.

Los cuatro componentes del Ecosistema Digital son:

1. Infraestructura. La infraestructura corresponde a los elementos físicos que proveen conectividad digital. Algunos ejemplos son las redes de fibra óptica desplegadas por el país, las torres de telefonía celular con sus equipos y antenas, o las redes de pares de cobre, coaxiales o de fibra óptica tendidas a los hogares y negocios.

2. Servicios. Los servicios ofrecidos por los operadores hacen uso de la infraestructura y permiten desarrollar la conectividad digital. Para citar algunos ejemplos de servicios, éstos pueden ser el servicio de Internet, el servicio de telefonía móvil o el servicio de mensajes de texto (SMS).

3. Aplicaciones. Las aplicaciones hacen uso de estos servicios para interactuar con el usuario final. Estas aplicaciones pueden ser, por ejemplo, los portales de redes sociales o de sitios de noticias para el servicio de Internet, los sistemas de menús telefónicos cuando se llama a un banco por el servicio de telefonía móvil, o la banca móvil para el servicio de SMS.

4. Usuarios. Los usuarios hacen uso de las aplicaciones e, indirectamente, de los servicios e infraestructura para consumir y producir información digital. Los usuarios en este ecosistema somos todos los que usamos Internet, telefonía celular o cualquier otro medio de comunicación digital.

The screenshot shows the 'vive digital' website interface. At the top, there is a navigation menu with links: Inicio, Marco del plan, Iniciativas, Objetivos, Principios, Noticias, Avances, Descargas. The main content area features a news article with a photo of a woman and a video player. The article title is '¿Quién, cómo y qué se gobierna en Internet? vea esto y más en el programa de tv "Vive Digital"'. Below the article, there is a diagram titled 'Ecosistema digital' which illustrates the relationship between 'Infraestructura', 'Servicios', 'Aplicaciones', and 'Usuarios'. The diagram is framed by 'Oferta' (Offer) at the top and 'Demanda' (Demand) at the bottom. Text on the left side of the screenshot includes 'menos pobreza más trabajo más oportunidades' and 'para los 39 millones de colombianos que pertenecen a las estratas L1 y 3'.



USTED PUEDE SER PARTE
DE LO QUE SOMOS

ASÓCIESE

Ser miembro de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC, le permite participar en actividades científicas, tecnológicas y de capacitación permanente y desarrollo profesional, estar actualizado por medio de publicaciones periódicas y eventos sobre los últimos avances nacionales e internacionales, y en general acceder a los diferentes beneficios que la membresía le confiere.

CATEGORÍAS

1. Titulares

Naturales: \$ 100.000 / Jurídicos: \$ 440.000

2. Adherentes

Naturales: \$ 66.000 / Jurídicos: \$ 290.000

Las instituciones educativas de básica y media, se clasifican en esta categoría y cancelan la suma de \$ 220.000

3. Estudiantes

Con carné vigente \$ 50.000

EL VALOR DE LA AFILIACIÓN ES ANUAL

Si aún no pertenece a la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC, lo invitamos a unirse a nosotros para generar propuestas de cambio para el beneficio de la nación.

Más información en el Departamento de Atención al Asociado

Calle 44 N° 45 - 67, Bloque C, Módulo 3
Teléfonos: 221 9953 315 4009 221 4626
315 5900 Ext. 123 - 107 / Cel. 317 6483813
Correo Electrónico: asociados@acac.org.co / mercadeo@acac.org.co
Página Web: www.acac.org.co

2. SciDev.Net - Red de Ciencia y Desarrollo

<http://www.scidev.net/es/content/overview/>

Quiénes somos | Mapa del sitio | Donaciones | Contactémos | Entrar | Suscríbete | Seleccione su idioma

SciDev Net Red de Ciencia y Desarrollo
Noticias, opiniones e información sobre ciencia, tecnología y el mundo en desarrollo

BÚSQUEDA Avanzada

Usted está en: Inicio > Visión general martes, 3 abril 2012

OVERVIEW

- Introducción
- Visión
- Actividades
- Contenido del portal Website content
- Nuestros compromisos
- Objetivos estratégicos (2008-2012)
- Historia
- Reseñas anuales

Introducción

SciDev.Net —la Red de Ciencia y Desarrollo— es una organización sin fines de lucro dedicada a brindar información confiable y autorizada sobre ciencia y tecnología para el mundo en desarrollo.

A través de nuestra página web (www.scidev.net) brindamos a quienes elaboran políticas, a científicos, medios de comunicación y a la sociedad civil, información y una plataforma para explorar cómo la ciencia y la tecnología pueden reducir la pobreza, mejorar la salud y elevar los estándares de vida alrededor del mundo.

A través de nuestras redes regionales de personas y organizaciones comprometidas, también hacemos capacitación en los países en desarrollo para comunicar la ciencia y la tecnología, además de ofrecer orientación práctica y talleres con especialistas.

Nuestra oficina principal está situada en Londres, pero tenemos una red mundial de usuarios registrados, consejeros, asesores y periodistas colaboradores, predominantemente de países en desarrollo, quienes conducen nuestras actividades y visión.

Amiba

Esta página, dedicada a la información sobre Ciencia y Tecnología, se presenta así:

SciDev.Net —la Red de Ciencia y Desarrollo— es una organización sin fines de lucro dedicada a brindar información confiable y autorizada sobre ciencia y tecnología para el mundo en desarrollo.

A través de nuestra página web (www.scidev.net) brindamos, a quienes elaboran políticas, a científicos, medios de comunicación y a la sociedad civil, información y una plataforma para explorar cómo la ciencia y la tecnología pueden reducir la pobreza, mejorar la salud y elevar los estándares de vida alrededor del mundo.

A través de nuestras redes regionales de personas y organizaciones comprometidas, también hacemos capacitación en los países en desarrollo para comunicar la ciencia y la tecnología, además de ofrecer orientación práctica y talleres con especialistas.

Nuestra oficina principal está situada en Londres, pero tenemos una red mundial de usuarios registrados, consejeros, asesores y periodistas colaboradores, predominantemente de países en desarrollo, quienes conducen nuestras actividades y visión.