

Un Mundo de **CIENCIA**

SUMARIO

ENFOQUES ...

- 2 ¿Qué futuro le espera a la biodiversidad?

ACTUALIDADES

- 10 La UNESCO combate la sequía en el Cuerno de África
- 11 Marco mundial para la gobernanza de las aguas subterráneas
- 11 Diez proposiciones para la salvaguarda del océano
- 12 Nueve sitios se agregan a la Red Mundial de Geoparques
- 13 Un foro hace un llamado por una mayor equidad en la nueva era de la ciencia mundial
- 13 Compartir las experiencias en materia de enseñanza científica en Asia
- 14 Un libro sobre «la máquina más compleja del mundo»

ENTREVISTA

- 15 Homenaje a Wangari Muta Maathai, militante verde keniana

HORIZONTES

- 17 ¿Cómo se portan las ciencias de la Tierra en África?
- 20 Cuantificar la economía de la conservación

BREVES

- 24 Agenda
- 24 Nuevas publicaciones

EDITORIAL

La apuesta sobre la **biodiversidad**

La onda de choque provocada por la incapacidad para frenar la disminución de la biodiversidad antes de 2010 muy bien podría revelarse saludable. El fracaso de alcanzar este objetivo ha suscitado en la comunidad internacional un sentimiento de urgencia que ha favorecido la adopción en octubre de 2010 del Tratado de Nagoya sobre la Biodiversidad. Nuestros lectores recordarán seguramente que el tratado fija objetivos ambiciosos para 2020, como el de reducir a la mitad la pérdida de hábitat e incrementar las reservas naturales del 12 al 17% del área terrestre del mundo y de 1 a 10% las áreas costeras y marinas protegidas.

En Nagoya, los gobiernos también se pusieron de acuerdo sobre la necesidad de crear un organismo que evaluaría los progresos realizados. Esta Plataforma Intergubernamental Científica y Política sobre la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (IPBES) será auspiciada por la UNESCO, el PNUMA, la FAO y el PNUD. El país sede de su Secretariado deberá darse a conocer en abril, cuando se anuncien los resultados de un llamado de ofrecimientos, durante la segunda reunión plenaria de la IPBES.

La cuestión que se plantea es: ¿Los objetivos de biodiversidad de 2020 conocerán el mismo destino que los de 2010? O ¿existirá a partir de ahora una toma de conciencia suficiente de todas las pérdidas que la humanidad corre el riesgo de sufrir si deja que el número de extinciones continúe al ritmo actual? Las cifras son elocuentes: 70% del conjunto de las especies vegetales conocidas están amenazadas, 35% de los invertebrados, 30% de los anfibios, 22% de los mamíferos...

La regulación del clima, la purificación del agua y la fertilidad del suelo son todos tributarios de la biodiversidad, pero estos servicios ecosistémicos cruciales son maltratados en muchas partes del mundo por la contaminación, la pérdida de hábitat y otras fuentes de tensión como el incremento de la población humana: la cifra de *Homo sapiens* alcanzó oficialmente los 7 mil millones el 31 de octubre.

Todo el mundo admite la necesidad de proteger los servicios ecosistémicos, pero la conservación tiene que ser financieramente posible. Una de las opciones consiste en «retribuir al protector». En la Reserva de Biosfera de Serra do Espinhaço, en Brasil, que posee no menos de los tres puntos calientes de la biodiversidad, pero también el subsuelo más intensamente explotado del mundo, un impuesto ecológico garantiza un ingreso a las municipalidades que tienen extensas zonas protegidas, como lo veremos en este número.

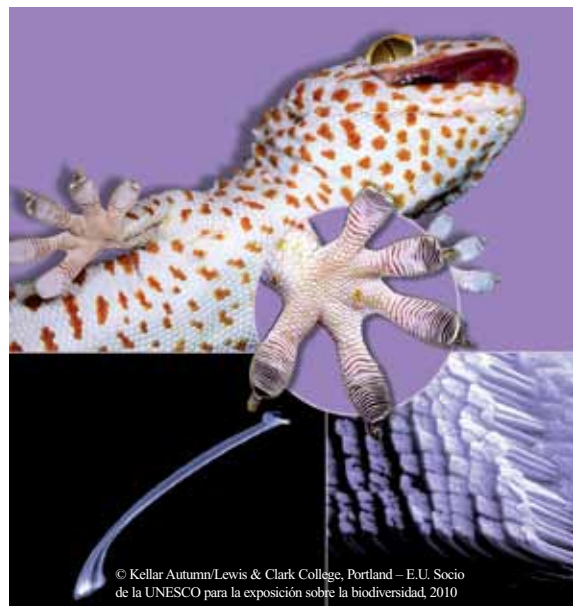
La UNESCO ha contribuido a la adopción del Decenio Internacional de la Biodiversidad hasta el 2020, encaminado, entre otras cosas, a explicar por qué nosotros, los humanos, tenemos tanto que ganar del mantenimiento de la diversidad biológica del planeta. En el artículo que comienza al reverso de esta página, Thomas Lovejoy nos da una panorámica de lo que el futuro podría aportar para la biodiversidad... y en consecuencia para nosotros.

A riesgo de cerrar este editorial sobre una grave nota, las dificultades financieras que la UNESCO enfrenta actualmente me obligan a reducir en 2012 *Un Mundo de Ciencia* a su versión electrónica. Si no es un suscriptor en línea, y le gustaría recibir un aviso por correo de cada publicación de la revista, puede registrarse en www.unesco.org/es/a-world-of-science. Si usted desea expresar su apoyo a la revista o a los trabajos de la UNESCO sobre el terreno, sepa que la Directora General ha creado un portal «Haga una donación a la UNESCO» en www.unesco.org.

¿Qué futuro le espera a la biodiversidad?

En momentos en que la UNESCO publica las actas de la reunión científica que lanzó en 2010 el Año Internacional de la Biodiversidad, aprovechamos la ocasión, para recordar los grandes desafíos que enfrenta la biodiversidad. Este ensayo ha sido redactado por un autor que devino una leyenda viva en la esfera de la biología de la conservación, Thomas Lovejoy, el hombre que lanzó en 1980 la expresión «diversidad biológica», y a quien debemos el concepto de «intercambio deuda-naturaleza», creado cuando era director del programa de conservación del Fondo Mundial para la Naturaleza (1973–1987).

Las patas de la salamanesa poseen el mejor de los adhesivos conocidos. Este pequeño reptil puede ejercer una fuerza de adherencia que supera los 100 Kg. Los científicos se inspiran cada vez más en la biodiversidad para elaborar productos innovadores. Esto se llama biomimética.



© Kellar Autumn/Lewis & Clark College, Portland – E.U. Socio de la UNESCO para la exposición sobre la biodiversidad, 2010

En momentos en que abordamos el Decenio Internacional de la Biodiversidad (2011–2020), es importante reconocer que sólo tenemos un ínfimo conocimiento de la variedad de las formas de vida con las cuales compartimos una herencia de cuatro mil millones de años.

Es cierto que comprendemos mejor las grandes líneas de la vida en la Tierra desde las últimas décadas. Las dos sólidas ramas (plantas y animales) del Árbol de la Vida, del tiempo en que yo era un estudiante en los años 1950 han cedido lugar a una imagen más cercana a un arbusto de ramas bajas, flanqueado de un lado por tres ramales terminales representados por las plantas, los hongos y los animales. El resto del arbusto representa una variedad de microorganismos donde una buena parte remonta a los orígenes de la historia de la vida. Muchos de ellos tienen extrañas formas de alimentarse y metabolismos que podrían resultar útiles en la industria y en la farmacia. Hoy sabemos que existen grupos de comunidades biológicas que dependen de la energía primaria de la Tierra (la quimiosíntesis), y no de la energía solar por fotosíntesis, y que existen organismos que viven a kilómetros por debajo de la superficie de la Tierra.

La exploración de la vida en la Tierra: uno de los grandes desafíos científicos

Sin embargo, incluso los grupos más conocidos como las plantas y los animales, sólo están en parte explorados y descritos por la ciencia. Joppa y col.¹ (2011) presentan un nuevo enfoque del problema basado en el número de especies descritas por taxonomista por año; ellos estiman, por ejemplo, que aproximadamente 18% de las Rubiáceas (familia que incluye el café)

no se han descubierto todavía y que, entre las plantas con flores, alrededor del 15% deberán ser aún descritas. Ello ocurre frecuentemente porque las especies desconocidas tienen un número restringido de familias, lo que significa que el número de especies amenazadas, por familia de vegetales (y en su conjunto), es actualmente subestimado.

En el fondo, la exploración de la vida en la Tierra sigue siendo para la ciencia una de las grandes prioridades y uno de sus desafíos, una gloriosa aventura que presenta intereses directos e indirectos para la sociedad. Como nos lo recuerda regularmente el mirmecólogo (especialista de hormigas) norteamericano Edward O. Wilson, finalmente nosotros no conocemos la cantidad de especies en la Tierra y quizás, incluso, ni el orden de magnitud. Pudiera ser de diez, treinta o cien millones, según la diversidad de los microbios, la biodiversidad del suelo u otras variables.

No conocemos la cantidad de especies presentes en la Tierra. Pudiera ser de 10 millones, 30 millones, o 100 millones.



© Eric Lovejoy con su amable autorización

Este pequeño árbol (Psychotria bacteriophylla) de la familia de las Rubiáceas crece en los bosques tropicales.

El veneno de la bushmaster, o los beneficios de la biodiversidad

Hay todo un cúmulo de servicios brindados por la biodiversidad que no reciben ningún reconocimiento: tal es el caso de los servicios de conocimiento. Es necesario ver la diversidad biológica como una inmensa biblioteca, en la cual cada especie representa un conjunto único de soluciones a un conjunto de problemas biológicos particulares y únicos. El desarrollo de las ciencias de la vida debe brindar a los hombres un inmenso campo de descubrimientos.

Edward O. Wilson estimó un día que la cantidad de información –que sería calculada por computadora– contenida en un simple filamento de ADN de un cromosoma de una especie como el ratón doméstico equivaldría a la masa de las informaciones contenidas en todas las ediciones de *La Encyclopædia Britannica*.

El valor de las ciencias de la vida está perfectamente ilustrado en el ejemplo de la bushmaster, una víbora venenosa originaria de los bosques tropicales de América Latina. Su potente veneno provoca en general la muerte de la presa disminuyendo a cero su presión sanguínea. Los científicos del Instituto Butantan de Brasil, en Sao Paulo, han estudiado su mecanismo y descubierto un sistema de regulación de la presión sanguínea de los mamíferos hasta ahora ignorado, por la angiotensina.

El descubrimiento era interesante pero sin interés práctico inmediato ya que, tomado como medicamento por vía oral, el veneno de serpiente no es ni venenoso ni útil, porque el sistema digestivo desnaturaliza la proteína, como ocurre con la clara de huevo que se hace sólida a la cocción. El descubrimiento del sistema de la angiotensina permitió a los farmacólogos de la Compañía Squibb crear un compuesto sobre el cual trabajar. Conocido bajo la etiqueta comercial de Capoten, se ha convertido en el primer inhibidor ACE (abreviatura inglesa de angiotensin-converting enzyme). Actualmente existen diversos inhibidores ACE y la vida de varias cientos de millones de personas ha ganado así en longevidad, salud y productividad, aun cuando ellas ignoran los beneficios conferidos por una maléfica serpiente de un bosque lejano.

Al margen de este ejemplo habría que hacer notar que en ausencia de investigación farmacéutica de gran importancia en Brasil, en aquella época, todos los beneficios convergieron hacia las compañías de los países desarrollados y no hacia el Instituto Butantan. La molécula del veneno de la bushmaster no estaba en el propio medicamento. (Y por otra parte esta especie de serpiente no habita solamente en Brasil.) Si el veneno hubiese tenido una aplicación directa en forma de medicamento, hoy al menos, hubiese sido posible beneficiar a los organismos brasileños. O si los científicos brasileños hubieran hecho equipo con los especialistas extranjeros, los beneficios hubieran sido compartidos.

*Actualmente,
cientos de millones de
personas viven más tiempo,
sin conocer los beneficios
aportados por una maléfica
serpiente de un lejano
bosque lluvioso.*



La serpiente bushmaster (*Lachesis muta*)

La lección a extraer de este caso es que el progreso depende frecuentemente de una difusión mancomunada de la información científica, y que una industria nacional poderosa hubiera podido dar a Brasil la oportunidad de sacar provecho más fácilmente del descubrimiento.

Otro ejemplo de un servicio de conocimientos: la PCR

En 1993, Kary Mullis recibió el Premio Nobel de Química por haber inventado la reacción en cadena por polimerasa (PCR, siglas en inglés). Este descubrimiento ocupa un gran lugar en la prensa, pero casi sin hacer referencia a su naturaleza o a su historia. La PCR es una técnica de replicación a gran escala que permite a minúsculos fragmentos de ADN multiplicarse miles de veces en un tiempo muy corto. Esto revolucionó el diagnóstico médico porque ya no es necesario, en la mayoría de los casos, cultivar el agente patógeno sospechoso hasta que este pueda ser identificado. Esto revolucionó la medicina legal. Y ha hecho posible, o más fáciles, toda ciencia dependiente de la información genética –incluido el proyecto del Genoma Humano– para el gran beneficio de la humanidad. El economista indio Pavan Sukhdev cree que un estudio profundo de los beneficios obtenidos por la PCR pudiera estimarlos en un millón de millones de dólares, o más.

La reacción comprende dos fases que se repiten muy rápidamente un gran número de veces: el calor separa los dos filamentos de un cromosoma, luego una enzima incita los dos filamentos separados a construir su pareja que falta. Cuando Kary Mullis imaginó este proceso, ninguna enzima era capaz de desencadenar la segunda fase ya que la enzima debía también ser resistente al calor y, por tanto, la reacción en cadena no era posible. Un día, sin embargo, se descubrió una en la bacteria *Thermus aquaticus*, tomada en una fuente termal de Yellowstone en los Estados Unidos. He aquí un servicio de conocimiento que da credibilidad a la cifra anticipada del beneficio de un millón de millones de dólares.

Tomar en cuenta el valor de la biodiversidad en la toma de decisiones

La mayor parte de la biblioteca constituida por la diversidad no es tenida en cuenta en el proceso de toma de decisiones que, por otra parte, no valora tampoco muchos otros beneficios brindados por la naturaleza. Si queremos imaginar con optimismo el futuro de la biodiversidad de nuestro planeta, esto debe cambiar. El proyecto Economía de los Ecosistemas y de la Biodiversidad³, que apunta precisamente a este objetivo, sugiere métodos para, en gran medida, integrar este valor en la toma de decisiones económicas. Dirigido por Pavan Sukhdev, sus informes fueron

presentados a la Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica, en octubre 2010, en Nagoya.

La pregunta siguiente es un ejemplo clásico: ¿Es necesario o no eliminar el manglar y dar paso a la cría de camarones? Según el análisis económico convencional, no cabría duda alguna en favor de la implantación de una granja de acuicultura. Sin embargo, si se retiraran las subvenciones, de pronto la elección no sería tan clara. Si, además, introdujéramos en la ecuación los beneficios que el manglar confiere a la producción pesquera, las ventajas de conservar intacto el manglar serían perfectamente evidentes. Y eso, inclusive, sin hablar de la protección que los manglares brindan a los litorales y a los pueblos costeros.

Una de las dificultades está relacionada con el uso de una escala desvalorizante – cuanto más lejano en el tiempo es un beneficio más se reduce su valor– lo que tiende a infravalorar los beneficios para las generaciones futuras o para los pobres, cuyos ingresos dependen de forma significativa de los ecosistemas (entre 39% y 89% del total, según estudios relacionados con las poblaciones afectadas). Otro efecto de una visión a corto plazo, es que los costos de auxilio en caso de catástrofe o de cuidados médicos son contabilizados en términos de producto nacional bruto, mientras que la prevención de las catástrofes facilitadas por los ecosistemas y las ventajas que representan la pureza del aire o del agua, no son contabilizados.

Desde hace tiempo me interesa la idea de una analogía económica entre dos formas de crecimiento biológico: la de un organismo que se contenta con engordar y consumir más (como un caimán) y la de un organismo que no gana en volumen, no consume más pero desarrolla su complejidad⁴. Cuando comentaba esto con Pavan Sukhdev, le puse el ejemplo de un gusano de seda que se convierte en mariposa, y el eslogan de «una economía como una de mariposa» salió a colación. Quizás sea más práctico negociar la transición entre un modelo de crecimiento ligado a un fuerte consumo y un modelo que tenga un consumo de menor intensidad. Sería conveniente desarrollarlo de forma creativa antes de vernos obligados a hacerlo.

El Mar de Hielo, en el macizo del Monte Blanco es el más largo glaciar de Francia (7 km), incluso luego de haber perdido 2 km de longitud en 150 años. En esta foto que data de 2003, el trazado indica los límites de la zona cubierta por el Mar de Hielo en 1644 (en verde) y en 1821 (en rojo), durante la Pequeña Era Glaciar; luego en 1895 (en naranja). Entre 1821 y 1895, el glaciar ha retrocedido 1,2 km.

Sería conveniente abandonar un modelo de crecimiento basado en un fuerte consumo para pasar, de forma creativa a uno de menor consumo, antes de que ya no tengamos otra opción.

Los ecosistemas han disfrutado de un clima estable durante 10 000 años

En 1896, el científico sueco Svante Arrhenius se hacía una pregunta extremadamente importante: ¿Por qué la temperatura de la Tierra era favorable a los seres humanos y a las otras formas de vida? La respuesta que él aportó en su célebre artículo era la del efecto de invernadero y la capacidad de algunos gases de capturar al calor –principalmente la del dióxido de carbono (CO₂). Es interesante, –cuando existen aún personas en el mundo que niegan la venerable y ampliamente validada ciencia de la climatología– que con un lápiz y una hoja, Arrhenius haya podido calcular la temperatura en un mundo en que el CO₂ duplicaría su nivel preindustrial. Su resultado estuvo muy cerca de las proyecciones modernas hechas con computadoras.

Lo que Arrhenius no hubiera podido conocer, es la temperatura real del planeta durante estos 100 000 últimos años, y en particular, el hecho de que su clima había estado muy estable desde hace 10 000 años. Este período cubre toda la historia humana conocida, más una parte desconocida, así como los inicios de la agricultura y los asentamientos humanos. En otros términos, la totalidad de la aventura humana reposa sobre la hipótesis de un clima estable. Es en parte por lo que se habla tanto del tiempo. A lo largo de este período de 10 000 años, todos los ecosistemas se habían adaptado a un clima estable. Esto comienza a cambiar.

La concentración del CO₂ en la atmósfera, que era en la época preindustrial de 280 partes por millón (ppm) se aproxima actualmente a las 400 ppm. Luego de un breve retroceso de las emisiones debido a la recesión mundial, estas se elevan hoy más rápidamente que en el peor de los escenarios previstos en el último informe (2007) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (GIEC). El sistema climático del planeta reacciona desde 1850 con un aumento promedio de la temperatura de aproximadamente 0,8 °C.



© Nussbaumer/Fondo Nacional Suizo de la Investigación Científica

El ciclón tropical Gonu se formó en un lugar inesperado, el 4 de junio 2007. El satélite Aqua de la NASA registró esta imagen del ciclón cuando llegaba a la costa este del Sultanato de Omán, región más bien habituada a un clima desértico caliente.



Este aumento provoca ya modificaciones evidentes y espectaculares de los aspectos físicos de la naturaleza, especialmente en lo que respecta a las fases sólida y líquida del agua. La extensión de la banquisa de verano en el Océano Ártico ha disminuido considerablemente en estos últimos años, y la primera estación de un Océano Ártico libre de hielo se prevé en menos de 20 años. Los glaciares retroceden en la mayoría de las regiones del mundo. Muy pronto, el Parque Nacional de los Glaciares de los Estados Unidos, una Reserva de Biosfera, sólo tendrá de glaciares el nombre. En cuanto al glaciar alpino de Francia conocido con el nombre de Mar de Hielo, es objeto de esfuerzos considerables para retrasar el deshielo. Todos los glaciares de las zonas tropicales habrán desaparecido en menos de 15 años, ahora bien, algunos, los de Bolivia por ejemplo, son los principales proveedores de agua para las ciudades, como es el caso de La Paz. Esto tendrá necesariamente repercusiones en los ecosistemas situados aguas abajo.

El nivel del mar aumenta a causa de la expansión térmica del agua debido al recalentamiento de la temperatura del aire, pero actualmente también en razón del deshielo, sobre todo en los polos y en Groenlandia. El GIEC ha infravalorado constantemente el aumento del nivel del mar en parte debido a su enfoque muy conservativo. Combinado con la subsidencia natural del terreno, el aumento del nivel del mar, está transformando el Refugio para la Vida Salvaje Blackwater, en la costa este de Maryland, en los Estados Unidos, en un refugio marino (ver mapa en la página siguiente). En todo el mundo se observa la creciente frecuencia de grandes tormentas y fuertes ciclones tropicales.

El sapo dorado, endémico en los bosques nebulosos del Monteverde (Costa Rica), pudiera ser la primera víctima del cambio climático. La causa más probable sería la proliferación de un hongo altamente patógeno, proliferación que es meramente favorecida por el cambio climático.



La biodiversidad está reaccionando al cambio climático

No es nada sorprendente entonces que la biología de nuestro planeta también reaccione al cambio climático. Los primeros signos fueron algunas modificaciones del calendario del ciclo de la vida. Las plantas florecen más temprano en la primavera en las regiones templadas y boreales. Los animales modifican su ciclo anual, algunas especies de aves como la golondrina bicolor (*Tachycineta bicolor*) de América del Norte migran, nidifican y ponen más pronto que antes.

Las especies comienzan también a cambiar de área. En América del Norte, la especie de mariposa extremadamente bien estudiada, la Edith Checkerspot (*Euphydryas editha*), conocida por ser errante, se ha, sin lugar a dudas, desplazado hacia el norte y en altitud. Cambios similares han sido observados en otras especies de mariposas. Un reciente análisis relacionado con numerosos casos muestra que el cambio en la distribución espacial de las especies es tres veces más rápido que en el pasado.

En realidad, no se trata ya de ejemplos anecdóticos: las modificaciones y los desplazamientos de la naturaleza están avalados por sólidas estadísticas. Los científicos han observado que, casi en todas partes, la naturaleza está en movimiento. Esto se produce en los océanos, con los cambios en la distribución del plancton y de los peces. En la bahía de Chesapeake, en los Estados Unidos, los hábitat de pastos marinos, tan importantes para los cangrejos azules y otras especies vivas, son muy sensibles a los cambios de temperaturas: el límite sur, un tipo particular de pastos marinos, avanza regularmente hacia el norte, año tras año.

El cambio no se limita a las regiones boreales y templadas. En el legendario bosque nublado de Monteverde, en Costa Rica, el cambio ha sido observado, no tanto en términos de temperatura como en humedad. Actualmente, las formaciones nubosas se producen frecuentemente en altitudes más elevadas –cambio muy grave para un ecosistema en donde la humedad depende casi enteramente de la condensación de las nubes. La primera extinción de una especie terrestre imputable al cambio climático podría ser la del sapo dorado de Monteverde (*Bufo perigrines*).

¿Qué nos reserva el futuro?

Estos cambios son sólo, salvando las distancias, minúsculas arrugas en el tejido de la vida en la Tierra. La pregunta de importancia es saber ¿Cómo será el futuro? Una cosa es segura: el cambio no será ocasionado únicamente por la temperatura sino también por la humedad. Ello lo demuestra por una parte la sequía recurrente del suroeste americano, que persiste a pesar de los ciclos de la Niña, y por otro lado, la desecación de los fosos de la pradera Prairie del Midwest –la región crítica debido a que constituye un gran corredor aéreo de migración de las aves marinas (ver mapa en la página siguiente).



RUSIA

ESTRECHO DE BEHRING

ESTADOS UNIDOS
(ALASKA)

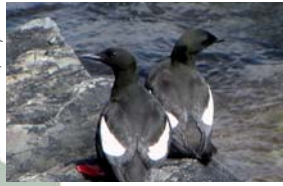


Foto: Gordon Robertson/Wikipedia

El pájaro bobo de caza es una especie que depende del hielo para su alimentación. Se reproduce alrededor del polo.

OCEANO ÁRTICO

Fosos de la pradera Prairie. Visibles sobre 715 000 Km² de una y otra parte de la frontera entre los Estados Unidos y Canadá, fueron formados por los glaciares que socavaron el suelo en la época del pleistoceno. Estas depresiones dieron lugar a los pantanos de agua dulce, temporales o permanentes. A pesar de su importancia para las aves, más de la mitad de estos nidos fueron drenados.



Foto: US Geological Survey

Groenlandia
(DINAMARCA)

Círculo Ártico

La liebre de América, con su pelaje de verano y su pelaje de invierno



Fotos: Walter Siegmund/Wikipedia (pelaje de verano) y US Forest Service



Foto: Walter Siegmund/Wikipedia

La pika americana es un minúsculo primo de los conejos y las liebres. Este espécimen fue fotografiado en 2008 en una altitud de 600 m en el bosque nacional del monte Baker-Snoqualmie, cerca de la frontera canadiense.

CANADA

El katydid, de la familia de los Tettigoniidae, es también llamado saltamontes de América. Prefiere un clima tropical o templado.



Foto: Richard Beatty/Wikipedia

Fotografiado aquí en New Hampshire en otoño, el arce de azúcar es oriundo del noroeste de América del Norte y se aventura hacia el sur hasta el Estado de Texas.



Foto: Jean Payek, reproducido con su amable autorización



WASHINGTON

Parque Nacional de Glacier

Parque de Yellowstone

MONTAÑAS ROCOSAS

COLORADO

ESTADOS UNIDOS

Pittsburgh

New York

Bahía de Chesapeake / Refugio Nacional para la Vida Salvaje de Blackwater



Foto: Walter Siegmund/Wikipedia

Mariposa damier fotografiada en el Parque Nacional Olímpico en Estados Unidos

OCEANO PACÍFICO

NUEVO MÉXICO

TEXAS

MEXICO

GOLFO DE MÉXICO

FLORIDA

Cayos de la Florida

OCEANO ATLÁNTICO

CUBA

HAITÍ

REP. DOMINICANA

JAMAICA

MAR CARIBE

Trópico de Cáncer

Durante un fenómeno La Niña, que puede durar varios años, la temperatura del Pacífico tropical puede descender por debajo de la normal. En los Estados Unidos esto provoca un aumento de la pluviométrica en el Pacífico del noroeste y un aumento de la sequía y del calor en todo el Pacífico del suroeste. La sequía del suroeste (en rojo) ha, sin embargo, persistido entre los dos últimos ciclos de La Niña.

Foto: Wikipedia



Los fenómenos de desacoplamiento se producen cuando dos factores naturales asociados reaccionan a dos mecanismos cronológicamente diferente: la duración del día en relación con la temperatura pero también con la humedad. Mientras que la duración del día es invariable, la atmósfera se recalienta a un ritmo tan rápido que las especies no pueden adaptarse a las consecuencias. Conocida únicamente en América del Norte, la liebre de América de raqueta de nieve, (*Lepus americanus*) es capturada actualmente en los paisajes desprovistos de nieve, aún revestido de su pelaje de invierno de un blanco puro que lo hace muy visible a sus depredadores. El arao negro (*Cepphus grille*), que habita en la costa ártica de Alaska, se desplaza hasta el límite de los hielos del Océano Ártico para pescar el bacalao polar. Desde que ha disminuido la banquisa de verano del Ártico, tiene ahora que recorrer un camino más largo, tan largo que al menos una de sus colonias de nidificación no ha resistido la prueba.

Cuando nos proyectamos en el futuro, para las especies cuyas exigencias son bien conocidas, es posible prever el lugar donde esas exigencias serán satisfechas. Si se trata del arce de azúcar (*Acer saccharum*), célebre por su follaje de otoño (*ver mapa*), así como por el sirope y el azúcar de arce, se refugiará en Canadá en cuanto el nivel de CO₂ haya duplicado su valor en relación con la época preindustrial. En las aguas dulces, las especies de agua fría como la trucha verán seguramente su área modificada, si no directamente reducida o desaparecida.

Las especies que viven a gran altitud, como la del pica norteamericano (*Ochotona pinceps*), poblaciones aisladas que pueden encontrarse en los puntos elevados de las Rocosas, se desplazarán a mayor altitud, como lo hace la mariposa Checkerspot, hasta que ya no puedan subir más allá. Una proyección relacionada con los vertebrados endémicos de los bosques lluviosos de Australia oriental muestra una elevada pérdida de especies en caso de un calentamiento del clima: la fisiología de algunas especies parece ser muy sensible a un aumento de la temperatura.

Las especies costeras serán afectadas por la elevación del nivel del mar pero podrán lograr migrar al interior del territorio. En cuanto a las especies que viven en islas bajas como el ciervo de los Cayos de la Florida, no tendrán ningún lugar donde ir. Aquellas especies de islas menos bajas podrán terminar no encontrando ningún microclima que les convenga y ya no podrán migrar.

Lo que es más inquietante, es que ya existen ecosistemas que están afectados. Los arrecifes coralinos tropicales, sensibles al calentamiento de las aguas, son un ejemplo. Ello provoca

Algunos ecosistemas ya están afectados. La multiplicación de los fenómenos de blanqueo ensombrece el futuro de los arrecifes tropicales.

la ruptura de la simbiosis fundamental del ecosistema coralino entre el coral (animal) y su alga. El coral la expulsa, lo que provoca un «fenómeno de blanqueamiento» que destruye la diversidad, la productividad y los beneficios brindados a las comunidades locales –casi como si las luces se apagarán. Estos fenómenos, constatados por primera vez en 1983, se producen cada vez con mayor frecuencia cada año, ensombreciendo así el futuro de los arrecifes coralinos tropicales.

¿El ladrillo y el cemento impedirán la dispersión de algunas especies?

En los continentes se observa otra causa de destrucción de los ecosistemas –o al menos de su profunda transformación– que ha sido observada en los bosques de coníferas de la región oeste de América del Norte. Desde Alaska hasta Colorado se observa una mortalidad masiva de las coníferas a causa de un alargamiento de los veranos y una moderación de los inviernos que modifican el equilibrio y permiten proliferar a los insectos autóctonos llamados *scolytus*, que cuando son numerosos, provocan la muerte de los árboles y luego se alimentan de ellos. La masa cada vez mayor de madera seca podrida constituye un enorme riesgo de incendio y un problema para la gestión de los bosques; es difícil imaginar cuál será el futuro de estos ecosistemas.

A largo plazo, es posible que los ecosistemas sufran otro cambio, más importante y más complejo. Una de las causas será la interacción entre la dispersión de las especies y la modificación de los paisajes por la acción del hombre.

El cambio climático, es cierto, siempre ha formado parte de la vida en la Tierra. Los glaciares han aparecido y desaparecido durante las grandes épocas glaciares del Pleistoceno (entre 2,5 millones de años y 11 700 años), sin haber afectado, aparentemente, a la biodiversidad. Evidentemente, las especies supieron encontrar las condiciones favorables.

Actualmente, y por el contrario, los paisajes han sido profundamente modificados por la acción del hombre, que ha creado obstáculos que impiden la dispersión de especies. El grado de dificultad de esas modificaciones varía según la biología de cada especie. Un día vi un katydid (*ver mapa*) en la terraza del techo de un inmueble de seis pisos en el sur de Manhattan, en Nueva York, y más recientemente, una especie invasora, la chinche *Halyomorpha halys*,⁵ en el piso 20 de un rascacielos de la ciudad de Pittsburgh. Sea, pero para otras especies, la modificación del paisaje pudiera impedir su dispersión y provocar su extinción.



Peces-payas en los arrecifes coralinos del atolón de Baa en las Maldivas, declarado en 2011 Reserva de Biosfera de la UNESCO.

© Proyecto del ecosistema del atolón, Ministerio de la Vivienda y del Medio Ambiente, atolón de Baa (Maldivas)

Los paisajes han sido profundamente modificados por la acción del hombre, quien ha creado, sobre todo, carreras de obstáculos que impiden la dispersión de las especies para escapar de los cambios climáticos, precipitando así su extinción.

Los pequeños cambios actuales, así como los grandes cambios en el pasado, evidencian de forma clara que las comunidades biológicas no se desplazan en conjunto. Al contrario, es la especie la que se desplaza sola, cada una a su propia velocidad y en su propia dirección, en la búsqueda de condiciones específicas. De manera que frente a la posible aceleración del cambio climático, el ecosistema que conocemos actualmente colapsará y las especies supervivientes se agruparán en ecosistemas difíciles de imaginar de antemano. Manejar el proceso constituirá un gran desafío.

¿Y si el clima cambiase bruscamente como en el pasado?

No hay duda, además, que todo cambio eventual será más brusco que los que hemos observado durante las últimas décadas. Ello es evidentemente el caso para el sistema climático. Por ejemplo, la zona suroeste de los Estados Unidos, conocida por sus cultivos de cítricos, ya son víctimas de una sequía considerada excepcional no solamente en términos de duración sino también de severidad y de extensión geográfica.

Se sabe que la « cinta transportadora » global que distribuye el calor alrededor de los océanos ha dejado de funcionar en las épocas geológicas. El « salto » más reciente del clima tuvo lugar al final de la edad de hielo, hace aproximadamente 12 000 años, cuando el deshielo de las capas de hielo de América del Norte liberaron masas de agua dulce en el Atlántico Norte, provocando que la cinta transportadora se parase y que las temperaturas en la región del Atlántico Norte descendieran 5° en una década.

Lluvia ácida sobre los océanos

Un gran cambio sistémico está en curso, siendo su signo más evidente la acidificación de los océanos. Ampliamente relegado hasta 2005 (cuando podía incluso ser constatado en los laboratorios de química por los estudiantes de secundaria), el exceso de CO₂ absorbido por los océanos ha reaccionado produciendo suficiente ácido carbónico para hacer disminuir en 0,1 unidades el pH de los océanos⁶. Esta cantidad puede parecer despreciable, sólo que como la escala del pH es logarítmica, ello significa que la acidez de los océanos ha aumentado un 30% en relación con 1950.

La acidificación de los océanos implica consecuencias considerables para todos los organismos marinos que fabrican sus conchas y esqueletos a partir del carbonato de calcio. El equilibrio de este carbonato es sensible a la temperatura y al pH: es más bajo en un agua más ácida o más fría. La incapacidad de las ostras para reproducirse en el Estado de Washington, en los Estados Unidos, ha sido atribuida al aumento de la acidez. La mayoría de los minúsculos organismos que pululan en número astronómico en la base de las cadenas alimentarias se encontrarán en peligro, como los *pterópodos* –minúsculos caracoles que tienen «un pie» modificado que puede batir como un ala para mantener el organismo a un nivel dado en la colonia de agua– así como el resto de la cadena alimentaria. La acidificación constituye un profundo cambio para los océanos que ocupan los dos tercios del planeta.

¿La desaparición de la Amazonia podría ser inminente?

Otro gran reto que pudiera perfilarse en el horizonte es la eventual desaparición del bosque lluvioso del Amazonas, en sus partes sur y sureste. Prevista en un primer momento por el modelo del Hadley Centre (Reino Unido) después de un calentamiento mundial de aproximadamente 2,5 °C, podría producirse, según una proyección revisada en 2005, desde el nivel de 2 °C.

La mayoría de las negociaciones tratan sobre los métodos de reducir a 2 °C el calentamiento planetario. No obstante, 1,5 °C aparece como un objetivo más razonable.

Más recientemente, el Banco Mundial ha invertido un millón de dólares en un estudio de modelización de los efectos del cambio climático, de la deforestación y de los incendios en la Amazonia. Por primera vez estos fueron modelados juntos; el deterioro de la Amazonia podría aparecer a partir de una deforestación de un 20%, actualmente ya ha alcanzado 18%. Lo que es inquietante es que la mayor sequía histórica de la Amazonia tuvo lugar en 2005, pero fue seguida de una mucho más fuerte en 2010. Son estos, quizás, signos precursores de lo que nos espera.

Incluso un aumento de 2 °C podría ser perjudicial para la biodiversidad

Durante este tiempo, la mayoría de las discusiones y de las negociaciones han tratado sobre las posibilidades de reducir a 2 °C como promedio el calentamiento del planeta a lo largo de este siglo. Para ello, según los escenarios actuales, las emisiones mundiales deberían estabilizarse en 2016. No obstante, este objetivo ya es evidentemente demasiado tardío para un buen número de glaciares y para los ecosistemas del planeta.

A todas luces, lo que habría que hacer para apoyar la resiliencia de los ecosistemas, es restaurar las vías de circulación natural en los paisajes (creando, por ejemplo, los corredores ecológicos como el que une el Parque Yellowstone con los Parques Territoriales del Yukón en América del Norte) y reducir los otros factores de tensión con el fin de evitar las sinergias negativas con el Cambio Climático. Pero incluso, la supresión de esos factores de tensión no representará mucho comparado con los efectos del calentamiento global.

Alrededor de 50 ppm de CO₂ podrían ser secuestradas en un período de 50 años por la reforestación, una mejor gestión de los bosques, la restauración de las praderas y los pastos degradados así como los ecosistemas agrícolas.

En fin, una elevación de 2 °C de la temperatura promedio del planeta (aproximadamente 450 ppm de CO₂) será excesiva. Una tasa del orden de 350 ppm de CO₂ –equivalente más o menos a una elevación de la temperatura de 1,5 °C– sería un objetivo más razonable.

Restaurar los ecosistemas evitaría la producción de una gran masa de carbono

La agenda de la energía es evidente y urgente pero es además indispensable evitar que lleguen a la atmósfera cantidades considerables del CO₂ excedente para evitar el calentamiento que provocaría. Ello pudiera parecer Quijotesco⁷ pero la historia de la vida en la Tierra muestra que el planeta ha conocido, en dos ocasiones, una concentración de CO₂ extremadamente elevada y

que por dos ocasiones, regresó a los volúmenes preindustriales por simple efecto biológico.

La primera disminución acompañó la aparición de vegetales continentales, bajo el efecto de la fotosíntesis y de la acumulación de la biomasa vegetal. Al mismo tiempo, la formación de suelos redujo el CO₂ –no únicamente por el proceso físico sino también con la complejidad de la biota del suelo. En cuanto a la segunda disminución, esta se produjo con la aparición de las plantas de flores modernas que han desempeñado con más eficacia el mismo papel.

Estas dos grandes alteraciones de la composición de la atmósfera tomaron decenas de millones de años y el potencial de la biología pudiera parecer totalmente desproporcionado con relación a ellas. Sí, pero durante los tres últimos siglos, entre 200 y 250 miles de millones de toneladas de carbono se han acumulado en la atmósfera debido a la destrucción y a la degradación de los ecosistemas por la deforestación, el deterioro de las praderas y las prácticas agrícolas que liberan el carbono del suelo. Un retorno a la rotación de los cultivos, por ejemplo, podría reducir la erosión del suelo que libera en la atmósfera mucho carbono enterrado. Los excedentes actuales de CO₂ tienen la mitad de un origen biológico moderno y pueden en una gran medida ser evitados mediante una restauración de los ecosistemas a escala planetaria.

La cifra es aproximada pero alrededor de 50 ppm de CO₂ podrían ser secuestrados en un periodo de 50 años –sea la diferencia entre los 350 ppm y el valor actual, que se acerca a los 400 ppm. Si se reforestaran y administraran mejor los bosques, se lograría secuestrar aproximadamente 500 millones de toneladas de carbono al año; igual cantidad si se restauraran las praderas y los pastos deteriorados –para una mejor alimentación del ganado– y una tercera cantidad similar administrando los ecosistemas agrícolas de manera a restablecer las reservas del suelo en carbono –lo que mejoraría su fertilidad. Administrar así

el planeta es ciertamente más complicado de hacer que de decir y las acciones deberán tomar en cuenta la necesidad de alimentar una población incrementada en al menos 2 mil millones de personas, pero el potencial existe. Tal solución presenta igualmente la inmensa ventaja de convertir la biodiversidad y los ecosistemas más resilientes ante la amenaza del cambio global y de otros factores de tensión que la afectarán.

En la medida en que esto no sea suficiente, visto la tendencia actual de las emisiones, es evidente que se deberán buscar métodos no biológicos para eliminar el CO₂ no sólo de las altas chimeneas pero también de la atmósfera. Es necesario por ello desarrollar métodos económicos aceptables. Podríamos imaginar, por ejemplo, un proceso en el cual el CO₂ se combinaría con otras moléculas para convertirse en una sustancia inerte como el hormigón.

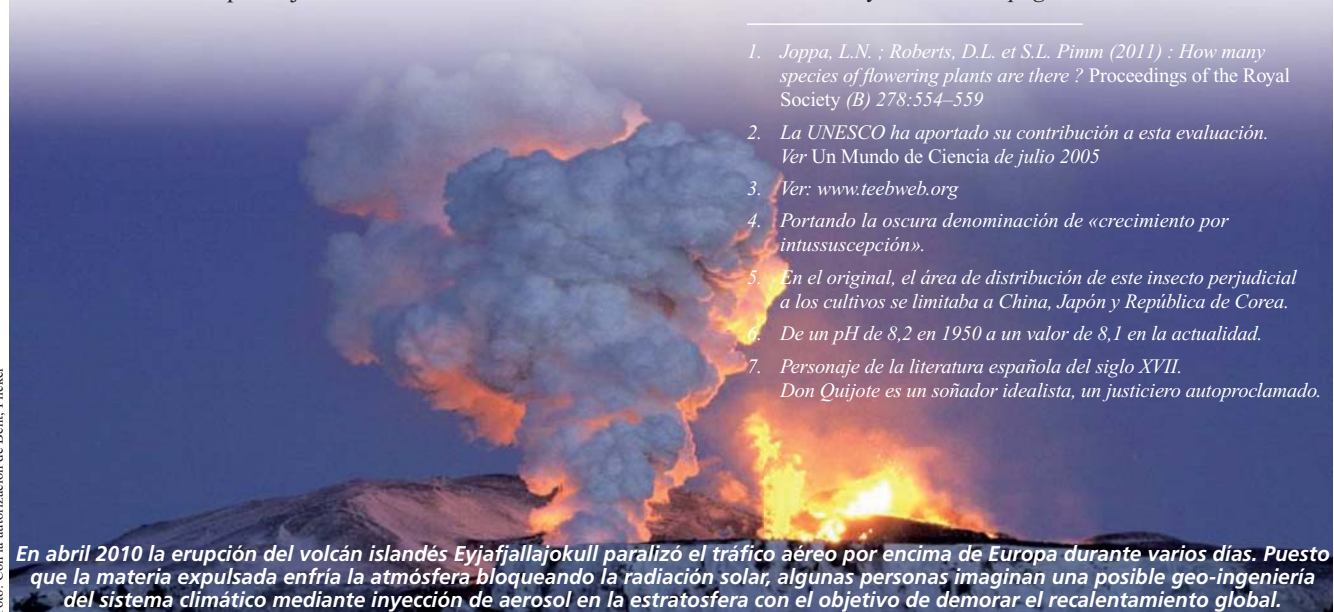
La reducción del CO₂ es infinitamente preferible a prácticamente cualquier plan de geoingeniería para reducir la temperatura, excepto localmente. Los planes de geoingeniería destinados a disminuir la temperatura del planeta tratan solamente el síntoma y no la causa. No combaten en ninguna medida la acidificación del océano y, al ser planetarios, sus inconvenientes serán por definición también planetarios. Por otra parte, desde que cese la intervención, la temperatura del planeta aumentaría exactamente hasta el punto que hubiera alcanzado antes.

Sería preferible controlar nuestro planeta vivo precisamente como tal, utilizando los sistemas vivos de la Tierra para revertirla y hacerla más fácil de habitar para todas las formas de vida.

Thomas Lovejoy

Encontrar este artículo en Tracking Key Trends in Biodiversity Science and Policy, ver también página 24

1. Joppa, L.N. ; Roberts, D.L. et S.L. Pimm (2011) : How many species of flowering plants are there ? Proceedings of the Royal Society (B) 278:554–559
2. La UNESCO ha aportado su contribución a esta evaluación. Ver Un Mundo de Ciencia de julio 2005
3. Ver: www.teebweb.org
4. Portando la oscura denominación de «crecimiento por intussuscepción».
5. En el original, el área de distribución de este insecto perjudicial a los cultivos se limitaba a China, Japón y República de Corea.
6. De un pH de 8,2 en 1950 a un valor de 8,1 en la actualidad.
7. Personaje de la literatura española del siglo XVII. Don Quijote es un soñador idealista, un justiciero autoproclamado.



En abril 2010 la erupción del volcán islandés Eyjafjallajökull paralizó el tráfico aéreo por encima de Europa durante varios días. Puesto que la materia expulsada enfría la atmósfera bloqueando la radiación solar, algunas personas imaginan una posible geoingeniería del sistema climático mediante inyección de aerosol en la estratosfera con el objetivo de demorar el recalentamiento global.

La UNESCO combate la sequía en el Cuerno de África

La UNESCO comenzará en enero a cartografiar las aguas subterráneas en la región del Cuerno de África afectada por la sequía con el fin de suministrar a la población un abastecimiento sostenible de agua. La sequía ha provocado la peor hambruna registrada en la región en los últimos 60 años: 12 millones de personas corren el riesgo de morir de hambre. Aquellas que viven en campamentos de refugiados son las más vulnerables.

La primera etapa del proyecto es financiada con fondos de origen flamenco ascendentes a unos 396 000 dólares, a los que se les suman 100 000 dólares aportados por la UNESCO. Esta consiste en una serie de consultas nacionales organizadas por la UNESCO con el objetivo de movilizar a las partes concernidas, los socios y los donantes potenciales, seguido de un taller regional y el lanzamiento del trabajo de cartografía de las aguas subterráneas en sitios pilotos en Etiopía y Kenya.

La primera consulta nacional tuvo lugar en Etiopía el 1 y 2 de noviembre. Después se realizó una visita de expertos al campamento de refugiados de Dalo Ado, situado al este del país, del 4 al 10 de noviembre y al alto valle del Fafen (*ver mapa*) del 12 al 14 de noviembre, para evaluar la situación. Se realizó una segunda consulta nacional en Kenya, el 9 y 10 de noviembre, y un mes más tarde, una visita al campamento de refugiados de Kakuma, en Turkana.

Poco después de la tercera consulta nacional, en Somalia (el 1 de diciembre), tuvo lugar un taller regional en Addis Abeba. El 5 y 6 de diciembre, se reunieron especialistas de las oficinas de la UNESCO en Nairobi y Addis Abeba con el personal ministerial y los expertos de seis países pertenecientes a la Autoridad Intergubernamental para el Desarrollo en África del este (IGAD), con el objetivo de compartir los resultados de

las consultas nacionales, ponerse de acuerdo sobre la amplitud de las actividades regionales y movilizar a los socios sobre objetivos regionales.

Gracias a los progresos de las geociencias, es posible actualmente detectar la localización precisa de las aguas subterráneas en un clima árido como el del Cuerno de África. La UNESCO utiliza la nueva tecnología de teledetección creada por Radar Technologies International para hacer mapas de alta resolución del potencial de las aguas subterráneas en la zona estudiada. Estos mapas ayudarán a los socios a decidir dónde perforar pozos para traer agua a la superficie al menor costo. Entre los socios se incluyen la UNHCR, la UNICEF, la USAID y varias ONG.

La cartografía del alto valle del Fafen comenzará a principios de enero en un sitio piloto cercano al campamento de refugiados de Dalo Alo y debe culminar a finales de abril.

La tecnología creada por Radar Technologies International ya fue probada en Darfur (Sudán) y en un estudio de las aguas subterráneas realizado el año pasado en Iraq. Esta trabaja analizando los datos de teledetección brindados por los satélites LANDSAT y RADAR y relacionándolos a través de los datos de terreno suministrados por un radar de penetración de suelos así como los brindados por la geología, la hidrogeología, la geografía, la hidrología, la climatología y, cada vez que se trata de acuíferos profundos, por la sismología.

Una vez realizados, los mapas y las bases de datos correspondientes serán propiedad de los países concernidos. Sin embargo, la UNESCO mantendrá una presencia local para garantizar una administración racional de las aguas subterráneas que alcance a varias generaciones.

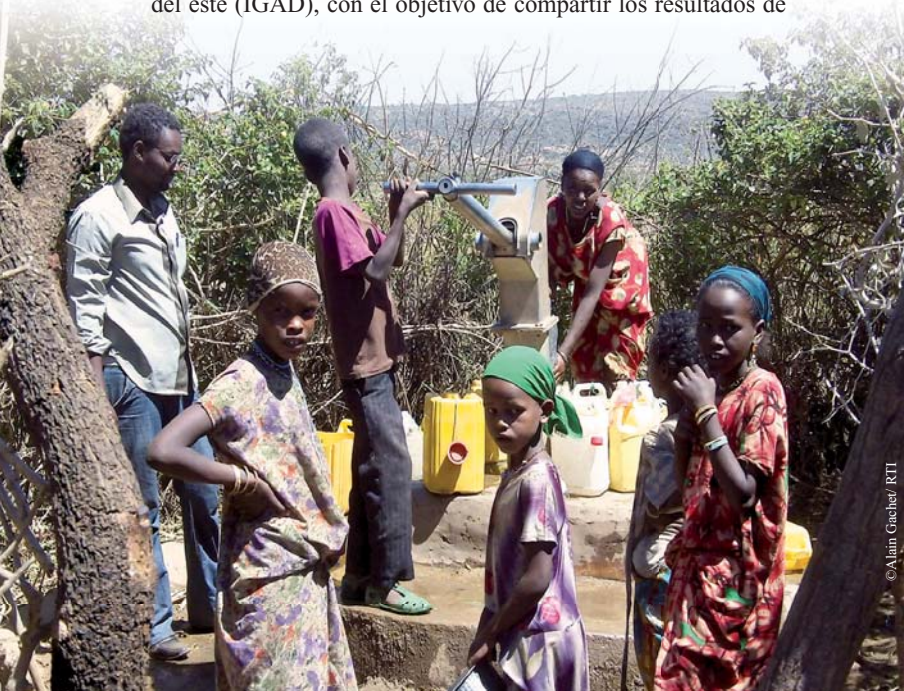
La UNESCO prevé consultar a expertos y solicitar nuevos estudios antes de extender el proyecto hacia las zonas áridas y semi áridas del norte de Etiopía y Kenya, así como a los campamentos de refugiados del sur de Somalia. Para esta segunda etapa del proyecto la UNESCO necesitará de un financiamiento complementario. Se espera para finales de enero la respuesta del gobierno de Japón a una solicitud de 1,5 millones de dólares en un período de ocho meses.

El plan de acción de la UNESCO para la región es de larga duración: la UNESCO ofrecerá al Cuerno de África un apoyo a mediano y largo plazo para ayudarlos a prever el próximo episodio de sequía y prepararse para ello. La Organización prevé también reforzar los conocimientos institucionales y técnicos de la región, con el apoyo del Centro Regional de Formación e Investigación de las Aguas Subterráneas de Kenya, el cual funciona bajo los auspicios de la UNESCO.

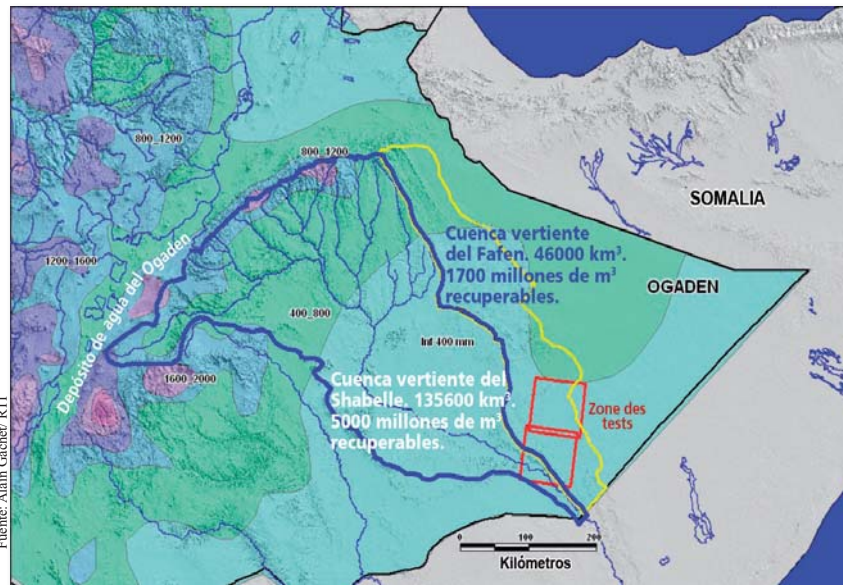
Este plan de acción de la UNESCO fue concebido en el espíritu de la *Declaración de Nairobi* adoptada el 9 de septiembre de 2011 por los Jefes de Estado durante la cumbre de urgencia sobre la crisis del Cuerno de África.

Para más detalles (Nairobi): a.amani@unesco.org ;
(Addis Abeba): a.makarigakis@unesco.org

Una familia utiliza una bomba manual para sacar agua de un pozo en el alto valle de Fafen, Etiopía.



© Alain Gachet/RTI



El depósito de agua del Ogaden tiene su fuente en los montes Almar en el centro de Etiopía. La cuenca vertiente del Fafen, que será cartografiada en enero, aparece en rojo.

Marco mundial para la **gobernanza de las aguas subterráneas**

La UNESCO y sus socios se fijaron tres años para establecer un *Marco Mundial de Acción* con vistas a armonizar en las agendas políticas nacionales, regionales e internacionales, el tratamiento de los grandes problemas de gobernanza de las aguas subterráneas.

El proyecto fue iniciado los días 6 y 7 de septiembre por el Programa Internacional Hidrológico de la UNESCO durante la reunión inaugural del proyecto, creado conjuntamente con la FAO, la Asociación Internacional de Hidrólogos y el Banco Mundial y financiado por el Fondo para el Medioambiente Mundial, por una suma de 1 750 000 dólares.

La primera consulta regional se referirá a América Latina y el Caribe; tendrá lugar en Montevideo, Uruguay, del 18 al 20 de abril. La segunda consulta será en mayo, en Kenia, luego una tercera en septiembre en Jordania para la región de los Estados Árabes y una cuarta en China para la región de Asia y el Pacífico. La última consulta será en Holanda a principios de 2013 y será concerniente a Europa y el sector privado. El objetivo de estas consultas es obtener con los expertos locales un conocimiento de primera mano sobre las cuestiones de aguas subterráneas, reforzar la sensibilización y abrir una vía para una agenda mundial sobre estos temas. Otro objetivo es también crear asociaciones entre los agentes que colaboran con el proyecto, las partes involucradas intersectoriales, los que toman decisiones y los especialistas.

Los resultados de cada consulta serán objeto de un informe específico que contribuirá a la preparación del *Diagnóstico Global de Gobernanza de las Aguas Subterráneas* para desembocar, finalmente, en el *Marco Mundial de Acción*.

Las modalidades de consultas referentes a Europa difieren ligeramente de las otras ya que los países de esta región han previsto además una mesa redonda que reúna a representantes de las industrias petroleras, geotérmicas, de las aguas minerales y otras bebidas sin alcohol (Danone, Nestlé, Coca Cola etc.). Esta mesa redonda

estudiará las posibilidades de colaboración con el sector privado para definir los principales mensajes, compartir la información y difundir el *Marco Mundial de Acción*.

Para más detalles: a.aureli@unesco.org; c.abdalla-iskandar@unesco.org; (Montevideo): z.may@unesco.org.uy; www.unesco.org/water

Diez proposiciones para la **salvaguarda del océano**

El 1 de noviembre, cuatro agencias de las Naciones Unidas lanzaron un plan que busca mejorar la gestión de los océanos y de las zonas costeras. Este propone, entre otras cosas, la creación de un mercado mundial del carbono azul.

El *Anteproyecto para la Sostenibilidad del Océano y las Zonas Costeras* alerta sobre el estado de salud de los océanos. Este fue elaborado por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO, el PNUD, La Organización Marítima Internacional y la FAO con vistas a la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Rio+20) que tendrá lugar en junio de este año.

Se proponen una serie de medidas concretas para:

- ✓ crear un mercado mundial del carbono azul, como medio para obtener beneficios económicos directos mediante la protección del hábitat marino,
- ✓ subsanar las lagunas existentes en la gobernanza en alta mar, mediante el reforzamiento de las disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar,
- ✓ edificar sociedades verdes en los pequeños estados insulares en desarrollo,
- ✓ fomentar los trabajos de investigación sobre la acidificación de los océanos, cómo adaptarse a ella y cómo reducirla,
- ✓ incrementar los conocimientos de las instituciones de observación científica de los océanos y zonas costeras,
- ✓ reformar y reforzar las organizaciones regionales de gestión de los océanos,
- ✓ promover una pesquería y una acuicultura responsables en el marco de una economía verde,
- ✓ fortalecer los marcos jurídicos referentes a las especies marinas invasoras,
- ✓ «enverdecer» la economía de los alimentos para reducir la hipoxia de los océanos (la carencia de oxígeno) y reforzar la seguridad alimentaria,
- ✓ reforzar la coordinación, coherencia y eficacia del sistema de las Naciones Unidas en relación con las cuestiones oceánicas.

El *Anteproyecto* pone de relieve que el 60% de los ecosistemas marinos del planeta se han deteriorado o están sobreexplotados, causando así enormes pérdidas económicas y sociales. En los últimos cincuenta años la superficie de los bosques de manglares se redujo entre un 30% y un 50%, y los corales un 20%.

Los océanos absorben casi un 26% de las emisiones de dióxido de carbono atmosférico. Su saturación provoca una acidificación que ya es dañina para algunas variedades de plancton y amenaza toda la cadena alimentaria marina y las actividades socioeconómicas que dependen de ella. Además, los ecosistemas oceánicos de aguas profundas, —que a menudo poseen una diversidad biológica

Los nuevos miembros de la Red Mundial de Geoparques Nacionales

- **El Geoparque de Hong Kong** (China) Pone de relieve los elementos naturales de esta región industrial y, más concretamente, sus 150 km de litoral marino y su topografía formada por colinas intercaladas por llanuras. A pesar de su superficie reducida (49,85 km²), el geoparque puede enorgullecerse de contar con rocas volcánicas ácidas de importancia mundial y elementos de historia geológica que muestran sedimentos depositados en la era paleozoica, entre 520 y 250 millones de años atrás (Ma). Los procesos geológicos costeros han dado por resultado relieves de erosión y depósitos, incluidos fosilíferos.
- **El Geoparque Tianzhu Shan** (China) Situado en la provincia de Anhui, comprende un vasto paisaje montañoso con picos de granito, cuevas, cascadas y fuentes. Cuenta con un rico patrimonio de fósiles de mamíferos y una zona de ecogitas, rocas metamórficas particularmente densas formadas en condiciones extremas de presión, que prueban un movimiento de convección en las profundidades de la Tierra. La riqueza de los elementos ecológicos y culturales de este geoparque es interesante para la investigación científica, la educación y el turismo.
- **El Geoparque Villuercas Ibores Jara** (España) Está formado por un macizo montañoso aislado situado al sureste de la provincia de Cáceres, en Extremadura. Su denominación se debe al nombre de la cumbre más alta de dicho macizo: el Pico de La Villuercas (1 601 metros). Ofrece un magnífico paisaje que comprende el célebre monasterio de Guadalupe. El geoparque presenta las más antiguas rocas de Europa, que datan de entre 650 y 400 Ma. Su patrimonio natural es también de una gran riqueza, ya que posee especies de aves protegidas, corredores de biodiversidad y árboles monumentales. Además, el sitio cuenta con vestigios de una cultura minera y de menhirs o monolíticos decorados de pinturas que datan de las edades del Bronce y del Hierro.
- **El Geoparque Sierra Norte de Sevilla** (España) Este sitio es uno de los mayores parques naturales de Andalucía. Abarca una superficie de 177 484 hectáreas y está situado en los alineamientos montañosos de la Sierra Morena, entre las zonas geológicas de Ossa-Morena y del sur de Portugal. La mayoría de las rocas datan de los tiempos precámbricos (4,5 mil millones a 540 Ma) luego por la era paleozoica (540 Ma) del pérmico (290 Ma) hasta el triásico inferior (258 Ma). Constituye una excepción la zona sudoriental del sitio, donde se hallan algunos afloramientos de rocas sedimentarias más recientes que datan del Mioceno (20 Ma).
- **El Geoparque de los Bauges** (Francia) Forma parte del Parque Natural Regional del Macizo de los Bauges, una zona de altitud media del noroeste de los Alpes Franceses. Visto desde lejos, el sitio se asemeja a una fortaleza rocosa, que emerge como una isla natural protegida en medio de un mar urbanizado. El macizo cuenta con farallones de caliza resistente y rocas sedimentarias. Importantes líneas de falla tectónica muestran los potentes procesos de formación del relieve montañoso y el paisaje cárstico lo atraviesan grandes y pequeños desfiladeros, abiertos en la caliza cretácica, que originan humedales, lagos, fuentes y cuevas.
- **El Geoparque Burren y acantilados de Moher** (Irlanda) Situado en la costa occidental de Irlanda, entre las ciudades de Limerick y Galway, este geoparque abarca un paisaje geológico formado por colinas ondulantes y mesetas calcáreas, acantilados marinos espectaculares y cursos de agua que desaparecen bajo tierra y emergen de una vasta red de cuevas. La zona costera del parque comprende los acantilados de Moher, que se yerguen a más de 200 m de altura. La zona de Burren es mundialmente conocida por la riqueza de sus recursos ecológicos y vestigios arqueológicos. Se encuentran en ella el 70% de las plantas nativas de Irlanda, comprendidas algunas combinaciones insólitas de especies árticas, alpinas y mediterráneas, así como huellas de asentamientos humanos que abarcan un periodo de más de 6 000 años.
- **El Geoparque Katla** (Islandia) está vinculado al célebre volcán Eyjafjallajökull cuya erupción inmovilizó el tráfico aéreo europeo en abril de 2010. Las inundaciones de fundición de los hielos, causados por erupciones bajo el hielo, dieron nacimiento en las bajas tierras a llanos de esparcimiento fluvio-glaciar. La región presenta características útiles para el fechado geológico: fragmentos de rocas atrapados en otros tipos de rocas, (xenolitas fosilíferas), pseudo cráteres y capas de cenizas volcánicas (tephra) que solidifican en el tiempo los efectos de una antigua erupción.
- **El Geoparque de los Alpes apuanes** (Italia) incluye el Parque regional de los Alpes apuanes y sus zonas montañosas circundantes. Extendiéndose del noroeste de Toscana, en el centro de Italia, hasta el límite septentrional del país, hace la transición entre las regiones biogeográficas de la Europa Central y la Europa mediterránea. El parque alberga numerosas especies endémicas, así como formaciones rocosas, minerales, fósiles y tectónicas. El lugar se conoce por sus espléndidos mármoles, sus profundos cañones y sus grandes cavidades cársticas.
- **El Geoparque Muroto** (Japón), situado en la isla de Shikoku, al suroeste del país, permaneció mucho tiempo bajo el mar. Sus grutas se forman antes de ser levantadas por seísmos que se producían todos los 100 ó 150 años causando maremotos sobre la costa. El geoparque es un verdadero laboratorio al aire libre en zona de subducción, un lugar donde una porción de la corteza terrestre resbala bajo otra porción. El movimiento de las placas tectónicas causó una actividad magmática que produjo rocas de tipo gabroicas, gruesas y oscuras, que constituyen la península de Muroto. El cabo Muroto se alza uno a dos metros cada mil años, lo que constituye una de los levantamientos más rápidos del planeta. Equipado de las últimas herramientas de la ciencia y la tecnología, el geoparque constituye un lugar privilegiado para la previsión de los riesgos geológicos y la protección contra sus efectos.

y hábitat sumamente valiosos pero son poco conocidos— carecen prácticamente de protección.

La comunidad internacional se comprometió a tomar en cuenta estos problemas durante las Cumbres de Río de Janeiro (1992) y Johannesburgo (2002). Sin embargo, los compromisos contraídos siguen a menudo sin haberse cumplido y los objetivos fijados no se han alcanzado. Así ha ocurrido, por ejemplo, con el compromiso de restablecer para 2015 las poblaciones de peces a un nivel sostenible o con la promesa de crear para 2012 redes de zonas marinas protegidas. Son muy pocos los países que han promulgado leyes para disminuir la contaminación del mar ocasionada por las actividades terrestres, lo que ha elevado el número de zonas marinas muertas por falta de oxígeno. Hasta la fecha, se han contabilizado más de 400 zonas marinas consideradas como «biológicamente muertas». Los autores señalan que la situación actual se debe a la carencia de voluntad política, a la inadecuación de las capacidades institucionales, a la insuficiencia de datos científicos y al desequilibrio en los mercados. Concluyen que: «La ecologización de la economía azul debe apoyarse en la ciencia y la tecnología, pero su éxito dependerá de procesos políticos pertinentes y de disposiciones institucionales eficaces. Exigirá también un mayor grado de compromiso y de financiación por parte de la comunidad internacional, así como de las naciones y de las industrias».

Para leer el Anteproyecto (en inglés): www.unesco.org/new/en/rio20

Se agregan nueve sitios a la Red Mundial de Geoparques



Centro de Información del Geoparque de Hong Kong (China)

La Oficina de la Red Mundial de Geoparques Nacionales admitió, durante la 10^{ma} Conferencia Europea de los Geoparques, organizada del 16 al 18 de septiembre en el geoparque noruego Gea Norwegica (ver cuadro), a nueve recientes miembros, repartidos en siete países.

Creada en 2004, bajo los auspicios de la UNESCO, la Red cuenta actualmente con 87 geoparques situados en 27 países.

Para obtener el sello de geoparque, los sitios deben presentar un patrimonio geológico de un interés científico y educativo excepcional por su rareza o belleza. Deben estar dotados también de una sólida estructura de gestión, límites bien definidos y una superficie adecuadamente extendida como para permitir un desarrollo económico suficientemente sostenible apoyándose específicamente en el turismo.

Para más detalles: m.patzak@unesco.org

Un foro llama a una **mayor equidad** en la nueva era de la ciencia mundial

Los participantes en el quinto Foro Mundial de la Ciencia hicieron un llamado en su *Declaración* adoptada el 19 de noviembre, en Budapest (Hungría), a una conducta más responsable y ética de la investigación, un mejor diálogo con la sociedad y a un esfuerzo para reforzar los conocimientos en ciencias.

La Declaración se hace eco de las principales tendencias contenidas en el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010*, el cual inspiró el tema del Foro de este año, que es el cambio de perspectiva de la ciencia. La *Declaración* señala, por ejemplo, que «la supremacía de la antigua triada formada por Norteamérica, Europa y Japón en la producción mundial del saber fue seriamente cuestionada [...] debido al ascenso de nuevos centros de trabajo científico [...]. La diplomacia científica se ha convertido en un reconocido instrumento para favorecer la colaboración entre naciones gracias a la cooperación científica».

Un nuevo programa en materia de diplomacia científica fue anunciado en Budapest por la *American Association for the Advancement of Science* y la Academia de Ciencias para el Mundo en Desarrollo. Estas publicarán en conjunto una revista titulada *Science and Diplomacy* con el fin de ayudar a esclarecer algunos de los grandes problemas que se debaten en los foros internacionales, como las negociaciones sobre el clima.

La *Declaración* preconiza la solidaridad, en tiempos de crisis financiera generalizada. «Es responsabilidad de los que apoyan a la ciencia y a los científicos de defender la primacía de las preocupaciones morales y sociales sobre el interés económico inmediato, en el momento de elegir y de poner en marcha los proyectos de investigación industrial».

«Es urgente elaborar nuevas y eficaces políticas científicas en el plano nacional, regional y mundial con el objetivo de coordinar y observar mejor la investigación científica a escala mundial, armonizar los sistemas de la enseñanza superior y facilitar la cooperación mundial y regional en materia de ciencias sobre la base de una colaboración equitativa».

Frente a la dificultad para la obtención de visas, que obstaculiza la movilidad de los estudiantes y científicos, la *Declaración* alega que «la libre cooperación y los desplazamientos de los científicos deben ser favorecidos con la eliminación de los excesos burocráticos y los falsos reglamentos, y el otorgamiento de fondos para apoyar la cooperación internacional».

La *Declaración* lanzó también un llamado a «acciones complejas» para reforzar el papel de la mujer en la investigación y la innovación y para su participación en la elaboración de las políticas científicas».

El Foro fue organizado por la Academia de Ciencias húngara, en asociación con la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia. Asistieron 700 participantes de 108 países.

Para más detalles: www.unesco.org/science/psd

Compartir las **experiencias** en materia de enseñanza científica en Asia

El 7 de septiembre fue inaugurado el Laboratorio de Intercambios en Ciencia, Tecnología e Ingeniería (STEEL, siglas en inglés) en el *Science Centre de Singapur*, uno de los tres socios de esta iniciativa junto a la Oficina Regional de la UNESCO para las Ciencias en Asia y Pacífico y la *National Instruments*, una sociedad estadounidense, especializada en mediciones y automatización por computadoras.



Estos profesores estudian la guía del material informático myDAQ durante la inauguración del STEEL. Este material inicia a los alumnos en la teoría de la electrónica y les permite construir y probar algunos circuitos elementales presentes en los teléfonos móviles, los sistemas de mando a distancia de automóviles, etc.

El STEEL tiene un doble objetivo: brindar a los profesores de las escuelas técnicas y profesionales del sudeste asiático un curso de perfeccionamiento sobre las novedades en ciencia y tecnología, así como las herramientas y los métodos apropiados –con las ventajas que implica para los alumnos– y en segundo lugar formar a los cuadros del Ministerio de Educación para la creación de programas de enseñanza. Simultáneamente, el STEEL colaborará con los centros y los museos científicos del sudeste asiático, así como con los patrocinadores privados con el objetivo de popularizar la ciencia, la tecnología y la ingeniería en el conjunto de las comunidades.

Más de 40 profesores de Indonesia, Tailandia y Timor Oriental se han unido a los formadores en Singapur para la sesión inaugural de septiembre. El programa comprendía un seminario sobre la creación de los programas de enseñanza de ingeniería y una visita a la Central de Senoko, como forma de preparación a una sesión sobre las energías renovables en el marco del taller STEEL. Los participantes fueron formados también en experimentar los circuitos con ayuda del material myDAQ brindado por National Instruments (ver foto).

Al firmar en julio el acuerdo que une al Centro con la UNESCO, el maestro de conferencias Lim Tu Meng, responsable del *Science Centre de Singapur*, declaró que su centro estaba «impaciente por compartir sus conocimientos y experiencias en ciencia, tecnología e ingeniería con la región y que el STEEL tendrá especial atención con la ingeniería de las infraestructuras y las tecnologías sostenibles».

La segunda etapa comenzará en junio por un taller de familiarización con el STEEL para los formadores de Camboya, Indonesia, Malasia, Singapur, Filipinas, Tailandia, Timor Oriental, Laos y Vietnam. Durante esta segunda etapa, el STEEL inaugurará procedimientos de enseñanza innovadores y esclarecerá temas de formación centrados sobre los problemas emergentes y urgentes que pesan sobre los miembros de la Asociación de las Naciones del Sudeste Asiático.

Para más detalles (en Djakarta): m.nataka@unesco.org

Un libro sobre «la máquina más compleja del mundo»

El 10 de noviembre, Gretchen Kalonji, Subdirectora General de la UNESCO para las ciencias naturales y Rolf-Dieter Heuer, Director General de la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN), presentaron la nueva publicación, abundantemente ilustrada, del editor austriaco Lammerhuber, sobre el mayor y más potente acelerador de partículas jamás construido en el mundo, el Gran Colisionador de Hadrones (LHC, ver foto).

El LHC funciona dentro de un túnel circular de 27 km de largo situado a 100 metros de profundidad bajo la frontera franco-suiza, cerca de Ginebra. Fue inaugurado por el CERN en 2008 y reúne actualmente a 10 000 científicos e ingenieros de más de 100 países.

Definido como «la máquina más grande y compleja jamás imaginada», el colisionador es utilizado por los científicos del CERN para crear las condiciones existentes en la primera fracción de segundos después del Big Bang, al hacer colisionar frontalmente protones a alta velocidad con el fin de crear partículas, tanto conocidas como no conocidas. «Establecemos el vínculo entre el microcosmo y los inicios del Universo» explica Rolf-Dieter Heuer, «y estudiamos los componentes de la materia y la forma en que se comportan».

Estos experimentos permitirán al CERN verificar numerosas teorías sobre la creación del Universo y de esta forma esperan esclarecer muchos misterios que aún existen en la física moderna. Sabemos, por ejemplo, que la gravedad actúa sobre la masa, pero no sabemos por qué las partículas elementales tienen la masa que tienen. El LHC debería responder esta interrogante. Los científicos explorarán también la famosa materia oscura del Universo: parece ser que la materia visible solo representa el 4% de la que debe existir. Hace más de 60 años, el astrónomo suizo Fritz Zwicky demostró que la atracción gravitacional del contenido visible de una galaxia no podía explicar la velocidad de rotación de esta galaxia. Debía existir la presencia de una masa invisible que fue llamada materia oscura. Hoy en día se estima que esta materia oscura constituye alrededor del 22% del Universo y la energía oscura un 74%. Pero de qué está hecha esta materia oscura, aún no sabríamos decirlo.

Sin embargo, el LHC no puede determinar la totalidad de las propiedades de una partícula. Los aceleradores de protones como el LHC son sin dudas más potentes que los aceleradores de electrones, pero estos últimos pueden alcanzar mayor precisión en la identificación de ciertas propiedades de las partículas.

El CERN hizo sensación el 23 de septiembre 2011, cuando los científicos presentaron los resultados de una experiencia llamada OPERA que, si eran corroborados por experiencias complementarias, podrían cuestionar la tesis de Albert Einstein sobre la teoría especial de la relatividad según la cual nada, en el cosmo conocido, puede superar la velocidad de la luz: 299 792,458 km/s.

El LHC había producido protones de muy alta energía que habían dado lugar a un haz de neutrinos. El neutrino es una partícula tan fina que ninguna barrera lo detiene: puede atravesar cualquier materia, incluso la roca, como si volara en el aire.

¡La experiencia OPERA demostró que este haz de neutrinos había llegado desde el CERN en Suiza, a través del suelo y la roca a una profundidad de 11 km, hasta el laboratorio del Gran Sasso en Italia central, a 730 km de ahí, a una velocidad ligeramente superior a la de la luz! La duración del vuelo de los neutrinos se calculó con una precisión menor de 10 nanosegundos con la ayuda de instrumentos sofisticados, incluyendo sistemas avanzados de geoposicionamiento y relojes atómicos.

Este resultado cayó como una sorpresa total. El Director de investigaciones del CERN, Sergio Bertolucci, observó que, «si esta medida se confirmaba, ello podría modificar nuestra interpretación de las leyes de la física, pero debemos en primer lugar asegurarnos de que no hay otras explicaciones más comunes. Ello exigirá medidas independientes».

El CERN y la UNESCO tienen una larga tradición de colaboración y los vínculos se remontan a la creación del CERN en 1954 bajo los auspicios de la UNESCO, tras una serie de reuniones patrocinadas por ésta última. «Es totalmente apropiado y simbólico que la cooperación de nuestras dos organizaciones se realice de conformidad con el Programa Internacional de Ciencias Básicas de la UNESCO (PICB)» observa Maciej Nalecz, quien dirige este programa. «En efecto, el PICB es presidido por un antiguo Director General del CERN, Herwig Schopper. La UNESCO y el CERN armonizaron su asociación para propiciar sus objetivos comunes de promoción de la cooperación científica, mejorar la enseñanza de la ciencia y facilitar el acceso al conocimiento científico con el fin de crear un mundo más justo».

Para encargar la obra sobre el LHC, ver página 24.

Para más detalles: www.cern.ch; www.youtube.com/cerntv; s.bahri@unesco.org; m.nalecz@unesco.org



© CERN/F. Ginter

Wangari Muta Maathai

Homenaje a una militante verde

La profesora Wangari Maathai recibió un funeral nacional luego de perder su combate contra el cáncer, el pasado 25 de septiembre, a la edad de 71 años. Esta gran figura de la lucha por la protección del medio ambiente y la democracia fundó en 1977 el Movimiento del Cinturón Verde, que buscaba darle poder a las mujeres de las regiones rurales y sensibilizar al público con el medio ambiente a través de la plantación de árboles. Según estimaciones, hasta la fecha el movimiento habría plantado ya unos 45 millones de árboles en Kenia.

Wangari Maathai fue uno de los principales oradores en la Conferencia Internacional sobre la Biodiversidad: Ciencia y Gobernanza, reunida en la UNESCO en 2005. Rendimos homenaje a esta extraordinaria mujer al reproducir aquí un extracto de la entrevista que ella concedió al *Correo de la UNESCO* en diciembre 1999, antes de convertirse en 2004 en la primera africana en recibir el premio Nobel de la paz.



Según usted, es imposible mejorar la calidad del medio ambiente mientras no mejoren las condiciones de vida de la población. ¿Por qué?

Si queremos salvar el entorno tenemos que comenzar por proteger a los seres humanos: ellos forman parte de la biodiversidad. Si no somos capaces de preservar nuestra propia especie, ¿qué sentido tiene salvar las especies de árboles? A veces se tiene la impresión de que la gente pobre destruye el entorno. Pero éstos están tan agobiados por sobrevivir que no pueden preocuparse por los daños duraderos que ocasionan al medio ambiente. [...]

Por ejemplo, en algunas regiones de Kenia, las mujeres recorren kilómetros a pie para procurarse leña en los bosques: cerca de sus casas ya no quedan árboles; deben ir cada vez más lejos para encontrarla. Como escasea la leña, las comidas cocinadas son menos numerosas, la nutrición se resiente y el hambre aumenta. Si esas mujeres fuesen menos pobres, no tendrían que ir a degradar un valioso bosque.

¿Cuáles son los retos actuales para los bosques de Kenia y de África oriental?

Desde inicios del siglo [XX] la tendencia ha sido clara: se talan los bosques primarios y se plantan especies exóticas que pueden ser comercializadas. Hoy en día podemos evaluar mejor las consecuencias. Hemos comprendido que no se debió talar los bosques locales para poder preservar nuestra rica biodiversidad, pero los daños son ya significativos. En 1977, cuando nuestro Movimiento del Cinturón Verde comenzó su campaña de plantación de árboles, la cubierta forestal de Kenia era aproximadamente 2,9%. Actualmente es de 2%. Perdemos más árboles de los que plantamos.

Otro gran problema: el medio natural de África Oriental es muy vulnerable. Estamos muy cerca del desierto del Sahara y, según los expertos, este podría extenderse hacia el sur como un río crecido si continuamos talando árboles indiscriminadamente: son ellos

quienes impiden la erosión de los suelos causada por la lluvia y los vientos. Al eliminar lo poco que nos queda de bosque, lo que hacemos en definitiva es generar micro desiertos del Sahara. Ya tenemos pruebas.

Nuestro movimiento organiza seminarios de educación para la población rural, especialmente para los agricultores, en el marco de campañas de sensibilización sobre los problemas ambientales. Si se preguntara a 100 campesinos cuántos han visto desaparecer un manantial o una corriente de agua en el transcurso de su vida, casi 30 levantarían la mano.

¿En qué medida el Movimiento del Cinturón Verde ha impedido el deterioro del entorno en Kenia?

A mi juicio, su mayor éxito ha sido crear mayor conciencia en los ciudadanos comunes, y en especial en la población rural sobre los problemas ecológicos. La gente se ha dado cuenta de que el entorno es asunto de todos y no sólo del gobierno. Es en parte gracias a esta toma de conciencia que ahora los responsables políticos nos escuchan: los ciudadanos les exigen que protejan el medio ambiente.

El Cinturón Verde promovió también la idea de preservar el medio ambiente mediante los árboles pues estos satisfacen muchas necesidades básicas en las comunidades rurales. Cuando empezamos, en 1977, plantamos siete árboles en un pequeño parque de Nairobi. En esa época no teníamos ni viveros, ni personal, ni fondos pero sí una convicción: los campesinos tienen un papel que cumplir en la solución de los problemas ambientales. Hoy día hemos plantado más de 20 millones de árboles en todo Kenia. Este acto encierra un claro mensaje: todo ciudadano puede plantar al menos un árbol para mejorar su hábitat. De esta forma cada uno toma conciencia de que puede influir en su entorno, esto es un primer paso hacia una participación más activa en el seno de la sociedad. Como los árboles que hemos plantado son bien visibles, estos son los mejores embajadores de nuestro movimiento.

Pese a la Cumbre de Río, en 1992, y el protocolo de Kyoto sobre el clima, firmado en 1997, los programas y las campañas de protección del medio ambiente a nivel mundial prácticamente no avanzan. ¿Por qué?

Lamentablemente para muchos dirigentes del planeta el desarrollo continúa significando cultivos comerciales extensivos, presas hidroeléctricas onerosas, hoteles, supermercados y artículos de lujo que contribuyen al pillaje de los recursos naturales. Es una política a corto plazo que no responde a las necesidades básicas de la población: una alimentación adecuada, agua potable, vivienda, hospitales cercanos, información y libertad. Esta frenética carrera hacia un supuesto «desarrollo» ha relegado a un segundo plano la protección medioambiental. El problema es que aquellos que son en buena medida responsables de la destrucción del medio ambiente son precisamente los que deberían apoyar las campañas ecológicas y no lo hacen. Los que tienen el poder político hacen negocios y mantienen estrechas relaciones con las multinacionales y estas tienen como única meta ganar dinero a expensas del medio ambiente y de la población.

Nosotros sabemos que las multinacionales persuaden a muchos dirigentes políticos de no tomar en serio las conferencias internacionales sobre el medio ambiente. Estoy convencida de que como ciudadanos debemos negarnos a estar a merced de esas empresas. Estas pueden ser absolutamente implacables: inhumanas.

Usted fue primero universitaria, luego ecologista. En la actualidad se define como una militante por la democracia. ¿Cómo analiza usted esa evolución?

Pocos son hoy los ecologistas que se preocupan solamente por el bienestar de las abejas, las mariposas y los árboles. Saben que es imposible preservar el entorno si el Estado no controla a las industrias contaminantes y la deforestación. En Kenya, se ha autorizado a empresas inmobiliarias a construir lujosas residencias en el corazón de los bosques primarios. Como individuos responsables es nuestro deber oponernos a ello. Pero cuando uno se inmiscuye en este tipo de asunto entra en conflicto directo con los responsables políticos y se le tacha de agitador.

En los años 1970, cuando enseñaba en la Universidad de Nairobi, tuve la percepción de que los derechos académicos de las profesoras no eran respetados en la universidad por el hecho de ser mujeres. Luché entonces por reivindicar esos derechos. Simultáneamente, me vi enfrentada a otros problemas como los derechos humanos, que estaban estrechamente relacionados con mi trabajo pero que al principio no había visto con claridad. Eso me condujo a abordar los problemas de gobernanza.

En el transcurso de esos años 1970, aprendí que en una democracia joven como la nuestra, era muy fácil para los gobernantes convertirse en dictadores y luego utilizar los recursos nacionales como si fueran de su propiedad personal: la Constitución les daba atribuciones que les permitían hacer mal uso de las instituciones y de los recursos del Estado. Me incorporé entonces al movimiento en pro de la democracia. Reclamé reformas constitucionales y un espacio político para garantizar la libertad de pensamiento y expresión.

No podemos vivir bajo un sistema político que mata la creatividad y atemoriza a los individuos.

Con sus títulos académicos usted podría haber vivido cómodamente en Occidente. Pero prefirió regresar a Kenya. Sin embargo, durante 25 años ha sido insultada, amenazada, golpeada, encarcelada y en varias oportunidades se le prohibió abandonar el país. ¿Lamentó alguna vez haber regresado al país para defender sus ideales?

Convertirme en una militante no fue una decisión deliberada, pero nunca me arrepentí de haber regresado a Kenya y de contribuir al desarrollo de mi país y de mi región. Sé que mi acción no ha sido totalmente inútil. Muchas personas vienen a verme y me dicen que mi labor los ha inspirado. Siento una gran satisfacción porque al comienzo, en especial durante la dictadura, era difícil hablar.

Hasta hace pocos años, había personas que se me acercaban en la calle y murmuraban: «Estoy con usted y rezo por usted». Tenían miedo hablarme y de ser vistos conmigo ya que corrían el riesgo de ser castigados. Al quedarme en Kenya y enfrentar procesos y tribulaciones constituí una fuerza más positiva que si me hubiera marchado a otro país. Habría sido muy distinto si viviendo en Occidente hubiera alzado la voz para decir: «Mi país debe hacer esto o lo otro». Al permanecer aquí doy aliento a mucha más gente.

¿Piensa que sufrió virulentos ataques y atropellos porque se opuso a decisiones tomadas por hombres?

Nuestros hombres piensan que las mujeres africanas deben ser obedientes y sumisas –y en ningún caso superior a sus maridos. No cabe duda de que al comienzo mucha gente me combatió porque soy mujer: era intolerable que tuviera opiniones tan concluyentes. Sé que en ocasiones ciertos hombres en posiciones influyentes, entre ellos el Presidente Daniel Arap Moi, [de 1978 a 2002] se burlaron de mí. Hubo parlamentarios que me reprocharon el hecho de estar divorciada. Creo que en el fondo de ellos mismos, esperaban que al poner en tela de juicio mi feminidad lograrían someterme. Después se dieron cuenta de su error.

En 1989, por ejemplo, tuvimos un serio enfrentamiento con las autoridades: para salvar el Parque Uhru, de Nairobi. Afirmé que sería absurdo destruir ese hermoso parque en el centro de la ciudad para reemplazarlo por un complejo de viviendas. Era el único lugar de Nairobi donde las familias podían pasar un rato al aire libre con su familia. Cuando lancé la campaña contra la construcción del «monstruo del parque», nombre con el que más tarde se conoció al proyecto inmobiliario, se me ridiculizó y se me acusó de no entender el desarrollo. No he estudiado esta disciplina, pero sé que una ciudad necesita espacios verdes. Felizmente otras ONG y miles de ciudadanos se sumaron a nuestras protestas y logramos salvar el parque. El gobierno, que quería destruirlo, lo declaró después patrimonio nacional. [...]

Entrevista realizada por Ethirajan Anbarasan

Leer la entrevista íntegra en el Correo de la UNESCO:
<http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001182/118279s.pdf>

¿Cómo se portan las ciencias de la Tierra en África?

La crisis en la enseñanza de las geociencias en África fue subrayada en 2008 en esta revista, en ocasión del Año Internacional del Planeta Tierra. Los autores señalaron la paradoja según la cual los países africanos se muestran cada vez más impacientes por explotar sus abundantes geo-recursos como motor de su desarrollo socio-económico, incluso a pesar de que sus sistemas educativos no están en capacidad de aceptar el desafío. Ellos alertaron sobre «las flagrantes desigualdades que aparecen en el conjunto del continente en materia de capacidades de enseñanza y de medios de investigación».

Esta situación incitó a los gobiernos africanos a invitar a la UNESCO para que lanzara la Iniciativa por la Enseñanza de Ciencias de la Tierra en África. Como punto de inicio del proyecto la UNESCO ha iniciado una serie de talleres regionales de orientación a través de toda África para evaluar las capacidades y las necesidades en enseñanza, investigación y explotación de las geociencias, así como precisar el papel que correspondería a la UNESCO y a sus socios.⁹

Como complemento de esta evaluación preliminar, la UNESCO solicitó un estudio de las tendencias bibliométricas de los científicos africanos entre 2000 y 2010. El estudio que acaba de publicarse tomó como referencia *El Journal of African Earth Sciences*. Los resultados son edificantes. La mayoría de los artículos procedían apenas de 10 países africanos. Ello hace pensar que la Iniciativa de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra en África debería concentrar sus esfuerzos en el fortalecimiento de la enseñanza y de la investigación geológica así como en la colaboración en los países que actualmente publican poco.

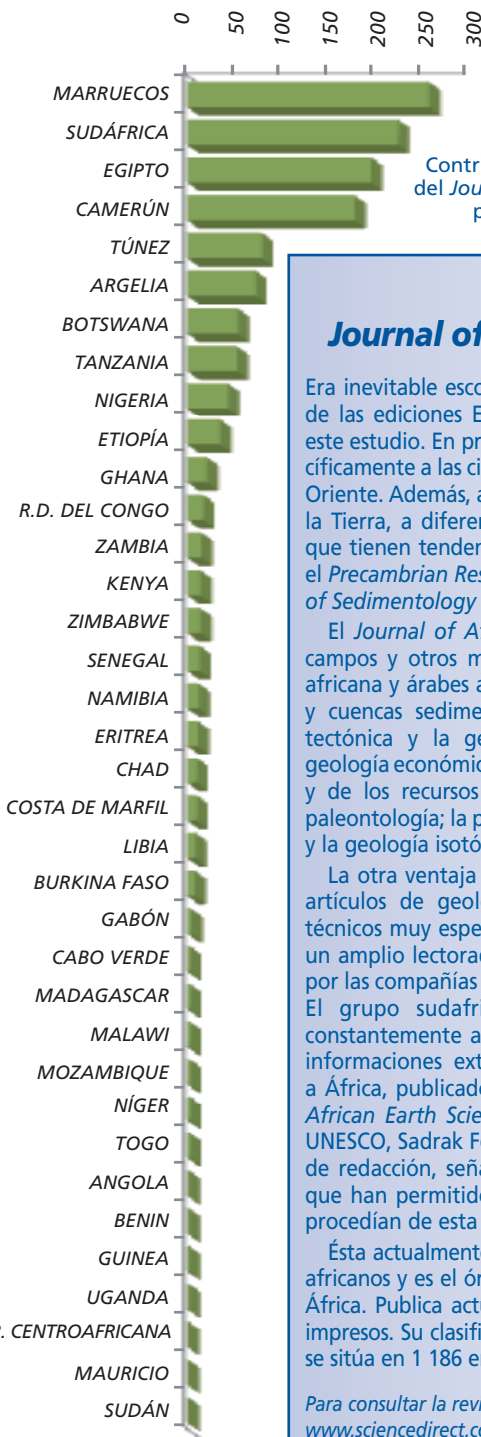
© Jenny Tait

Los estudiantes recogen muestras de carbonatos en República Centroafricana. La dirección del campo magnético de la Tierra se ha invertido varias veces durante el transcurso de los tiempos geológicos (el paleogeomagnetismo), orientándose hacia el norte luego hacia el sur y viceversa. Las rocas que forman la superficie de la Tierra dan fe de ello. Es posible, al estudiar las rocas de diferentes edades, reconstituir estos cambios sucesivos y reconstruir la historia de la deriva de los continentes (el movimiento de las placas tectónicas). El núcleo de hierro en fusión de la Tierra sería el origen de este campo magnético. El campo magnético se orienta hoy hacia el norte, pero los geofísicos han detectado señales que indican que de aquí a miles de años los polos magnéticos de la Tierra podrían cambiar nuevamente sus posiciones.

Los talleres de orientación organizados en 2009 y 2010 pusieron de manifiesto algunos problemas comunes al conjunto de África. Los participantes observaron, por ejemplo, que las ciencias de la Tierra actualmente eran enseñadas sólo en la universidad y recomendaron que fueran incluidas en los programas elementales y secundarios. En la enseñanza superior, la principal preocupación era lograr atraer un mayor número de estudiantes –y principalmente a los más brillantes– hacia este campo juzgado menos prestigioso que la biología, la química o la física las cuales, aparecen en todos los niveles de enseñanza. Incluso en África del Norte, donde existen facultades de geología bien organizadas y Oficinas de Investigaciones Geológicas, las inscripciones en ciencias de la Tierra están en baja.

Los participantes se lamentaron por la insuficiencia de laboratorios de análisis en todos los países con la notable excepción de Sudáfrica y desearon una mejor integración entre la universidad y la industria para paliar estas insuficiencias. «Los geocientíficos africanos están aislados», señalaron. «Falta no sólo los vínculos estrechos con la comunidad internacional de los investigadores» señalaba el informe de la UNESCO sobre los talleres, «sino incluso las interacciones a través del continente, en el interior de las regiones y en el seno de un mismo país, son escasas y hasta inexistentes como es el caso en República Democrática del Congo».

El informe señala, por otro lado, las sorprendentes diferencias en el continente, comenzando por el medio ambiente geológico. En materia de diferencias culturales, «el problema del idioma, que



¿Por qué el Journal of African Earth Sciences?

Era inevitable escoger el *Journal of African Earth Sciences*, de las ediciones Elsevier, como revista de referencia para este estudio. En primer lugar, este periódico se dedica específicamente a las ciencias de la Tierra en África y en el Medio Oriente. Además, abarca todos los campos de las ciencias de la Tierra, a diferencia de las otras revistas internacionales que tienen tendencia a ocuparse de un solo campo, como el *Precambrian Research*, el *Journal of Petrology*, el *Journal of Sedimentology* o el *Journal of Volcanology*.

El *Journal of African Earth Sciences* abarca todos estos campos y otros más, como el geodinámico de las placas africana y árabes así como sus cinturones móviles, cratones y cuencas sedimentarias; la evolución de la corteza, la tectónica y la geología estructural de esta región; la geología económica de los principales yacimientos minerales y de los recursos de hidrocarburos; la estratigrafía y la paleontología; la petrología y la mineralogía; la geoquímica y la geología isotópica de África y del Oriente Medio.

La otra ventaja de la política de esta revista es publicar artículos de geología aplicada, más bien que artículos técnicos muy especializados; esta opción parece agradar a un amplio lectorado. Por ejemplo, el estudio es apreciado por las compañías que explotan los minerales y el petróleo. El grupo sudafricano de diamantes De Beers pone constantemente al día sus mapas geológicos gracias a las informaciones extraídas de los artículos que conciernen a África, publicados en su gran mayoría por el *Journal of African Earth Sciences*. El especialista de programa de la UNESCO, Sadrak Felix Toteu, quien forma parte del equipo de redacción, señala que la mayoría de los nuevos datos que han permitido precisar el Mapa Tectónico de África* procedían de esta revista.

Ésta actualmente acoge tanto autores africanos como no africanos y es el órgano oficial de la Sociedad Geológica de África. Publica actualmente 15 números al año, en línea e impresos. Su clasificación es elevada, y su factor de impacto se sitúa en 1 186 en 2011 y en 2063 sobre los cinco años.

Para consultar la revista:
www.sciencedirect.com/science/journal/08995362

* ver *Un Mundo de Ciencia*, julio 2011

aparece como un factor de división más que de unión, debería resolverse en interés de la cooperación panafricana. Al citar un ejemplo de las extremas desigualdades culturales constatadas en la región, el informe declara que mientras que a la mayoría de los talleres asistieron hombres y universitarios, al taller de Luanda en Angola, por lo menos la mitad de los participantes eran mujeres, procedentes del mundo de la industria y hablaban un solo idioma, el portugués». Esto no les ha impedido expresar «un profundo deseo de colaborar con sus colegas en el plano regional y crear

centros especializados regionales de excelencia con el apoyo del gobierno y de los industriales».

Los informes de talleres concluyeron todos en que era urgente fortalecer las redes en el continente. La UNESCO ha tomado nota de esta recomendación: trabaja para establecer una Red africana de instituciones en ciencias de la Tierra.

La UNESCO pone en marcha actualmente dos otros proyectos para dar curso a los talleres. Este año, trabajará con el gobierno de Djibouti en un proyecto experimental con vistas a introducir cursos de geología en las escuelas, así como sobre su extensión a otros países que estuvieran interesados. Una tercera actividad orienta a los jóvenes profesionales en ciencias de la Tierra. La UNESCO prepara actualmente un curso itinerante de formación en cartografía geológica de terreno, que confirma la importancia del papel de esta actividad en toda enseñanza práctica de las ciencias de la Tierra, y puede ayudar a estos países a identificar y a administrar mejor sus recursos minerales.

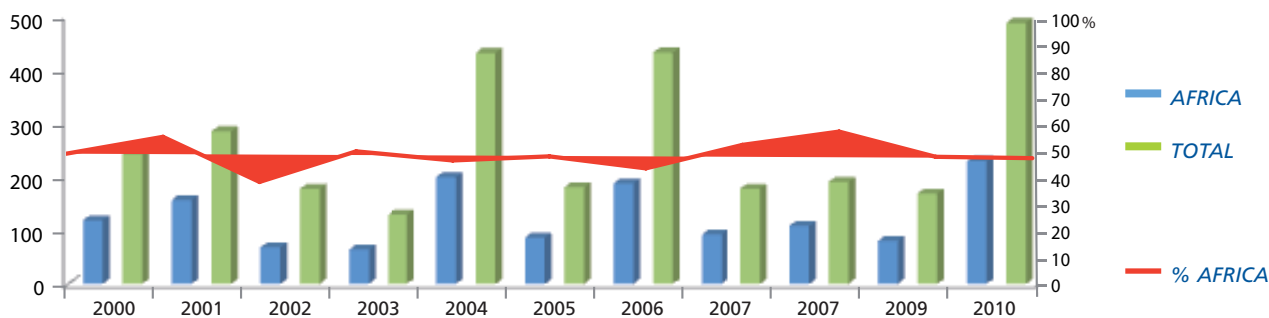
Una tasa relativamente baja de autores africanos

El estudio bibliométrico solicitado por la UNESCO en 2011 reveló que en total 1 387 autores de 36 países africanos habían publicado artículos en el *Journal of African Earth Sciences* entre 2000 y 2010. De esta cantidad, 1 200 (es decir 86,5% de los autores africanos) procedían de apenas diez países (*ver figura*). Los geo-científicos de los cuatro primeros países (Marruecos, Sudáfrica, Egipto, Camerún) habían suministrado más de 62% del total, aunque la contribución de Túnez marcó un neto aumento hacia 2010.

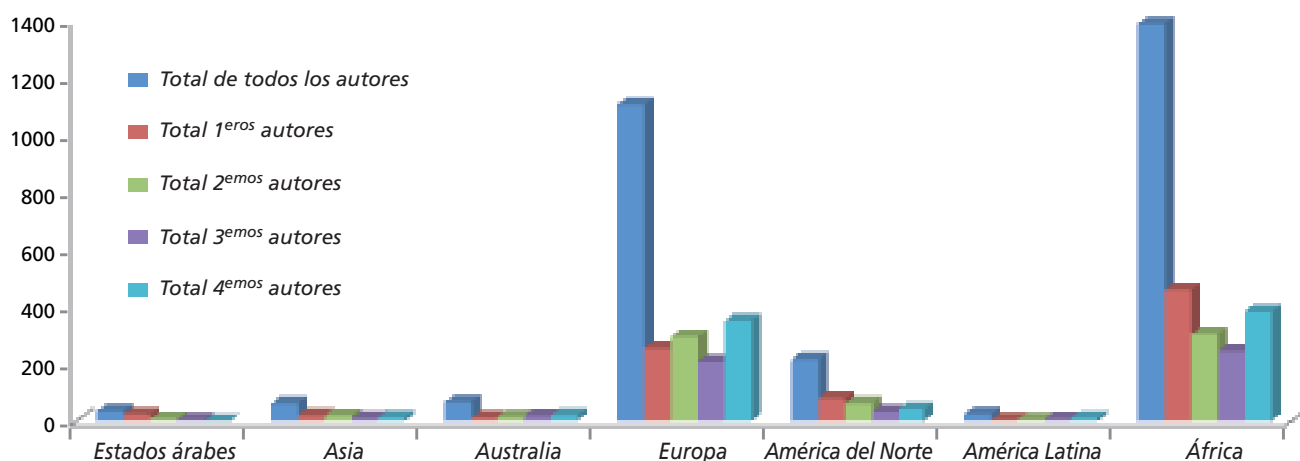
El orden de los países era ligeramente diferente tratándose de la cobertura geográfica de las investigaciones. Según este criterio, Egipto estaba primero, seguido de Marruecos, Sudáfrica, Camerún, Etiopía, Tanzania, Argelia, Túnez, Nigeria y Kenia. Más de un tercio de los artículos que se referían a investigaciones trataban de lugares de África Septentrional.

Se produjeron ligeras fluctuaciones en su volumen, pero en general la contribución de los africanos en el *Journal of African Earth Sciences* permaneció más o menos constante entre 2000 y 2010. En la óptica de este estudio, todos los autores vinculados a una institución africana fueron considerados como contribuidores africanos. Teniendo en cuenta los autores que publicaron más de un artículo, 2 894 autores fueron registrados para ese período del estudio. De esta cantidad, 48% (es decir 1 387 autores) estaban prioritariamente vinculados a instituciones africanas. Hubiera podido esperarse una proporción más elevada, tratándose de una revista totalmente dedicada a las ciencias de la Tierra en África (*ver tabla*).

Los autores que pertenecen a instituciones europeas componían el segundo grupo por orden de importancia, es decir 38%. Los autores de Norteamérica representaban 7,5% del total, mientras que el conjunto de autores de Australia, de Asia,



Evolución anual de la contribución de Africanos al *Journal of African Earth Sciences* (2000-2010)



Número total de autores del *Journal of African Earth Sciences* (2000-2010), según su continente de origen

de los Estados Árabes y de América Latina constituían los 6,5% restantes, en orden decreciente de volumen (*ver tabla*).

El estudio mostró que los artículos habían sido redactados por un máximo de ocho autores, con escasas excepciones. Alrededor del 77% de los artículos tenían cuatro autores o menos. Es interesante señalar que la cantidad de artículos firmados por varios autores aumentó ligeramente durante el período del estudio, en detrimento de los artículos firmados por uno solo. Esto indicaría ya sea un ascenso de la investigación en colaboración, o la preferencia de la revista por este tipo de investigaciones, o incluso las dos hipótesis. Dicho esto, un 99% de los artículos de autores múltiples emanaban de instituciones africanas de un mismo país, principalmente de Sudáfrica, Egipto, Marruecos y de Camerún. Se desprendía también del estudio una neta tendencia a la colaboración bi-continental, como entre África y Europa o África y Norteamérica.

La contribución de las mujeres en la revista ha sido mínima. Sobre este punto, el estudio sólo tuvo en cuenta a los primeros autores debido a la dificultad de distinguir el sexo de los autores de quienes sólo los apellidos y las iniciales eran indicados. Por el hecho de que solo los autores muy conocidos (los primeros autores) podían ser identificados por comprobación con otras fuentes, como las páginas Web en Internet, se decidió limitar a este grupo la distinción entre los sexos. Apenas 8% de los primeros autores (68 de 853) resultaron ser mujeres, sin distinción de continentes. Entre ellas sólo 35 (alrededor del 4%) eran africanas.

El estudio bibliométrico confirmó que en la mayor parte de los países africanos, es totalmente necesario fortalecer la enseñanza en ciencias de la Tierra y estimular la investigación. El aislamiento de los científicos africanos también debe romperse gracias a una cooperación fortalecida entre instituciones e investigadores africanos. Ya se trate de enseñanza o de investigación, la puesta en red de las instituciones debe ser una prioridad para la Iniciativa de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra.

Sarah Gaines¹⁰, Asfawossen Asrat¹¹
y Sadrak Felix Toteu¹²

Para leer el informe completo:

<http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002148/214888e.pdf>

Para más detalles (Nairobi): sf.toteu@unesco.org; (París): s.gaines@unesco.org

8. *¿Cual es el futuro para la enseñanza de las geociencias en África?*
Ver *Un Mundo de Ciencia*, abril 2008

9. *Los principales socios de esta iniciativa son la Sociedad Geológica de África, el Centro Internacional para la Formación y los Intercambios en Geociencias (CIFIG), la Asociación de las Mujeres Africanas en Geociencias, el Museo Real de África Central y la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas.*

10. *Especialista en Ciencias de la Tierra en la sede de la UNESCO, en París*

11. *Autor del estudio bibliométrico, Profesor Asociado, Departamento de las Ciencias de la Tierra, Universidad de Addis-Abeba, Etiopía: asrata@geol.aau.edu.et*

12. *Especialista en Ciencias de la Tierra en la Oficina Regional de la UNESCO para la Ciencia en África, en Nairobi*

Cuantificar la economía de la conservación

La Reserva de Biosfera de la Sierra del Espinhaço abarca 3 millones de hectáreas y tiene una población de 3,4 millones de habitantes. La formación de la mayor región montañosa de Brasil, con una altitud de 1 000 a 2 000 m, la Serra do Espinhaço tiene no uno sino *tres* puntos calientes de la biodiversidad: la Caatinga, el Cerrado y la Mata Atlántica.

Ocurre que esta reserva de biosfera es también la región del mundo donde la extracción minera es más intensa. La compensación que los municipios reciben de las empresas mineras es su principal fuente de ingresos, pero una tasa ecológica, impuesta desde hace casi 20 años, ofrece a los municipios una posibilidad de inversión muy atractiva. En vista del auge minero que conoce el estado de Minas Gerais desde hace diez años, se examina el potencial de estos dos mecanismos de financiación en el contexto del desarrollo sostenible de la reserva de biosfera.

Más de 300 años antes que la Serra do Espinhaço se convirtiera en 2005 en una reserva de biosfera, los colonizadores portugueses descubrieron en 1693 enormes yacimientos de mineral en una región que más tarde llamaron Minas Gerais (Minas Generales, literalmente), incluyendo bauxita, oro, gneis, granito, mineral de hierro, caliza, cuarzo y plata.

Desde el final del siglo XVII y hasta el siglo XIX, la Serra do Espinhaço sirvió como principal ruta para los viajeros que llegaban, en un primer tiempo, de São Paulo por el Camino Velho (antiguo itinerario) y posteriormente de Río de Janeiro por el Camino Novo (nuevo itinerario), también llamado Estrada Real (Itinerario Real). La ciudad histórica de Ouro Preto (*ver foto en página siguiente y n° 36 de los municipios en el mapa*), el Santuario de Bom Jesus de Congonhas y el centro histórico de la Vila de Diamantina dan fe de este intenso período de asentamiento. Ahora son sitios del Patrimonio Mundial destacados por su arquitectura barroca y por su arte.

Población limitada y gran industria minera

La mayor parte de Serra do Espinhaço tiene una población relativamente limitada cuyos dos tercios (2,3 millones) viven en la capital del Estado Federal, Belo Horizonte. Más de la mitad (29 de los 53 municipios del gobierno del Estado Federal) tienen menos de 10 000 habitantes, 17 menos de 50 000 y seis alrededor de 150 000 (*n° 4 en el mapa*).

La explotación minera es la principal actividad económica de Minas Gerais, pero este Estado practica también la ganadería extensiva, la agricultura de subsistencia y la recolección. En las zonas tapón, la agricultura, la artesanía, el turismo y la prospección de la biodiversidad se han beneficiado de la creación de la Reserva de Biosfera de la Sierra del Espinhaço.

Según el Instituto Brasileño de Mineração, la explotación minera ha transformado el perfil de los puestos de trabajo locales, mediante un personal especializado en casi todos los niveles de calificación. En general, las actividades mineras



©Miguel Andrade

Estos adolescentes de la comunidad tradicional de Parauninha ganan dinero cultivando especies vegetales nativas elementos de reforestación y decoración.



Ouro Preto se ha convertido en un popular destino turístico después de haber tenido un período de declive tras el traslado de la capital del gobierno del estado federal a Belo Horizonte en 1897.

© Miguel Andrade

han generado puestos de trabajo, han elevado el nivel de los ingresos, promovido el comercio interior y ampliado la base de los impuestos.

Todas las empresas mineras que operan en Brasil pagan regalías a los municipios como compensación por la explotación de los recursos minerales. Estas regalías se calculan sobre la base de la facturación neta de la venta de los productos una vez deducidos todos los impuestos de comercialización, los gastos de flete y seguro.

Esta compensación se calcula sobre la base de un porcentaje: 0,2% para las piedras preciosas, las piedras de colores y carbonatadas y los metales preciosos; 1% para el oro, el 2% para el hierro, 3% para el aluminio, el manganeso, la sal de roca y el potasio. Los dos tercios (65%) son atribuidos a los municipios de donde provienen los minerales. Aproximadamente el 23% se destina al Estado de origen y un 12% al Estado Federal.

Los dos Estados más productivos son el Minas Gerais (45%) y Pará en el extremo norte (33%). Por consiguiente, reciben la mayor parte de las regalías: 43% del total de los derechos ingresados en Brasil, de enero a agosto de 2009, se encontraban en Minas Gerais¹³.

El crecimiento de la población en la Reserva de Biosfera de la Sierra del Espinhaço fue irregular entre 2000 y 2010. No es de extrañar que haya sido más fuerte en los 15 municipios que recibieron la mayor parte de las regalías. Por el contrario, en los que carecen de yacimientos minerales, la tendencia de crecimiento económico se estancó o fue negativa.

La retribución del protector

La tasa impuesta por el gobierno del Estado sobre la circulación de los bienes y de los servicios (*Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços, ICMS*) data de los años 1950. Este impuesto de alrededor de 18% sobre el consumo –variable según los Estados– representa hoy el 90% de los ingresos de cada Estado, de los cuales un cuarto se destina a los municipios.

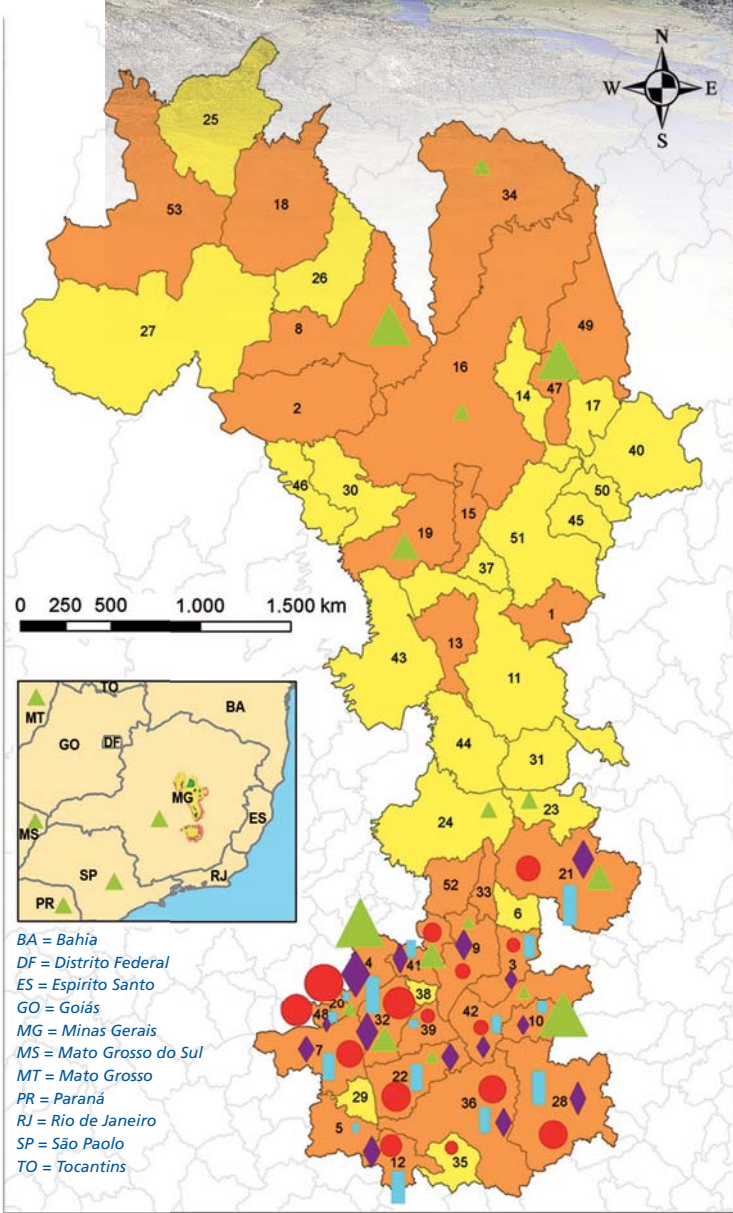
En 1988, Brasil adoptó una nueva Constitución Federal que autorizaba a los Estados a definir por la vía legislativa sus propios criterios para compartir con los municipios los derechos procedentes de los ICMS. Poco después, varios municipios de Paraná y de Minas Gerais con vastas zonas protegidas se quejaron de ser penalizados por las restricciones sobre los tipos de actividades que se les permitió ejercer en sus territorios. May y col. informan, por ejemplo, en *Selling Forest Environmental Services* (2002) cómo los municipios de Minas Gerais, que albergan el Parque del Estado del Rio Doce, la más vasta extensión ininterrumpida de bosque atlántico, lanzaron a principios de 1990 un movimiento reclamando una compensación financiera en forma, por ejemplo, de una parte de los derechos de entrada al parque.

Minas Gerais reacciona, por consiguiente, en 1992 mediante la introducción de criterios ecológicos en el impuesto que percibía sobre la circulación de los bienes y de los servicios. El objetivo de este nuevo impuesto ecológico (ICMS-E) era indemnizar a los municipios que tienen grandes zonas protegidas para compensar las restricciones sufridas, pero sobre todo se quería animarles a invertir en la conservación. El impuesto ecológico se basaba en el principio de «retribución del protector».

Dos décadas más tarde, diez Estados adoptaron el mecanismo del ICMS-E. Un municipio puede beneficiarse de los impuestos mediante la creación o ampliación de una zona protegida, o invirtiendo en una zona existente para mejorar su conservación –ya sea una decisión tomada por el propio municipio o por el Estado en cuestión. El porcentaje de los ingresos a los que tiene derecho el municipio se determina midiendo el Coeficiente de Conservación de la Biodiversidad que corresponde a este municipio.

En Minas Gerais, la superficie protegida se ha incrementado de manera significativa desde que el impuesto ecológico fue instituido para los respectivos municipios. En los tres primeros años que siguieron a la aprobación de esta ley, la cantidad de zonas de conservación se ha duplicado, aunque la mayoría de estas nuevas zonas protegidas tenían por principal objetivo el uso sostenible más que la simple conservación.

©Miguel Andrade



- BA = Bahia
- DF = Distrito Federal
- ES = Espírito Santo
- GO = Goiás
- MG = Minas Gerais
- MS = Mato Grosso do Sul
- MT = Mato Grosso
- PR = Paraná
- RJ = Rio de Janeiro
- SP = São Paulo
- TO = Tocantins

- ICMS-E existente
- Crecimiento de la Población
- Municipios con explotaciones mineras en su territorio
- Índice de Desarrollo Humano
- Titulares de derechos de explotación minera
- Municipios sin explotaciones mineras en su territorio

Municipios de la Reserva de Biosfera de la Serra de Espinhaço

La cadena montañosa de la Sierra de Espinhaço tiene la mayor densidad de plantas endémicas de Brasil, especialmente en la Serra do Cipó, en la foto con el pueblo de Lapinha. La Serra do Cipó es una de las 13 zonas centrales de la reserva de la biosfera. Esta cadena montañosa es un verdadero castillo de agua, porque es el origen de los ríos São Francisco, Doce y Jequitinhonha, que desembocan en el Atlántico, y que abastecen de agua a millones brasileños, especialmente de las comunidades tradicionales, que dependen en gran medida de ellas. Desafortunadamente, en la actualidad estos ríos están amenazados por la deforestación, los incendios, la sedimentación y la contaminación.

A finales de 2009, Minas Gerais contaba con 72 unidades de conservación –al garantizar una protección integral y estimular el uso sostenible– declaradas al Instituto Estatal de Florestas, de las cuales 14 son administradas directamente por las municipalidades. De los 3 076 millones de hectáreas cubiertas por la Reserva de Biosfera de la Sierra del Espinhaço, los dos tercios (2 085 millones de hectáreas) son hoy unidades de conservación. Veintiuna de estas unidades se encuentran en las zonas tapón de la reserva de biosfera: se reparten en 16 zonas de protección del medio ambiente, un bosque del Estado y cuatro reservas naturales de derecho privado.

El impuesto ecológico, eterno pariente pobre

Como un mecanismo económico pionero para la conservación, el ICMS-E es muy prometedor. Pero su impacto fue más pronunciado en algunos municipios que en otros. Los ingresos anuales del municipio de São Gonçalo de Rio Preto (nº 47 en el mapa), por ejemplo, aumentaron en un 3 691% desde la creación del impuesto ecológico.

Los ingresos de este impuesto ecológico, sin embargo, siguen siendo modestos en relación con los servicios prestados por el ecosistema de la reserva de biosfera: 22,7 millones de reales fueron transferidos a los municipios en 2009, lo que representa un promedio de no más de 10 reales por hectárea y

por año. Estos ingresos también tienden a ser mal distribuidos, ya que las zonas protegidas municipales a menudo son bastante pequeñas. Por eso, algunos municipios han preferido otras fuentes de ingresos, tales como la especulación inmobiliaria.

En comparación, los derechos de explotación minera recibidos por las municipalidades en 2010 alcanzaron los 389,3 millones de reales, es decir 17 veces la de los impuestos ecológicos. Más de la mitad de estas sumas sólo benefició a tres municipios: Nova Lima (n° 32 en el mapa) 81,4 millones de reales, Itabura (n° 21) 74,6 millones y Mariana (n° 28) 65,4 millones. Los municipios tendrían, por tanto, gran interés en aliarse al sector minero para invertir estas regalías en la creación de «municipios verde» cubriendo así los costos de mantenimiento y restauración de los ecosistemas dañados que prestan servicios como el suministro de agua pura y la fertilidad del suelo.

En la actualidad existe un antagonismo, por un lado, entre la necesidad de salvaguardar los servicios prestados por el ecosistema y por otro el auge de la extracción minera y el progreso de la urbanización y de las infraestructuras. El precio de la tonelada de hierro se ha incrementado significativamente en diez años. El sector minero está en condiciones de distribuir los dividendos substanciales que dopan la economía.

Este auge económico suscita en cambio una afluencia de población en la región. Sin embargo, la afluencia de una población más numerosa y más acomodada aumenta la demanda de materias primas. Esto ejerce una presión considerable en la Serra do Espinhaço. El propio sector minero lo sufre ya que la intensificación de las operaciones de extracción no sólo ha causado daños al medio ambiente, sino que está empobreciendo los recursos mineros.

Todavía es posible hacerlo mejor

El *Plan de Acción de Madrid para las Reservas de Biosfera* (2008–2013) formula tres recomendaciones principales para la gestión financiera de las reservas de biosfera: mejorar los mecanismos de financiación, retribuir los servicios brindados por los ecosistemas y relacionar a los socios para la gestión de los bosques y de los recursos hídricos.

En Brasil, ni las regalías procedentes de la explotación minera ni los impuestos ecológicos son mecanismos perfectos para remunerar los servicios prestados por los ecosistemas. El actual sistema de compensación tiene el defecto de impedir a los jefes de las compañías mineras relacionarse con las autoridades de las zonas donde se encuentran sus actividades. En la actualidad, no existen criterios medioambientales que los obliguen a invertir a nivel local las regalías procedentes de la minería. De manera que las zonas de conservación y zonas más grandes de las reservas de biosfera obtienen beneficios financieros insuficientes en compensación por el uso hecho por la industria minera de sus tierras y de sus vías fluviales.

El impuesto ecológico tiene el defecto de indizar los ingresos sobre los gastos de consumo. Esto es una paradoja difícil, porque el Estado sólo podrá reducir la presión sobre los ecosistemas mediante la adopción de patrones de consumo de bienes y servicios más sostenibles. No es suficiente adoptar nuevos sistemas de gestión o de la legislación. En primer lugar, habrá que elaborar previamente políticas públicas que protejan mejor los ecosistemas y que prevean su restauración si es necesario.



Mina de hierro de la comunidad de Itabirito (n° 22 en el mapa)

A pesar de las deficiencias de las regalías y del impuesto ecológico estos dos mecanismos podrían, no obstante, servir para promover el diálogo entre los defensores de los diferentes intereses en juego. El equipo de gestores de esta reserva de biosfera prevé iniciar el diálogo con las empresas mineras para persuadirlos a adoptar métodos que mantengan los ecosistemas en buen estado. También se proponen alentar a los propietarios privados a que creen ellos también zonas protegidas para constituir un mosaico de zonas protegidas públicas y privadas dentro de la reserva de biosfera. Hay muchas otras tareas urgentes, tales como la rehabilitación de las zonas de explotación y ríos que las atraviesan o la mejora de las relaciones entre las empresas mineras y las comunidades locales.

Al asociar el diálogo y la cooperación, el equipo de gestión de la Serra do Espinhaço espera hacer de la reserva de biosfera un modelo de desarrollo sostenible.

Sérgio Augusto Domingues¹⁴,
Cláudia Santiago Karez¹⁵,
Isabella Virginia Freire Biondini¹⁶
y Miguel Ângelo Andrade¹⁷

Para más información sobre las buenas prácticas en las reservas de biosfera de América Latina, ver la recopilación de estudios publicados en 2010 por la Red IberoMAB (en español y portugués): www.unesco.org/uy/mab/es/areas-de-trabajo/ciencias-naturales/mab/publicaciones/libros.html

13. Alrededor de 218,38 millones de réaux sur 500,45 millions

14. Administrador de la Reserva de Biosfera de la Serra do Espinhaço: sergioguto@gmail.com

15. Especialista de Programa en la Oficina Regional de la UNESCO para la Ciencia en América Latina y el Caribe, en Montevideo

16. Fundación João Pinheiro

17. Universidad Pontificia Católica de Minas Gerais

