



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura



La fauna, la flora y el calentamiento global, p. 2

# Un Mundo de **CIENCIA**

Boletín trimestral  
de información sobre las  
ciencias exactas y naturales

Vol. 8, No. 1  
Enero-marzo 2010

## SUMARIO

### ENFOQUES ...

- 2 La fauna, la flora y el calentamiento global

### ACTUALIDADES

- 10 Para la Sra Bokova, la ciencia debe ser una prioridad
- 10 Preocupación por el presupuesto de la ciencia
- 11 Colombia sede del mayor maratón espacial del Año
- 11 Lanzamiento del Consorcio para la ciencia en el Sur
- 12 Entrega de tres premios científicos
- 12 Una escuela de biosfera para Guinea Bissau
- 13 La salud de los océanos vital para combatir el cambio climático
- 14 El hundimiento de los karez obliga a los Iraquíes a huir
- 14 El desarrollo sostenible necesita de su dimensión cultural
- 15 Dos premios Nobel para laureadas L'ORÉAL-UNESCO
- 15 18 países prueban el sistema de alerta para tsunamis

### ENTREVISTA

- 16 Farouk El-Baz regresa a la Luna

### HORIZONTES

- 18 Los curanderos de Bushbuckridge descubren sus derechos
- 21 ¿Salvará al Mar de Aral un tinte azul?

### BREVES

- 24 Agenda
- 24 Nuevas Publicaciones

## EDITORIAL

### Mañana comienza hoy

**T**al vez no tuvo grandes titulares, pero la preservación a largo plazo de la biodiversidad se encuentra, ella también, pendiente de los resultados de las negociaciones de Copenhague sobre el clima. Como lo explican los autores de *La fauna, la flora y el calentamiento global*, que aparece en las páginas siguientes, el impacto del calentamiento global sobre la biodiversidad «será profundo y general».

Incluso hasta de 2 °C, el calentamiento global va a estresar las especies y los ecosistemas y por ejemplo, ocasionará el blanqueamiento de los arrecifes coralinos de Australia, del Sudeste Asiático y del Caribe. Si queremos limitarlo a 2 °C en el transcurso del siglo, debemos actuar rápidamente y con determinación; ahora bien, algunas delegaciones en Copenhague acaban de decidir dejar para mañana lo que hubiera podido hacerse hoy. Dos semanas de tensas negociaciones concluyeron el 18 de diciembre en un vago acuerdo firmado por una minoría de países, que no implica, a nivel internacional, ningún compromiso vinculante para la reducción de las emisiones de carbón, incluso mencionándose el objetivo de limitar a 2 °C el incremento de la temperatura media mundial. El Acuerdo de Copenhague ratifica igualmente el mecanismo de reducción de las emisiones debidas a la deforestación y al deterioro de los bosques en los países en desarrollo (REDD). En un próximo número examinaremos, las implicaciones de esta decisión para la preservación de la biodiversidad.

El mensaje del Año Internacional de la Biodiversidad es claro: actúe ahora para reducir el ritmo alarmante de las pérdidas de biodiversidad, o láméntelo mañana. El cambio climático no es evidentemente la única amenaza que pesa sobre la biodiversidad. Las pérdidas de hábitat, la deforestación, la sobreexplotación de los recursos pesqueros y las especies invasoras son otras manifestaciones.

El Año se inicia el 21 de enero en la sede de la UNESCO en París. Su lanzamiento será seguido de una conferencia en el transcurso de la cual los científicos mostrarán cómo los nuevos conocimientos pueden facilitar la toma de decisión en materia de biodiversidad. Ellos tratarán entre otras de una taxonomía de nueva generación, de una biogeografía vinculada al cambio climático, del establecimiento de prioridades para la biodiversidad y de la interfaz entre ciencia de la biodiversidad y política. Las actas y las recomendaciones de la conferencia serán presentadas en octubre a la vez en el Consejo Ejecutivo de la UNESCO y en la reunión en Japón de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).

La importancia de la biodiversidad en el desarrollo económico estará también en el programa de la conferencia científica de enero. ¿Quién hubiera imaginado, por ejemplo, que un simple tinte natural podría resolver una parte de los problemas ecológicos y socioeconómicos más agudos de la cuenca del mar de Aral, como lo veremos en este número?

La educación será uno de los objetivos del Año. Una exposición itinerante partirá el 30 de enero del sede de la UNESCO para una gira alrededor del mundo en la que se transmitirá a los políticos, a los encargados de tomar decisiones, a los jóvenes y al gran público los principales mensajes del Año. Seguirá en octubre un kit educativo sobre la biodiversidad biológica y cultural, para los profesores y los formadores.

El Año también pondrá en evidencia los lazos entre diversidad biológica y cultural. La UNESCO auspiciará en junio junto con la CDB y otros organismos, una conferencia internacional sobre la diversidad biológica y cultural, en Montreal, Canadá. Como veremos en las páginas que siguen, los curanderos tradicionales de Bushbuckridge, en África del Sur, ilustran la simbiosis de las dos entidades. Al tomar conciencia de sus derechos, se proponen hacer respetarlos. Las ventajas serán a corto y a largo plazo, ya que al proteger las plantas medicinales –su medio de existencia–, protegerán al mismo tiempo la salud de sus comunidades.

W. Erdelen  
Subdirector General para las ciencias exactas y naturales

# La fauna, la flora y el calentamiento global

El Año Internacional de la Biodiversidad constituirá una plataforma ideal para una vez más defender la causa de la preservación de las especies que desaparecen a una velocidad alarmante. Si bien es probable que los defensores de la conservación incriminarán la destrucción de los hábitat, las especies invasoras, la sobrepesca en el mar y la contaminación, es evidente que el impacto global del cambio climático sobre los ecosistemas y las especies será, al parecer, quien ocupe los principales titulares.

Más allá de los bellos discursos y la sensibilización del público, subyace un enorme reto científico. Los políticos y los encargados de tomar decisiones tienen necesidad de información detallada y geográficamente precisa sobre la forma en que los ecosistemas y las especies reaccionarán al cambio climático antes de tomar decisiones sabias sobre el uso de las tierras, la gestión y la preservación de los recursos. Con el fin de desafiar este reto, los científicos están elaborando un apasionante conjunto de nuevas técnicas y modelos destinados a reducir las incertidumbres y poder tomar así importantes decisiones referentes a la conservación en un mundo real con un máximo de confiabilidad. Exponemos aquí algunos problemas claves previstos de los efectos del cambio climático sobre las comunidades ecológicas, y presentamos algunas soluciones novedosas que se vienen elaborando con el fin de resolver estos problemas.

Es comprensible el énfasis que el Año Internacional de la Biodiversidad pondrá en el cambio climático. En primer lugar, aún considerando el improbable escenario de un rápido control de las emisiones de gas de efecto invernadero, el calentamiento global ya se admite como algo ineludible. Las últimas proyecciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (en inglés IPCC) de 2007 prevén escenarios con incrementos en las temperaturas medias globales que oscilan entre 1,8 °C y 4 °C a lo largo del siglo, respecto a las medidas durante el siglo XX, acompañadas de una modificación del régimen de las precipitaciones (lluvia y nieve) y de variaciones estacionales del clima. El calentamiento global de este siglo podría sobrepasar las previsiones más pesimistas del IPCC si las emisiones de



© Departamento Forestal/Alain Compost

*Tala ilegal de árboles en Gima Siak Kecil-Bukit Batu, Reserva de Biosfera desde el mes de mayo. Esta zona de turba alberga dos reservas de fauna y flora que acogen al tigre de Sumatra (foto), al elefante, al tapir y al oso de los cocoteros. Pero la deforestación pone al descubierto la turba, elaborada durante milenios a partir de la descomposición de las plantas. La turba contiene cantidades considerables de CO<sub>2</sub> que escapan a la atmósfera cuando se quema<sup>1</sup>. Los incendios en los bosques, en particular en las turberas, son la principal fuente de emisión de gas de efecto invernadero en Indonesia (70 a 75% del total).*



carbono no son rápidamente controladas. El impacto sobre los animales y plantas será profundo y general (ver tabla página 4).

En segundo lugar, el cambio climático se ha convertido en el tema dominante del orden del día para el medio ambiente en este nuevo siglo. Los encargados de tomar decisiones y los políticos tratarán, probablemente, de armonizar la conservación de la biodiversidad con la evolución del clima y no exclusivamente de proteger la diversidad biológica. Esta será una nueva oportunidad para recordarle al público que la desaparición de algunas especies y el deterioro de los ecosistemas no llegaron a su fin con la firma del Convenio sobre la Diversidad Biológica en 1992.

## ¿Qué entendemos por biogeografía de la conservación?

El clima es un factor crucial en prácticamente todos los aspectos de la ecología, la fisiología y el comportamiento de un organismo, a tal punto que las repercusiones de la evolución del clima están marcadas por una extrema e inevitable complejidad. A la hora de su modelación, ello representa un considerable reto para los científicos que se esfuerzan por prever cómo podrán reaccionar los organismos y los ecosistemas particulares, aún cuando no existe un método que pueda dar respuestas unívocas. La biogeografía ha concentrado sus esfuerzos fundamentalmente en dos aspectos esenciales: 1) ¿Cómo será afectada el área geográfica actual de las especies según los diversos pronósticos del cambio climático? 2) ¿Cuántas especies y cuáles no podrán ajustar su área geográfica en función de la evolución del clima, y estarán entonces amenazadas de desaparición? El estudio de las distribuciones geográficas pertenece a una de las más antiguas disciplinas biológicas, la biogeografía. Esta se ocupa de la distribución de organismos vivos sobre la Tierra y de los procesos que determinan estos patrones geográficos.



*«Durante el verano austral 2002-2003, grandes icebergs se desprendieron del casquete glacial del Mar de Ross. Ello obligó a los pingüinos Adelia a atravesar inmensas extensiones de hielo para cavar sus nidos. La mayoría de las aves ponedoras no pudieron criar a sus polluelos por falta de alimentos». Emma Marks, una de las laureadas del concurso de fotos de la UNESCO: El rostro cambiante de la Tierra*

© UNESCO/Emma Marks

La biogeografía es menos conocida que otras ciencias emparentadas, como la ecología y la evolución, pero esto pudiera cambiar pronto. En estas dos últimas décadas, pasó del estatus de ciencia más bien histórica descriptiva al de una disciplina dinámica portadora de importante información sobre el futuro de lo vivo en este planeta. Esta transformación se debe a notables progresos técnicos como las bases de datos de distribución de las especies y las superpotentes computadoras capaces de simular los procesos biogeográficos complejos. Esta transformación está acompañada de una creciente toma de consciencia sobre la importancia de la biodiversidad para preservar la buena salud de los ecosistemas, y de la emergencia de la idea de que el cambio climático pudiera representar el más grande reto del siglo XXI en materia de conservación. Por todas estas razones, y en el marco del Año Internacional de la Biodiversidad, la Sociedad Internacional de Biogeografía y la UNESCO apadrinarán en enero, en París, un seminario de un día sobre la Biogeografía de la Conservación. El tema resulta un punto de confluencia y el marco conceptual de biogeógrafos, fisiólogos, matemáticos, modeladores y estudiosos de la ciencia del comportamiento, que intentarán desarrollar, entre otros, las herramientas de previsión para evaluar el impacto del cambio climático sobre la diversidad. Se destacan dos enfoques fundamentales: el de los modelos mecanicistas y el de los modelos de la distribución de las especies.

### Modelos mecanicistas

Los modelos mecanicistas investigan la cuantificación de las relaciones entre los principales procesos fisiológicos o de comportamiento y el ambiente externo. Por ejemplo, un numeroso grupo de peces de agua dulce como la trucha o el salmón están adaptados a ríos rápidos y frescos; su fisiología no tolera una temperatura del agua más elevada. Estos límites críticos pueden ser evaluados de forma experimental y prever el área futura de la especie según diversos escenarios del cambio climático. Una de las debilidades de los modelos mecanicistas reside en el

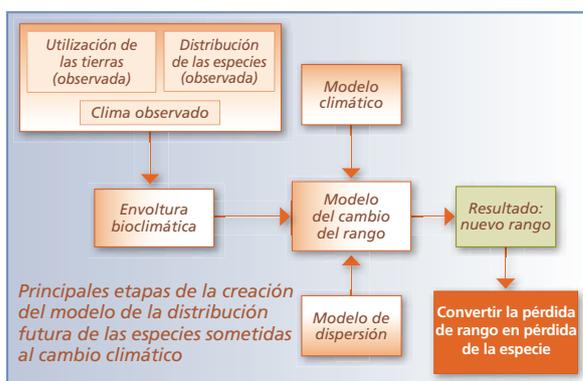
La vegetación de fynbos representada aquí es específica de la Región Florística del Cabo. Con menos de 0,5% de la superficie de África, esta región acoge sin embargo, cerca del 20% de la biodiversidad florística del continente. Un 32% de sus especies son endémicas. Este sitio del Patrimonio Mundial es uno de los puntos calientes de la biodiversidad del mundo y uno de los seis dominios florísticos. Sufrirá desde ahora hasta el 2050 condiciones climáticas generalmente más calientes y seca. Si bien es cierto que un aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> favorece el crecimiento de los vegetales, esta ventaja será contrabalanceada para los fynbos, por el recrudecimiento de los incendios. Los fynbos podrían desaparecer en una proporción que alcanzaría un 65% si la temperatura se elevara en 2-3 °C.



desconocimiento de los datos fisiológicos de un gran número de especies, sobre todo de las que son raras y que son las que pudieran ser más afectadas por el cambio climático.

### Modelos de distribución de las especies

El método más extendido para prever las modificaciones inducidas por el cambio en el clima de los rangos donde encontrar una especie es el de una familia de modelos llamados «de distribución de las especies». Ellos correlacionan la presencia o la ausencia de una especie con un aspecto en particular del ambiente, el clima por ejemplo. Por lo general, se componen de tres elementos (*ver gráfico*). En primer lugar, el clima y el hábitat propio de la distribución geográfica observada para una especie son objeto de un análisis estadístico. Ello aporta una envoltura bioclimática específica (llamada también «espacio climático») que representa las condiciones físicas que permiten el desarrollo de la especie. En segundo lugar, la capacidad de la especie para desplazarse hacia nuevos espacios (su dispersión) es cuantificada. En tercer lugar, se escogen uno o varios escenarios de cambio climático sobre los que se prevé la distribución geográfica del «espacio climático» futuro de la especie. Con frecuencia, se escoge un conjunto de escenarios –alto, medio y bajo– proyectado sobre una o más fechas significativas en el futuro. Este es a menudo un número de años en «cifras redondas», como 2050 o 2100.



Estos tres elementos son utilizados para modelar el rango de distribución futura potencial de las especies. Al comparar las áreas actuales y futuras de cada especie, es posible determinar cómo las áreas van a restringirse o extenderse, la extensión del solapamiento entre esos dos rangos, y si una especie es susceptible de desplazarse entre esas dos áreas. Si no se presenta solapamiento es que la dispersión es improbable y la especie puede estar destinada a una eventual desaparición. Repetidos para los conjuntos completos de especies, estos modelos pueden brindar un cuadro de conjunto de la evolución de la diversidad de las especies, al menos, en principio.

### Habrá ganadores y perdedores

Hay que recordar que los rangos que ocupan diferentes especies puede reducirse o extenderse bajo el efecto del cambio climático. Dicho de otra manera, habrá ganadores y perdedores. Los mayores perdedores serán las especies que no tendrán ni el clima ni el hábitat convenientes en el interior de su área de dispersión actual. Esto podría producirse en las montañas, donde la envoltura bioclimática ascenderá hacia lo más alto y donde

**El siguiente cuadro ilustra algunas de las previsiones más inquietantes en lo referente al impacto potencial del cambio climático sobre la biodiversidad. Una buena cantidad de ellas deben ser consideradas con prudencia, habida cuenta las incertidumbres y supuestos que conlleva el proceso de modelado (ver el texto para más detalles).**

Alza promedio de la temperatura con respecto al nivel preindustrial (°C)*	<b>Efectos del cambio climático sobre los ecosistemas de poblaciones específicas o muy expandidas</b> <i>Estudios compilados por el IPCC</i>	País o región
<1,0	Ecosistemas marinos afectados por la disminución continua del krill, afectando posiblemente las colonias de pingüinos Adelia; ecosistemas árticos cada vez más dañados	Antártida, Ártico
1,3	Pérdida del 8% de los hábitats de peces de agua dulce, pérdida de 15% en las montañas Rocosas, pérdidas del 9% de los salmones	América del Norte
1,6	Las envolturas bioclimáticas finalmente sobrepasadas, alcanzando una transformación de 10% de los ecosistemas mundiales; pérdida de 47% de la tundra arbolada, de 23% del bosque templado de coníferas, de 21% de formaciones arbustivas, 15% de praderas/estepas, 14% de las sabanas, 13% de la tundra y 12% del bosque. Diversos ecosistemas se reducen de 2% a 47%; especies destinadas a desaparecer: 9 a 31% (promedio: 18%)	Mundo
1,6	Exceden las condiciones climáticas toleradas para 25% de los eucaliptos	Australia
1,7	Todos los arrecifes coralinos blanqueados	Gran barrera de coral, Asia del Sureste, Caribe
1,7	38 a 45% de las plantas del Cerrado destinadas a desaparecer	Brasil
1,7	Entre 2 a 18% de mamíferos, entre 2 a 8% de aves y 1 a 11% de mariposas destinados a desaparecer	México
1,7	16% de pérdida de hábitat de peces de agua dulce, 28% en las Rocosas, 18% para el salmón	América del Norte
1,9	7 a 14% de los reptiles, 8 a 18% de ranas, 7 a 10 % de aves y 10 a 15% de los mamíferos destinados a desaparecer por pérdida de 47% de los hábitat adaptados en Queensland. Pérdida de 40 a 60 % del área del pájaro jardinero dorado	Australia
1,9	La mayoría de las regiones sufren un incremento de 8 a 20 % de los periodos de $\geq 7$ días con índice de incendios de bosque $>45$ ; la frecuencia de los incendios transforma los bosques en maquis y maleza provocando aún más la invasión de los insectos	Mediterráneo
2,1	Pérdida de 41 a 51% de la variedad de las plantas endémicas	África del Sur, Namibia
2,1	Los sistemas alpinos de los Alpes pueden tolerar una elevación de 1 a 2 °C de la temperatura local, tolerancia que podría ser anulada por la modificación de la utilización de las tierras	Europa
2,1	13 a 23% de mariposas destinadas a desaparecer	Australia
2,1	Las envolturas bioclimáticas de 2 a 10% de los vegetales se han sobrepasado, provocando la puesta en peligro o la desaparición; pérdida promedio de 27% de las especies	Europa
2,2	3 a 16% de los vegetales destinados a desaparecer	Europa
2,2	15 a 37% de los vegetales destinados a desaparecer	Mundo
2,2	8 a 22% de los 227 mamíferos de talla mediana o grande de 141 parques nacionales seriamente amenazados o desaparecidos; 22 a 25% en peligro	África
2,3	Pérdida de bivalvos y de moluscos de la Antártida	Océano Austral
2,3	Disminución de la población de peces; los ecosistemas de unas tierras húmedas se secan y desaparecen	Malawi, Grandes Lagos Africanos
2,3	Desaparición de 10% de las especies endémicas (100% de pérdida potencial del área); 51 a 65% de pérdida de los fynbos, incluido 21 a 40% de Proteáceas (plantas con flores) destinadas a desaparecer; el área de las plantas suculentas del Karoo reducida en un 80%, amenaza 2800 especies de desaparición; 24 a 59% de los mamíferos, 28 a 40% de los aves, 13 a 70% de mariposas, 18 a 80% de otros invertebrados, 21 a 45% de reptiles destinados a desaparecer; 66% de especies animales del parque nacional Kruger potencialmente perdidas	África del Sur
2,3	2 a 20% de mamíferos, 3 a 8 % de aves y 3 a 15 % de mariposas destinados a desaparecer	México
2,3	48 a 57% de las plantas del Cerrado destinadas a desaparecer	Brasil
2,3	Cambios de la composición de los ecosistemas, 32% de las plantas se desplazan en 44% de la zona, provocando la desaparición de algunas especies endémicas	Europa
2,3	Pérdida de 24% del hábitat de peces de agua dulce, 40% en las Montañas Rocosas; pérdida de 27% de los salmones	América del Norte
2,4	63 de los 165 ríos estudiados pierden $>10\%$ de las especies de peces	Mundo
2,5	Para 5 197 especies vegetales, pérdida de 25 a 57% del área bioclimática (dispersión total) o bien 34 a 76% (sin dispersión)	África Subsahariana
2,5	El servicio como sumidero de carbono de la biosfera terrestre se satura y comienza a convertirse en una fuente neta de carbono	Mundo
2,5	Desaparición de los ecosistemas de los arrecifes coralinos (ahogados por las algas)	Océano Índico
2,5	42% de la superficie del territorio sufre de un clima totalmente nuevo; en Hamsphire, disminución del chorlito real y del piñonero; multiplicación de los ratones campesinos de cuello amarillo; pérdida de los hábitats de montaña en Escocia; posible invasión en las zonas montañosas de Snowdonia	Reino Unido
2,5	Grandes pérdidas de la selva lluviosa amazónica con fuertes pérdidas de la biodiversidad	América del Sur, Mundo
2,5	20 a 70% de pérdida (promedio: 44 %) del hábitat de las aves costeras en cuatro zonas	Estados Unidos

Continúa en la página 6 .../.

## El efecto escalera

Determinar con precisión la distribución de una especie tal vez pueda ser muy problemático en muchas regiones del mundo: simplemente no tenemos suficientes datos de una cantidad de localidades. Este problema fue puesto en evidencia recientemente por Kenneth Feely y Miles Silman de la Universidad de Wake Forest en los Estados Unidos, en un estudio sobre casi 1 000 especies vegetales de la Amazonía y de los Andes\*.

Hasta el reciente perfeccionamiento de los sistemas de posicionamiento geográfico, la asignación de las coordenadas geográficas de los especímenes (la georeferenciación) frecuentemente daba resultados imprecisos. Si la región estudiada era más o menos plana, la imprecisión podía no tener grandes consecuencias, ya que el clima no varía mucho en una decena de kilómetros. Pero en una montaña, esto puede tener gran importancia, pues las condiciones de temperatura y de precipitación cambian de forma muy marcada a medida que se asciende por la misma. Si la localización de un espécimen es errónea, incluso en unos cientos de metros, o si el levantamiento (la interpolación) de los parámetros del clima entre estaciones muy espaciadas es inexacto, la envoltura bioclimática que usted le atribuye a la especie será errónea.

Feeley y Silman demostraron que la utilización de los datos de la distribución normal ha hecho sobrestimar en alrededor de 400 metros la altura del rango de las especies estudiadas con relación a los análisis basados en datos georeferenciados de mejor calidad. Ello equivaldría a sobrestimar en 3 °C la tolerancia de temperatura de la especie. Estos errores podrían fácilmente motivar a los científicos a subestimar la sensibilidad de las especies al cambio climático y, en consecuencia, falsear la toma de decisiones apropiadas.

Otros estudios, sin embargo, hacen pensar que las montañas frecuentemente tienen «nichos secretos» de espacios climáticos donde las especies amenazadas podrían encontrar refugio. Los sistemas montañosos muchas veces han jugado un papel determinante para la supervivencia de especies en la historia de los cambios climáticos. Pudiera ser que jugaran el mismo papel en los siglos venideros.

\*Publicado en 2009 en el *Journal of Biogeography*

las especies que ocupan la cima terminarán por desaparecer. Este efecto «escalera» ha suscitado nuevas investigaciones sobre la fauna y la flora de las montañas (ver recuadro).

Cuando los modelos de distribución de las especies presagian una pérdida colectiva de los rangos de distribución para varias especies, es razonable prever también una reducción proporcional de su población. Muchas especies quedarán reducidas a una población pequeña y fragmentada, incapaz de sobrevivir a largo plazo. Sin embargo, dado el lapso de tiempo entre el cambio climático y los procesos de contracción o expansión de los rangos de las especies y de la recomposición del ecosistema, es probable que un gran número de desapariciones tengan lugar solamente tiempo después de haber comenzado el cambio climático. Por ello, los científicos clasifican de «destinada a desaparecer» a toda especie animal o vegetal en esta situación.

Esta expresión, mal interpretada, ha inspirado en la prensa grandes titulares simplistas y sensacionalistas como, «¡Un millón de especies desaparecerán de aquí al 2050!». Ahora bien, las especies no desaparecen desde el mismo momento que su ambiente no le sea favorable. De hecho, su población se reduce y fragmenta hasta que la interacción compleja entre las fluctuaciones genéticas y medioambientales provoque eventualmente



Monos capucinos en América del Sur

la desaparición de ciertas especies de toda la superficie de su rango. Ello puede tomar décadas, o incluso siglos y, visto desde un ángulo positivo, ello puede dar a los especialistas de la conservación un respiro en su lucha por minimizar las desapariciones.

## Ningún modelo es perfecto

Ningún modelo es perfecto. Hay que esperar que los principales procesos puedan ser modelados lo suficientemente precisos como para permitir previsiones que resulten exactas en sus grandes líneas. Si, por ejemplo, una especie puede desarrollar una mayor tolerancia a una atmósfera más caliente, su rango de distribución futura podrá bien ser más vasta de la prevista. Pero la supuesta rapidez del cambio climático probablemente va a adelantarse a la adaptabilidad de evolución de un buen número de especies.

Cuando se trata de modelar los cambios de biodiversidad bajo el efecto del cambio climático, una de las mayores dificultades es el desconocimiento del número total de especies sobre la Tierra. Esto es particularmente

cierto en el caso de los ecosistemas tropicales híper-diversos como el de la selva lluviosa amazónica y el de grupos de animales mal conocidos, como los artrópodos (insectos, arañas y otros). Por ello, los científicos sólo pueden hacer extrapolaciones aproximadas referentes a las posibles consecuencias del cambio climático sobre el conjunto de la biodiversidad de esos ecosistemas. Es principalmente el caso de las previsiones de las futuras desapariciones. Mientras mayor se estime el número de las especies que, en regiones como la Amazonia, esperan por ser descubiertas y catalogadas, más elevado será la cantidad de las especies llamadas a desaparecer (ver *Un futuro incierto para la Amazonia*, p. 8). Cuando los especialistas de la conservación o los medios de comunicación hablan de desaparición, por centenas, millares e incluso millones, incluyen la extinción previsible de especies aún no descritas: ¡quizás 5 millones, o 30 millones o incluso más! Esto es perfectamente admisible si el público comprendiese bien este cálculo. De lo contrario, esto puede exponer a los defensores de la conservación a acusaciones de exageración y de catastrofismo.

¿Será la primera víctima del cambio climático? El sapo dorado (*Bufo periglenes*) era endémico de los bosques nublados de Monteverde (Costa Rica) pero no ha sido visto desde 1989. Las causas de su desaparición no han sido esclarecidas pero la más probable es la proliferación de un hongo altamente patógeno cuyo crecimiento ha sido estimulado por la elevación de las temperaturas



... Viene de la página 4

Alza promedio de la temperatura con respecto al nivel preindustrial (°C)*	Efectos del cambio climático sobre los ecosistemas de poblaciones específicas o muy expandidas <i>Estudios compilados por el IPCC</i>	País o región
2,6	Aumento de 20 a 34% en la mayoría de las regiones, de períodos de ≥7 días de índice de incendios de bosques >45; la multiplicación de incendios transforma el bosque en maquis y maleza seguido de la invasión de insectos	Mediterráneo
2,6	4 a 21% de plantas destinadas a desaparecer	Europa
2,7	Las envolturas bioclimáticas se han sobrepasado provocando la transformación eventual de 16% de los ecosistemas mundiales: pérdida de 58% de la tundra alborada, 31% del bosque templado de coníferas, 25% de formaciones arbustivas, 20% de praderas/estepas, 21% de la tundra, 21% del bosque templado deceduo, 19% de la sabana. Los diversos ecosistemas se reducen entre 5 a 66%	Mundo
2,8	Importantes transformaciones o pérdidas de hábitat en las tierras húmedas de Kakadu debido a la elevación del nivel del mar y la infiltración del agua salada	Australia
2,8	Pérdida promedio según múltiples modelos de 62% de la superficie de hielo de Verano del Ártico (entre 40 y 100%), corre el riesgo elevado de desaparición el oso polar, la morsa, la foca; los ecosistemas del Ártico están estresados	Ártico
2,8	Las regiones de bosques nublados pierden cientos de metros de altitud, desaparición potencial en caso de elevación de la temperatura promedio de 2,1 °C para la América Central y 2,5 °C para África (con relación a 1990)	África, América Central, África Tropical, Indonesia
2,8	Pérdida eventual de 9 a 62% de los mamíferos de zonas montañosas de la Gran Cuenca; 38 a 54% de pérdida de hábitat de la salvajina en la región de «Pradera Pothole»	Estados Unidos
2,9	Pérdida de 50% de la tundra actual compensada por una ganancia potencial de sólo 5%; millones de aves árticas costeras pierden según las especies, entre 5 y 56% de las áreas de nidificación	Ártico
2,9	La latitud de los límites del bosque nórdico se desplaza de 0,5° N en Europa Occidental, de 1,5° en Alaska, de 2.5° en Chukotka y de 4° en Groenlandia	Ártico
2,9	Riesgos de perturbación de los ecosistemas marinos por desaparición de pterópodos aragonitos	Océano Austral
2,9	Reducción de 70 % de los corales aragonitos de las aguas profundas y frías	Cuencas oceánicas
2,9	21 a 36% de mariposas destinadas a desaparecer; pérdida de >50% de área para 83% de 24 especies condenadas por la latitud	Australia
2,9	21 a 36% de mariposas destinadas a desaparecer	Mundo
2,9	Pérdidas importantes del bosque boreal	China
3,0	66 de los 165 ríos estudiados pierden >10% de sus especies de peces	Mundo
3,0	Pérdida del 20% del hábitat de las aves de paso costeras del Delaware	Estados Unidos
3,1	Desaparición de los ecosistemas restantes de arrecifes coralinos (ahogados por las algas)	Mundo
3,1	Los sistemas alpinos de los Alpes se degradan; riesgos de desaparición de las especies alpinas	Europa
3,1	Graves riesgos de desaparición de los aves jardineros dorados debido a la pérdida del 90% de su hábitat	Australia
3,3	Retraso del crecimiento de 20 a 60% de los corales aragonitos de las aguas calientes; reducción del 5% de la productividad mundial de fitoplancton	Mundo
3,3	Pérdidas sustanciales de la zona alpina y de su flora y fauna asociadas (el «sky lily» y el possum enano de la montaña)	Australia
3,3	Riesgo de desaparición de los clorofanos esmeralda hawaianos por pérdida de 62 a 89% de su hábitat	Estados Unidos
3,3	4 a 38% de las aves destinadas a desaparecer	Europa
3,4	Pérdidas de 6 a 22 % de las tierras húmedas costeras, fuertes pérdidas de hábitats de aves migratorias, principalmente en los Estados Unidos, en el Báltico y en el Mediterráneo	Mundo
3,5	Desaparición previsible de 15 a 40% de las especies endémicas en los puntos calientes mundiales de la biodiversidad	Mundo
3,5	Pérdida de hábitat usado para invernar de la mariposa Monarca en el bosque templado	México
3,6	Traspaso de los límites bioclimáticos aceptables para 50% de los eucaliptos	Australia
3,6	30 a 40% de los 227 mamíferos de 141 parques amenazados de rápida desaparición o desaparecidos; 15 a 20% amenazados	África
3,6	Algunas regiones de los Estados Unidos pierden entre 30 a 50% de la variedad de las especies de aves migratorias neotropicales	Estados Unidos
3,7	Pocos ecosistemas pueden adaptarse; 50% de todas las reservas naturales no pueden cumplir sus objetivos de conservación; envolturas bioclimáticas sobrepasadas, se transforman el 22% de los ecosistemas mundiales; la pérdida de 68% de tundra con árboles, 44% de bosque nórdico de coníferas; 34% de matorrales, 28% de praderas/estepas, 27% de sabana, 38% de tundra y 26% del bosque deceduo templado; la extensión de diversos ecosistemas disminuye de 7 a 74%	Mundo
3,9	4 a 24 % de plantas seriamente amenazadas/desaparecidas; pérdida promedio de especies: 42% (en un rango espacial entre 2,5 a 86%)	Europa
4,0	Desaparición probable de 200 a 300 especies (32 a 63%) de la flora alpina	Nueva Zelanda
>4,0	38 a 67% de las ranas, 48 a 80% de los mamíferos, 43 a 64% de los reptiles y 49 a 72 de las aves destinadas a desaparecer en Queensland por causa de un 85 a 90% de pérdidas del hábitat adecuado	Australia

\* A finales de 2005, la temperatura promedio del planeta había aumentado alrededor de 0,76 °C con relación a 1850.

## El problema Bigfoot

A imagen del Yeti, que se supone que vaga por el Himalaya\*, Bigfoot es un animal mítico que suscita mucho interés en el público. A pesar de que muchas personas han declarado haber visto «un gran primate que no es reconocido por la ciencia» en los bosques del oeste de América del Norte, no hay ninguna prueba válida de que esta «especie» no haya existido jamás.

Un grupo de científicos dirigido por el Dr Jeff Dossier de la Universidad de Illinois demostró recientemente la paradoja según la cual malos datos pueden producir buenos modelos. Ellos aprovecharon los datos teniendo en cuenta las pretendidas observaciones y huellas de patas que la Organización de Investigadores de Bigfoot había reunido en el terreno. Una vez seleccionados los datos, utilizaron un modelo de distribución de las especies para obtener la envoltura bioclimática de Bigfoot. Obtuvieron\*\* un mapa convincente de los espacios visitados por Bigfoot. También calcularon un modelo de envoltura bioclimática del oso carmelita (*Ursus americanus*), que tenía un parecido asombroso con el mapa de distribución de Bigfoot. ¿La mayoría de las apariciones pudieran corresponder en realidad a osos?

El interés de esta experiencia es que fue posible obtener un buen modelo de distribución de Bigfoot, que pareciera estadísticamente coherente, e incluso proyectarlo en su espacio climático futuro a fin de prever las modificaciones de su distribución. Ahora bien, según el consenso científico general, no existe Bigfoot. En resumen, los datos dudosos pueden producir modelos aparentemente buenos, pero científicamente dudosos.

\* En cualquier parte personas han declarado haber visto bestias que no pueden atraparse. Hay, por ejemplo, el Almas (Mongolia), el Barmanou (Afganistán y Pakistán), Bigfoot, también llamado Sasquatch (América del Norte), el Chuchunaa (Siberia), el Hibagon (Japón), el Mono Grande (América del Sur), el Orang Mawas (Malasia), el Yéti y el Yeren (China). Fuente: Wikipedia

\*\* Publicada en 2009 en el Journal of Biogeography

El conocimiento imperfecto de la distribución geográfica de los animales y plantas es otro gran reto para los científicos. La distribución observada de las especies es un elemento esencial de todos los modelos, pero su distribución real es sólo, en la mejor de las hipótesis, una aproximación, principalmente para aquellas que son escasas y misteriosas, difíciles de censar (*ver recuadro*). Este es el caso del redescubrimiento de especies consideradas como desaparecidas, a veces con un intervalo de varias décadas luego de su censo anterior. Por ejemplo, la curruca de gran pico (*Acrucephala orinus*) era conocida solamente por un solo espécimen encontrado en el valle de la Sutlej de Himachal Pradesh, en India, en 1867. En marzo 2006, otro espécimen fue capturado esta vez en Laem Phak Bia, provincia de Phatchaburi, en el suroeste de Tailandia, a 3100 Km de la localidad tipo, hecho sorprendente. Ello demuestra hasta qué punto es difícil conocer el área de animales y plantas aún misteriosos, en regiones del mundo donde los medios de búsqueda e inventarios biológicos son aún limitados.

De forma general, los datos utilizados para los modelos de distribución de las especies se presentan bajo forma de mapas de áreas de distribución. Sólo pueden ser generalizaciones: las especies no están presentes en todos los puntos de esas áreas. Ello significa que la envoltura que rodea los puntos de datos que atestiguan su presencia contendrá necesariamente numerosas localidades donde la especie en realidad está ausente. Para ser coherentes, los científicos estandarizan la cartografía de las áreas de especies, comenzando por dividir el paisaje en cuadrículas de una cierta dimensión. Cada cuadrícula estará llamada a contener la especie si esta ha sido observada en un punto cualquiera de la célula, pero si la superficie es grande, la especie puede que aparezca sólo en un pequeño sector, de manera que los mapas de áreas sobrestiman ampliamente la superficie ocupada. Por el contrario, cuadrículas de pequeñas dimensiones pueden representar el rango de distribución de manera más precisa y exacta, pero al precio de un trabajo de muestreo considerable, sin hablar de las sumas de dinero ni de tiempo invertido en la adquisición de los datos.



Examen de las huellas de pasos en la nieve, que parecen pertenecer al incapturable Yeti en Tintin en el Tibet, del autor belga Hergé

La presencia demostrada de una especie en una cuadrícula se refiere finalmente a descubrimientos científicos que, en función del autor de la observación son más o menos confiables. Es evidente que los inventarios realizados en el terreno por los expertos o a partir de los ejemplares clasificados, depositados en herbarios o museos de ciencias naturales, son muy seguros. Pero este tipo de levantamientos tiene menos posibilidades de haber cubierto la totalidad del área potencial de distribución de la especie. Otros problemas surgen si los datos han sido recogidos durante un largo período. En ese caso, aunque el número total de los datos sea más elevado, habría que correr el riesgo de censar una especie como presente en zonas que ésta no había frecuentado durante algún tiempo. Por ello, las áreas pueden ser censadas de forma inexacta, ya fueran éstas, sobreestimadas, subestimadas o desplazadas de su verdadera localización. Por otra parte, algunas especies pueden encontrarse aún en fase de relocalización tras el último gran cambio climático, correspondiente a la era glacial. Tomar en cuenta la influencia de la historia climática es por consiguiente uno de los grandes retos de todo intento de modelar la influencia potencial del cambio climático sobre la distribución futura de las especies. La dispersión también desempeña un papel importante en la forma en que las especies responderán al cambio climático. Por ejemplo, las especies vegetales dispersadas por el agua tienen más posibilidades de adaptarse rápidamente si un nuevo espacio



Amazona aestiva (a la izquierda)  
y Amazona farinosa

## Un futuro incierto para la Amazonia

La cuenca del río Amazonas alberga, en más de 5 millones de Km<sup>2</sup>, el más amplio espacio continuo de bosque tropical de toda la Tierra. Reúne, según algunas estimaciones, la quinta parte de todas las especies vegetales y animales del planeta. Se piensa que del bosque original el 20% ya fue deforestado o clareado, fundamentalmente en beneficio de la agricultura. A pesar de la disminución de la deforestación, nuevas parcelas son constantemente entregadas para la explotación.

Menos conocido es el importante papel de la Amazonia en la regulación del clima mundial y regional. La evaporación y la condensación de la Amazonia son parte de los grandes motores de la circulación atmosférica mundial: ellas determinan, en gran medida, el régimen de las precipitaciones observadas en América del Sur. Sobre la base de las estimaciones del valor medio de las emisiones de gas de efecto invernadero, los científicos prevén que la temperatura de la Amazonia se elevará entre 1,8 y 5,1 °C en este siglo. Otras previsiones van incluso hasta 8 °C si los vastos espacios forestales dejan lugar a los maquis y a la sabana.

El impacto del cambio climático sobre las plantas y los animales de la Amazonia no es tan evidente. Hasta aquí, las investigaciones, sobretodo, han sido encaminadas hacia el conocimiento y la previsión del impacto sobre el ecosistema forestal más bien que sobre las especies tomadas individualmente. La investigación se ha apoyado, para hacer esto, en una simulación informatizada muy sofisticada que intenta modelar los parámetros dominantes, tales como el monto de la evaporación y de la transpiración vegetales que se elevan de la tierra hacia la atmósfera (la evapotranspiración). La mayoría de los modelos prevén que, si la tala a pequeña escala puede efectivamente hacer subir la pluviosidad al nivel local, a mayor escala tiende a reducirla de forma significativa. Por añadidura, si el nivel de precipitaciones desciende por debajo de un nivel crítico, el bosque podría comenzar a desaparecer y dejar el espacio a la vegetación arbustiva o a la sabana. Algunos modelos indicaron que la destrucción de un 30 a un

40% del bosque existente podría hacer cambiar el régimen de precipitaciones de la Amazonia, de forma permanente, a uno más seco.

Las previsiones que nos brindan estos modelos son evidentemente inquietantes, pero ellas podrían no reflejar lo que realmente va a suceder. Los ecosistemas son por naturaleza complejos y difíciles de simular, y los resultados de estudios experimentales profundos, como la fabricación de sequías artificiales, sugieren que la selva amazónica pudiera revelarse mucho más resistente que lo que se había pensado. Lo sospechamos al descubrir que el sistema de raíces de numerosas especies de árboles le permitía encontrar agua muy por debajo de la superficie del bosque, y redistribuirla en el suelo superficial por un proceso llamado ascenso hidráulico. El otro factor es la capacidad de los árboles para aclimatarse a temperaturas más elevadas y a una menor abundancia de agua.

A largo plazo, ello pudiera traducirse en una modificación de la estructura de la comunidad, las especies más aptas para adaptarse al cambio climático sustituyen a las que lo son menos. En fin, hasta es posible que la elevación de la tasa de CO<sub>2</sub> en la atmósfera mejore la capacidad de las plantas para explotar al máximo la cantidad de agua disponible.

Recientemente, un estudio muy controvertido pretendió que durante la sequía de 2005 en la Amazonia, amplias zonas del bosque reverdecie-

ron efectivamente, debido a que los árboles aprovecharon el aumento de la radiación solar incidente, mientras continuaban aspirando agua por sus profundas raíces. Además, el estudio de las colecciones de polen sugiere que la Amazonia del Sur estaba aún poblada de árboles hace 10 000 años mientras que el clima estaba considerablemente más seco que en la actualidad.

Se conoce cada vez mejor las consecuencias potenciales del cambio climático en la cuenca del Amazonas, pero aún se ignora todavía en gran medida la extensión y la intensidad del cambio. El destino de los millones de especies que viven en el bosque –frecuentemente no conocidas por la ciencia– es aún más incierto, cuando se introduce en la ecuación cada vez más complicada los efectos de la continuidad de la deforestación, de los incendios, de la contaminación y de los excesos de la caza.



Tortugas moteadas de amarillo de la Amazonia

©Bhaskar. Reproducido con autorización:  
www.dewworks.com/galleries.html

climático se abre corriente abajo en grandes estanques que si deben emigrar corrientes arriba. Pero es aún mucho más difícil prever el ritmo de expansión a un nuevo espacio climático para plantas y donde la dispersión de las semillas depende de grandes aves o de mamíferos frugívoros, que se alimentan de frutos y que están a su vez amenazados de extinción.

### Censos hechos por la población y otras novedades

A pesar de numerosas dificultades, podemos afirmar que la calidad de datos mejorará de forma espectacular en la próxima década. Se realizan grandes operaciones para colmar las lagunas referentes al número y a la distribución de las especies en la Tierra. El proyecto de bioinformática, qué es probablemente el más ambicioso, es la Enciclopedia sobre lo Vivo<sup>2</sup>, que aspira a «poner a disposición en Internet, prácticamente todas las informaciones sobre lo viviente en el conjunto de la Tierra». Funciona sobre la base de una serie de sitios Web interconectados donde uno censará cada una de las especies que ha sido oficialmente descrita. El sitio de cada especie será modificable y en constante evolución, de manera que se puedan recibir fácilmente nuevas

informaciones sobre ecología, genética y conservación, a medida que se va redactando. De aquí al 2014 el proyecto deberá haber creado un millón de páginas de especies, valioso recurso para la biogeografía de la conservación si al mismo tiempo puede facilitar el acceso a los conocimientos y la calidad, la exactitud y la rapidez de la colecta de datos. Un proyecto de naturaleza comparable, el Catálogo de lo Vivo<sup>3</sup>, apunta a establecer una lista definitiva de todos los organismos conocidos sobre la Tierra.

Muchas otras iniciativas en materia de sistemas de información sobre la biodiversidad trabajan en la creación de mapas de áreas de distribución. La más ambiciosa es el Servicio Mundial de Información sobre la Biodiversidad<sup>4</sup>, que comprende ya más de 180 millones de entradas. Aunque esta sorprendente iniciativa se desarrolla rápidamente, su cobertura es aún insuficiente para muchos países. Su base de datos contiene por ejemplo, menos de 1 millón de entradas para las colecciones o las observaciones de Brasil, país que posee la mayor biodiversidad.

Para algunos tipos de organismos, los científicos han aprovechado el vivo interés del público. Un ejemplo de ello lo

constituye el censo americano de aves de Navidad. Aunque esas encuestas de «ciencia ciudadana» corren mayores riesgos de error y de distorsión en el muestreo, las mismas permiten crear grandes conjuntos de datos contemporáneos que constituyen un precioso recurso para los investigadores. Luego de un riguroso tratamiento de los datos, estos programas ya están demostrando su utilidad como punto de partida para las publicaciones científicas. Estos presentan la ventaja adicional de vincular los científicos a los ciudadanos y de realzar en el público la imagen del movimiento por la conservación. Sería necesario estimular tales iniciativas en otras partes del mundo y para otros tipos de animales y plantas.

Tanto la teoría como la práctica de los modelos de distribución se deben mejorar. Nos hemos concentrado en estas páginas en las incertidumbres inherentes a estos modelos. En su defensa, alegaremos que su creación es muy reciente y que los científicos hacen lo máximo para mejorar sus capacidades de previsión. Una de las vías prometedoras es la previsión

por consenso, método basado en la realización de una gran cantidad de simulaciones a partir de numerosos modelos, para extraer un «consenso» general sobre los escenarios futuros más probables.

### Nuestras capacidades de previsión van a mejorar

Las consecuencias del cambio climático sobre la flora y la fauna de la Tierra serán complejas y profundas. Si las sociedades quieren tomar decisiones racionales sobre la forma de reaccionar a este impacto, tendrán necesidad de informaciones sistemáticas y geográficamente detalladas sobre lo que le sucederá a las especies y a los ecosistemas. Actualmente, los modelos de distribución son el mejor método para ello, a pesar de las incertidumbres, numerosas e inevitables, en las que una buena parte es imputable a la insuficiente o a la mala calidad de los datos.

La buena noticia es que mejorarán nuestras capacidades para prever cómo cambiará la repartición de las especies, cuales van a declinar o desaparecer. Iniciativas mundiales y nacionales de colecta, comprobación y facilitar el acceso de datos sobre la biodiversidad tienen lugar en todo el mundo. Las herramientas y las nuevas tecnologías faci-

litán más que nunca la colecta de enormes cantidades de datos cada vez más exactos. Por otra parte, los científicos dominan cada vez más el modelaje de los procesos fundamentales que determinan la distribución geográfica de las especies. Sin embargo, el fortalecimiento de las bases de la previsión científica es solamente uno de los elementos de la elaboración de políticas inteligentes para reducir y evitar la pérdida de la biodiversidad frente al cambio climático global del siglo XXI. La propia magnitud de retos lanzados por la conservación de la biodiversidad exige la movilización, a todos los niveles, de la comunidad internacional y de los órganos de decisión así como del interés constante del público.

Anna Frangou<sup>5</sup>, Richard J. Ladle<sup>5</sup>,  
Ana C. M. Malhado<sup>6</sup> y Robert J. Whittaker<sup>5</sup>

*Autores según orden alfabético*

Para más detalles:  
[robert.whittaker@ouce.ox.ac.uk](mailto:robert.whittaker@ouce.ox.ac.uk);  
[www.biogeography.org](http://www.biogeography.org)

- 1 La turba almacena aproximadamente entre 5 000 y 6 000 t/C/ha e Indonesia cuenta con alrededor de 20 millones de ha de turba.
2. [www.eol.org](http://www.eol.org)
3. [www.catalogueoflife.org](http://www.catalogueoflife.org)
4. [www.gbif.org](http://www.gbif.org)
5. Grupo de Investigación sobre La Biodiversidad, Universidad de Oxford, Reino Unido
6. Departamento de Ingeniería Agrícola y Ambiental, Universidad Federal de Vicosa, Brasil

## La sensación de hundirse

A caballo entre la India y Bangladesh, los Sundarbans forman el bosque de manglares más grande del mundo: 10 000 Km<sup>2</sup> de tierra y agua en la confluencia del delta del Ganges, Brahmaputra y Meghna en el Golfo de Bengala. Los Sundarbans están entrecortados por una red de canales de marea, marismas y manglares.

Los Sundarbans son el asiento de un hundimiento natural ininterrumpido, que hace subir el nivel del mar 2,2 mm por año. Si éste llegara subir en todo el planeta 45 cm, 75% de los manglares de los Sundarbans sería destruido. El IPCC predice que el nivel del mar subirá 60 cm de aquí al final del siglo. Aún esta previsión no toma en cuenta el acelerado derretimiento de las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida, considerada demasiado insegura para ser cuantificados en el momento que se publicó el informe, en 2007.

Si los manglares de los Sundarbans continúan desapareciendo, perderán su función de amortiguadores de los ciclones tropicales, mientras que 10% de todos los ciclones azotan el golfo de Bengala. Pueden tomarse disposiciones para ayudar a los Sundarbans a adaptarse a la subida del nivel del mar: la preservación de los bosques de manglares que quedan en las áreas protegidas; ya sea restaurándolas o rehabilitándolas mediante la implantación de especies seleccionadas, a lo largo de los canales de agua dulce o en tierra firme como se hizo en la isla de Sagar.

El Parque Nacional de Sundarbans en la India y la parte de los Sundarbans de Bangladesh son dos sitios del Patrimonio Mundial.

*Al presentar una rica diversidad, los bosques de manglares de los Sundarbans albergan 260 especies de pájaros, de los cuales el gálgulo indio (Coracias benghalensis), representado aquí. Albergan también a la nutria india, el ante moteado, el jabalí salvaje, el cangrejo señuelo y el cangrejo de ciénagas, y cinco especies de tortugas marinas. Los Sundarbans sirven de refugio a tres especies amenazadas, el cocodrilo de los estuarios, el pitón indio y el tigre de Bengala.*



*Proyección del impacto de la subida de 1m del nivel del mar en los Sundarbans*

## Para la Sra Bokova, la ciencia debe ser una prioridad

El 15 de octubre la Conferencia General eligió a Irina Bokova Directora General de la UNESCO para un mandato de cuatro años. «Mi convicción es que la ciencia debe ser una verdadera prioridad» declaró en su sitio Web durante la campaña electoral<sup>7</sup>. «La UNESCO deberá convertirse en el líder y movilizar a los gobiernos, las agencias especializadas y a la comunidad científica en torno al campo de la ciencia, la innovación y las nuevas tecnologías, incluyendo tecnologías verdes, con la palabra de orden: La ciencia y la tecnología al servicio de la humanidad».



Irina Bokova

«El mayor desafío es conducir al mundo hacia una nueva era de paz y humanismo», piensa ella, «con el fin de crear sociedades más comprensivas, más justas y más equitativas, gracias a un desarrollo económico y social sostenible basado en el saber, la ciencia y la innovación al servicio de la humanidad, preservando a su vez al medioambiente».

Para la nueva Directora General, «el cambio climático, la biodiversidad, la reducción de los efectos de las catástrofes naturales, la gestión de los recursos hídricos, la energía y las pandemias son problemas científicos mayores, que deben tenerse en cuenta en los programas de la UNESCO, al mismo tiempo que su dimensión ética». También estima que «la UNESCO debe acompañar las políticas nacionales para que integren mejor la ciencia, la investigación y la enseñanza científica».

«Para dar mayor visibilidad a la ciencia y hacer de ella una prioridad», añade ésta, «propondré la creación de un Comité Científico Consultivo compuesto por eminentes personalidades como Premios Nobel y laureados de Premios UNESCO». «Comparado con nuestros anhelos, el presupuesto de la UNESCO es netamente modesto», observa ella, «Pero debemos ser realistas; en estos tiempos de crisis la Organización debería hacer un mejor y más eficaz uso de los recursos existentes, reducir los gastos administrativos, modernizar sus estructuras y ser de esta forma más proactiva y eficiente. La implementación del Programa deberá claramente dársele prioridad sobre la actividad administrativa».

Irina Bokova nació en 1952 en Sofía. Antes de su elección, era Embajadora de Bulgaria en Francia y Delegada Permanente ante la UNESCO. Diplomática y política de carrera, estudió en el Instituto estatal de Relaciones Internacionales de Moscú y luego en la Escuela de Relaciones Públicas de la Universidad de Maryland (EE. UU.). Fue Vice Ministra Primera de Relaciones Extranjeras (1995-1997) y Ministra de Relaciones Extranjeras (1997). En 1996, siendo candidata para el puesto de Vicepresidenta de Bulgaria, abogó por la adhesión de su país al Tratado de la Organización del Atlántico Norte y a la Unión Europea.

Irina Bokova fue nombrada el 22 de septiembre por el Consejo Ejecutivo luego de haber obtenido 31 votos de 58 en la 5ª vuelta de la elección, frente a Osni Farouk, Ministro de Cultura egipcio. El Consejo la seleccionó entre los nueve candidatos entrevistados el 15 de septiembre.

## Preocupación por el presupuesto de la ciencia

Durante la Conferencia General de la UNESCO, que se reunió del 6 al 23 de octubre último, varios delegados pidieron que el informe escrito de la Comisión de Ciencias Naturales «reflejara su profunda inquietud acerca del lugar que ocupa la ciencia en el presupuesto actual». Apenas 59 millones de dólares de un presupuesto total de 653 millones de dólares serán destina-

dos en 2010-2011 a las ciencias exactas y naturales. Varios delegados cuestionaron la distribución entre costos administrativos y actividades del programa.

Cada dos años, los 193 Estados miembros se reúnen en París con el fin de adoptar el programa y el presupuesto para los dos próximos años. Para 2010-2011, las nuevas prioridades son la utilización de las políticas de la ciencia, la tecnología y la innovación para encaminar a los países por la vía del desarrollo sostenible y de una economía respetuosa del medioambiente, así como la realización de los Objetivos del Milenio para el Desarrollo. Los programas de la UNESCO en materia de agua dulce y de ciencias ecológicas se concentrarán en torno a la adaptación al cambio climático y la reducción de sus efectos negativos, específicamente en los países menos desarrollados.

Fue aprobada la creación de una iniciativa en África para la educación en ciencias de la Tierra. Fruto de consultas en toda el África en el marco del Año Internacional del Planeta Tierra, ésta proporcionará a los países africanos las competencias para administrar y explotar eficazmente sus inmensos recursos minerales, lo que optimizará sus ingresos.

La Comisión de Ciencias Naturales autorizó también a la Directora General a buscar financiación para un estudio de factibilidad sobre la creación, en la UNESCO, de un programa internacional de ingeniería.

La Conferencia General autorizó a la Directora General a firmar acuerdos que crean nueve centros científicos internacionales (de categoría 2), bajo los auspicios de la UNESCO. Estos son el Centro Internacional de Tecnología Espacial para el Patrimonio Cultural y Natural (China); el Centro de Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos en los Estados Insulares del Caribe (República Dominicana); el Centro Internacional de Formación y Enseñanza de Proteoma, Genómica Funcional y Bioinformática (Israel); el Centro Internacional sobre los Recursos Hídricos y el Cambio Global (Alemania); el Centro Internacional de Ecohidrología Costera (Portugal); el Centro Internacional de Educación, de Fortalecimiento de las Capacidades y de Investigación Aplicada a los Recursos Hídricos (Brasil); el Centro Internacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (Estados Unidos); el Centro Asia-Pacífico de Ecohidrología (Indonesia) y el Centro Regional de Desarrollo del Parque Científico y de la Incubadora de Tecnología (Irán).

## Colombia sede del mayor maratón espacial del Año

**Durante tres días, Barranquilla acogió a 24 000 jóvenes y 2 000 profesores de 140 escuelas colombianas, que acudieron a esta ciudad costera para participar en Aventura Espacial, la mayor manifestación en el mundo en ocasión del Año Internacional de la Astronomía. Fue organizada por la Fundación Genius, en colaboración con la Oficina Regional de la UNESCO para la ciencia en América Latina y el Caribe (Montevideo, Uruguay), el Comité para el Uso Pacífico del Espacio-Ultraterrestre de las Naciones Unidas (COPUOS), la NASA, los ministerios colombianos de Educación y Relaciones Exteriores y el centro Maloka de ciencia y tecnología de Colombia, entre otros.**

Del 6 al 8 de mayo, estos jóvenes de 12 a 17 años y sus profesores asistieron a 35 conferencias diarias impartidas por importantes especialistas de las ciencias del espacio, cuyo contenido había sido concebido por expertos del COPUOS, de la NASA y de la UNESCO.

El Vicepresidente de Colombia Francisco Santos Calderón, que es también astrónomo aficionado, recibió a todos los conferencistas en el palacio presidencial, antes del evento. El mismo les declaró su convicción de que Colombia debía establecer un programa espacial adecuado al país, en colaboración con la Comisión Nacional para el Espacio, COLCIENCIAS (la Agencia Nacional de Ciencia y Tecnología), las universidades y las organizaciones internacionales como la UNESCO y COPUOS».

El evento de tres días comprendía también cursos de ciencia para los profesores, saltos en paracaídas con simuladores, veladas para observación del cielo con un telescopio y una exposición sobre las ciencias espaciales. Se organizaron varios concursos para comprobar los conocimientos sobre el espacio y la astronomía de los jóvenes, así como un concurso de redacción sobre la importancia de la ciencia para la sociedad. Abraham Sanchez Elguedo y Sebastián Ujueta ganaron una beca completa de estudios en Georgia Tech. University (EE. UU.). Otros cinco alumnos, Manuel Bermúdez Porto, María Fernández Dávila, Valerie García, Luís Carlos González Castro y Ciro David Plata Barros, ganaron un viaje para asistir a al lanzamiento, en febrero, de la transbordador espacial en el Kennedy Space Center (EE. UU.), hacia la Estación Espacial Internacional. Otros dos alumnos, Paula Valderrama y Kevin Darío Alfonso Aldana, ganaron un viaje a la República de Corea para participar en un concurso de lanzamiento de cohetes de agua.



*Escolares reunidos à Barranquilla para su « aventura espacial »*

En cuanto al profesor de ciencias del Colegio San José, Rodolfo González Novoa, ganó un viaje a Montevideo para asistir a otro evento del Año Internacional de la Astronomía, la Segunda Escuela de Posgrado Iberoamericana de Astrobiología, que tuvo lugar del 7 al 12 de septiembre sobre el tema: Del Big Bang a las civilizaciones. Cerca de 80 estudiantes de 16 países de la región asistieron al evento de seis días organizado por Guillermo Lemarchand, Astrofísico de la Universidad de Buenos Aires y Consultor de la UNESCO en Montevideo.

Los cursos e intensas discusiones entre estudiantes y expertos se alternaban con conversaciones libres, conferencias públicas, entrevistas con los medios de comunicación y un taller especial sobre la enseñanza de las ciencias para 250 profesores de secundaria de la región. Se pretendía aprovechar la curiosidad del público sobre la posibilidad de vida extraterrestre, para dejar entrever a los alumnos las numerosas disciplinas que requiere tal pesquisa: astronomía, biología, física, geociencias, ciencias de la atmósfera, paleontología, bioquímica, ciencias cognitivas, ingeniería, etc.

La Escuela de Posgrado fue patrocinada por la Organización de Estados Americanos, la Academia de Ciencias para el Mundo en Desarrollo y el Centro Internacional Abdus Salam de Física Teórica de la UNESCO.

*Para más detalles: [glemarchand@unesco.org.uy](mailto:glemarchand@unesco.org.uy) ; sobre la misión de febrero de la nave espacial: [www.nasa.gov/mission\\_pages/shuttle/shuttlemissions/sts130/](http://www.nasa.gov/mission_pages/shuttle/shuttlemissions/sts130/)*

## Lanzamiento del Consorcio para la ciencia en el Sur

**Los ministros encargados de la ciencia y la tecnología de los países del Grupo de los 77 efectuaron el lanzamiento, el 4 de noviembre, del Consorcio para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en el Sur (COSTIS), durante una mesa redonda ministerial, en la apertura del Foro Mundial sobre la Ciencia en Budapest (Hungría). Este lanzamiento cumple con la promesa plasmada en la Declaración adoptada por los ministros durante la primera Cumbre del G-77 y China, en 2004 en la Habana (Cuba).**

La Academia de Ciencias para el Mundo en Desarrollo (TWAS) piloteó la creación del COSTIS, en colaboración con la UNESCO. COSTIS brindará a los Estados miembros del G-77 un acceso directo a los mejores cerebros científicos del mundo en desarrollo.

«COSTIS representa una alianza única de poder político y conocimiento científico y técnico» declaró Mohamed Hassan, Director Ejecutivo de la TWAS. « El consorcio brindará una plataforma única a las agencias gubernamentales responsables del financiamiento de la investigación y del desarrollo,

para dialogar con los líderes del saber y de la industria». COSTIS tendrá como principal misión promover el desarrollo económico basado en la ciencia y estimular la cooperación científica internacional a través de programas de intercambios internacionales y de proyectos conjuntos de investigación. Inspirado en las numerosas políticas de desarrollo establecidas sobre bases científicas puestas en práctica en países en desarrollo como Brasil, China e India, COSTIS permitirá a los países en desarrollo intercambiar sus conocimientos.

La actividad insignia de COSTIS consistirá en reunir regularmente foros Sur-Sur sobre ciencia, tecnología e innovación con vistas al desarrollo, dedicados a temas de interés crucial como la concepción de tecnologías apropiadas de un precio abordable, para multiplicar el acceso a un agua potable, a la energía y a las tecnologías de información y comunicación. COSTIS prevé además apoyar la creación de centros científicos de excelencias.

«Para nuestras iniciativas, buscamos financiamiento en muchas fuentes diferentes», anuncia Hassan, «incluso con gobiernos de países del mundo en desarrollo o desarrollado, donantes y fundaciones internacionales».

En el comité de dirección estarán representantes del G-77, de la TWAS y de la UNESCO. Sus nombres se anunciarán en enero.

COSTIS sustituye a la Red de Organizaciones Científicas del Tercer Mundo.

El Foro Mundial sobre la Ciencia fue organizado del 5 al 7 de noviembre por la UNESCO, el Consejo Internacional para la Ciencia y la Academia de Ciencia Húngara. La ambición del foro es de ser para la ciencia lo que es el foro Davos para la economía.

Para más detalles: [www.twas.org](http://www.twas.org); [www.sciforum.hu](http://www.sciforum.hu)

## Entrega de tres premios científicos

**En el Año Internacional de la Astronomía, todo indicaba que el premio Kalinga de la UNESCO por la divulgación de la ciencia sería otorgado a dos astrofísicos, los profesores Yash Pal de la India y Trinh Xuan Thuan de Vietnam. El premio fue conferido el 5 de septiembre durante el Foro Mundial sobre la Ciencia en Budapest (Hungría), al mismo tiempo que el premio del Gran Río Artificial destinado por la UNESCO al tema del agua para las zonas áridas y semi áridas y que el premio Sultán Quaboos para la protección del medio ambiente.**

El **Prof. Yash Pal** ha participado en la elaboración de varios programas de televisión para popularizar la ciencia, como el dedicado a los niños de las zonas rurales de la India *La Ciencia está en todas partes*. Es una personalidad muy conocida de la famosa revista científica de televisión *Turning Point*, donde contesta preguntas del público. Ha participado también en la creación de varias instituciones de su país, entre las cuales el Centro de Comunicación Educativa en Ahmedabad.

El **Prof. Trinh Xuan Thuan** escribe en francés, pero sus libros han sido traducidos por lo menos a 20 lenguas. Sus obras más conocidas son, principalmente, *La Melodía Secreta: Panorama de la Cosmología Moderna y de sus Implicaciones Filosóficas; el Destino del Universo—el Big Bang y después; El Infinito en la Palma de la Mano: Diálogo con el Monje budista Matthieu Ricard sobre las Convergencias y las divergencias de la ciencia y el Budismo en sus Descripciones de lo Real; Las Vías de la Luz*, que explica el Universo a través de la señal que éste nos envía: la luz.

Este año, el premio internacional del agua, Gran Río Artificial, para las zonas áridas y semiáridas, fue otorgado al **Dr Bellachheb Chahbani**, del Instituto de las Regiones Áridas en Medina (Túnez), por haber mejorado la eficacia del agua de irrigación reduciendo la cantidad necesaria para la misma. El Dr Chahbani creó una tecnología que limita el chorreo al retener el agua en bolsas de piedras enterradas en el suelo profundo de las terrazas; esto está combinado a los sistemas que llevan el agua a escasa profundidad, y de pequeñas presas de tierra que recolectan y utilizan el agua. Reclutó investigadores y campesinos locales para probar su tecnología, que ya es explotada en el centro y sur de Túnez y en Argelia. Esta tecnología no sólo redujo en alrededor de un tercio los costos de funcionamiento, sino que incluso salvó numerosos cultivos que, de otra forma, se hubieran perdido por falta de agua en períodos de sequía.

El premio de la UNESCO Sultan Qaboos para la protección del medio ambiente fue atribuido a la **Autoridad Autónoma de los Parques Nacionales (OAPN)**, ubicado bajo la égida del Ministerio Español del Medio Ambiente y de las Zonas Rurales y Marinas. Para la Oficina del Consejo Internacional de Coordinación del Programa de la UNESCO el Hombre y la Biosfera, quien era el jurado, la OAPN es un modelo de gestión para las reservas de biosfera. El mismo se esfuerza por proteger el patrimonio natural de España mediante sus trabajos de salvaguarda de las especies en vía de extinción y de sus asentamientos, la eliminación de las especies no endógenas, la recuperación de las zonas deterioradas y la vigilancia de la calidad del aire y del agua, apoyando la enseñanza y la formación relativas al medio ambiente.

La OAPN ayudó, además, a países de América Latina y el Caribe, del Noroeste africano y del Sudeste asiático a encontrar y financiar estrategias subregionales para proteger la biodiversidad en las reservas de biosfera mediante una cooperación Sur-Sur, la transferencia de tecnología y la formación. El premio de 30 000 dólares servirá para crear una escuela de biosfera en la Reserva de Bijagos en Guinea Bissau (*ver a continuación*).

## Una escuela de biosfera para Guinea Bissau

**La Autoridad Autónoma española para los Parques Nacionales (OAPN) decidió dedicar la totalidad de la suma de 30 000 dólares del premio Sultán Qaboos para la creación de una escuela de biosfera en Eiticoga, pueblo situado en la Reserva de Biosfera de Boloma Bijagos, Guinea Bissau.**

La Reserva de Biosfera de Boloma Bijagos es un archipiélago de 88 islas, cubierto de mangles, bosques, sabanas costeras y bancos de arena. Alberga el cocodrilo del Nilo (*Crocodylus niloticus*) y el hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*). Sus habitantes viven del cultivo de arroz, del ganado, de la explotación de las palmas salvajes, de la pesca y de la horticultura.



Photo: OAPN

La futura escuela de biosfera de Eticoga

**Ella será la primera en ser favorecido por un financiamiento de este proyecto nuevo de la OAPN para la educación del medio ambiente, quien ha creado otras cinco en las regiones de interés prioritario para la cooperación de España con África y América Latina.**

La escuela es frecuentada por 80 niños de 5 a 10 años, para los cuales la escolaridad es obligatoria a partir de 7 años. La escuela, que también funciona como guardería, está dirigida por el Sr Second. Es un maestro de Eticoga que administra la escuela voluntariamente. La idea de este proyecto es de él.

Actualmente, la escuela que ocupa una pieza que pertenece a una estación de radio pública abandonada; no tiene materiales escolares básicos ni libros ni muebles.

La OAPN se propone remediar esto. Después de haber consolidado el local, equipará la escuela con una pizarra, pupitres, sillas y otros muebles y proveerá a los niños uniformes así como materiales escolares básicos, tales como cuadernos, bolígrafos, reglas etc.

La OAPN prepara también una obra de educación para el medio ambiente para los niños y sus maestros, que será donada a la escuela al igual que los manuales de aprendizaje de la lectura, la escritura y la aritmética.

El proyecto insistirá en la importancia del desarrollo sostenible y de la protección de la biodiversidad en la reserva de biosfera.

[fjcantos@oapn.mma.es](mailto:fjcantos@oapn.mma.es); [m.clusener-godt@unesco.org](mailto:m.clusener-godt@unesco.org)

## La salud de los océanos vital para combatir el cambio climático

Los gobiernos decididos a combatir el cambio climático deberían pensar en un fondo «carbono azul» para conservar y restaurar los grandes ecosistemas marinos que funcionan como verdaderos pozos, declaró un informe lanzado simultáneamente el 14 de octubre, por el PNUMA, la FAO y la UNESCO en el Cabo (África del Sur), en Nairobi (Tanzania) y Roma (Italia).

Dado que el océano ya absorbió 82% de la totalidad de la energía suplementaria acumulada en el Planeta debido al calentamiento global, es justo reconocer que ya nos ha preservado de un cambio climático catastrófico», afirma Patricio Bernal, Secretario Ejecutivo de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO. «Pero cada día prácticamente, arrojamos 25 millones de toneladas de carbono en el océano, que se vuelve más ácido». Ello constituye una amenaza considerable para los organismos de estructuras calcáreas. En la medida en que las aguas se calientan y la composición química del océano se modifica, el frágil equilibrio que mantiene la biodiversidad marina es perturbado, lo que tiene graves consecuencias para la ecología marina y el clima de la Tierra.

*Blue Carbon: the Role of Healthy Oceans in Binding Carbon* estima que los ecosistemas marinos tales como las algas, mangles y pantanos salobres atraen y atrapan alrededor de la mitad de las emisiones anuales de carbono del sector de los transportes mundiales. Estos hábitats cubren menos de 1% del fondo de los mares, y sin embargo, almacenan más de la mitad del total de carbono almacenado en los sedimentos oceánicos.

El informe recuerda que en vez de conservar y reparar estos pozos naturales de carbono, la humanidad los deteriora a un ritmo acelerado. Estima que 7% de estos reservorios de carbono azul desaparecen todos los años, a un ritmo siete veces más rápido que hace 50 años. Si estos ecosistemas no son mejor preservados, habrán, en su gran mayoría, desaparecido en dos decenios, afirma el informe.

Oponiéndose a nuevas pérdidas y actuando para su restauración, sería posible contrabalancear 3 a 7% de las emisiones actuales de combustibles fósiles, es decir 27 000 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en dos decenios. Ello tendría un efecto equivalente por lo menos a la reducción del 10% indispensable para mantener la concentración del CO<sub>2</sub> atmosférico por debajo de 450 ppm, y por consiguiente el calentamiento por debajo de 2 °C.

Entretanto, un estudio publicado el 19 de noviembre en *Nature* por Khatiwala y coll. nos previene que los océanos llegan al punto de saturación y pierden así sus capacidades de actuar como pozos ya que, mientras más ellos se acidifiquen, menos pueden absorber carbono.

Para más detalles y leer el informe, ver página 24

## El hundimiento de los *karez* obliga a los iraquíes a huir

**Más de 100 000 personas del norte de Irak tuvieron que abandonar sus casas desde 2005 debido a graves penurias de agua, anunció un estudio de la UNESCO. La sequía y el bombeo excesivo de los pozos hicieron bajar el nivel del manto freático en la región y ocasionaron una disminución espectacular del caudal del agua en los antiguos acueductos subterráneos (*qanats*), llamados *karez* en Irak.**

Es el primer estudio que presenta la realidad de las consecuencias de la sequía en los sistemas de *karez*. Especialmente concebidos para los climas áridos, los *karez* son conocidos por conservar su eficacia incluso durante los episodios de sequía. El estudio de la UNESCO confirma sin embargo que desde el comienzo de la sequía actual hace cuatro años, 70% de los *karez* todavía en servicio se habían secado. El exceso de explotación de las aguas subterráneas por las bombas modernas de pozos también fue un factor determinante hacia finales de agosto del año pasado, sólo 116 de las 683 redes de *karez* del norte de Irak suministraban todavía agua a sus usufructuarios.

Antes del inicio de esta sequía, los sistemas de *karez* de Irak sufrieron sobretodo de la inestabilidad política, del abandono y de la negligencia. Quedan pocas personas en Irak que todavía sepan darles mantenimiento o repararlos. El pueblo de Jafaron, uno de los más afectados de la región, vio 44 de sus 52 *karez* desecarse en 2008, dejando la única fuente de alimentación –113 hectáreas de tierras irrigadas– estériles y obligando a emigrar a la mayoría de su población. Unas 36 000 personas están a punto de abandonar sus viviendas si la situación no se mejora rápidamente. Además del pequeño chorro de agua suministrado por sus *karez*, sólo pueden contar con cisternas que deben ser llenadas en varias ocasiones por los camiones que recorren largas distancias, o mediante bombas de pozos, que frecuentemente deben ser cavados más profundos que en otros tiempos. Para muchos de ellos, ninguna de las dos soluciones es financieramente aceptable.

El estudio concluyó en que deben tomarse rápidamente medidas a fin de prevenir nuevos desplazamientos de poblaciones. La UNESCO estima que cada *karez* puede abastecer suficientemente de agua doméstica a cerca de 9 000 personas



Niña iraquí reemplaza un jarrón en un *karez*

e irrigar más de 200 hectáreas de tierras cultivadas. Traducido en términos económicos, ello corresponde a 300 toneladas suplementarias de grano por año, o 160 000 dólares de ingreso, al precio actual del mercado. El estudio enumeró 50 comunidades que se beneficiaron de los trabajos de arreglo de los *karez*.

El estudio de la UNESCO presentó al gobierno de Irak su primer inventario completo de los *karez*. Antes del inicio del estudio, había muy poca información sobre la cantidad, la localización y el estado de los *karez*. El Dr Dale Lightfoot, jefe del departamento de geografía en la Universidad del Estado de Oklahoma (EE. UU.) y un experto de renombre internacional sobre los *karez*, realizó el estudio en nombre de la UNESCO. La UNESCO trabajó desde 2007 con el gobierno a fin de restaurar las redes de *karez*. La Organización se prepara para lanzar, este año, la Iniciativa *karez* para el renacimiento de la comunidad, con el objetivo de ayudar a las comunidades rurales a reconstruir sus *karez*.

Para más detalles y leer el informe, ver página 24

## El desarrollo sostenible necesita de su **dimensión cultural**

**La diversidad cultural tiene un papel importante a desempeñar –incluso si es frecuentemente subestimada– para garantizar la viabilidad del medio ambiente y el desarrollo socioeconómico.**

El informe mundial de la UNESCO *Invertir en la diversidad cultural y el diálogo intercultural* señala el hecho de que, si bien la comunidad internacional buscó con prioridad respuestas científicas y técnicas a los retos ecológicos, cada vez se pone de manifiesto más claramente que las prácticas culturales están íntimamente vinculadas al mantenimiento de la integridad del medio ambiente. Si la identidad cultural y la estabilidad social pueden ser fuertemente influenciadas por el estado del medio ambiente, de igual forma los factores culturales pueden influir en el comportamiento de los consumidores y el valor que estos otorguen al medio ambiente. La temible concatenación, a la cual asistimos, los problemas medioambientales que amenazan la estabilidad, si no la propia existencia de las sociedades humanas, nos llevan a una amplia reflexión y una definición holística del desarrollo, que deberá necesariamente integrar un amplio conjunto de experiencias, de instituciones y de prácticas culturales a fin de garantizar colectivamente la adaptación del hombre al cambio climático y a la reducción de sus efectos nocivos. Si no se hace nada, el impacto de gran amplitud a venir de los cambios medioambientales podría provocar, entre otros, los desplazamientos masivos de poblaciones que amenazarán seriamente la permanencia y la diversidad cultural, principalmente en las zonas rurales y en las minorías apegadas a sus localidades, ya traumatizadas.

El saber local, rural o autóctono puede proponer soluciones a los problemas medioambientales contemporáneos; ya sea los procedimientos de producción a pequeña escala, produciendo pocos excedentes y utilizando poca energía, o de las maneras de tratar la tierra y los recursos naturales sin malgastar ni agotar los recursos. Según el informe, es urgente «hacer operacional» los resultados de la investigación sobre la dimensión cultural de la conservación y de la gestión de los recursos naturales.

El informe cita algunos mecanismos tradicionales que han sido probados desde hace siglos. En las ciudades españolas de Murcia y Valencia por ejemplo, el Consejo de Sabios y la Corte del Agua son los tribunales de derecho consuetudinario que tienen jurisdicción en todos los asuntos tocante a la irrigación local.

Para tener una posibilidad de triunfar, las políticas de desarrollo deben, ellas también, ser culturalmente pertinentes. En Nigeria, los monarcas tradicionales ejercen una fuerte influencia sobre sus súbditos. En un discurso pronunciado en la UNESCO en marzo 2007, en nombre del Consejo de los Jefes Tradicionales de Nigeria, Oba Okunade Sijuwade, 50<sup>mo</sup> Ooni (rey) de Ife, confirmó la voluntad de los monarcas de promover el desarrollo científico. «La ciencia y la tecnología son, sin duda alguna, la base del desarrollo socioeconómico de cualquier nación», observó éste. «Sin embargo, es necesario que la tecnología sea culturalmente pertinente y adaptada a las situaciones y a las necesidades locales. La experiencia ha demostrado que en Nigeria, las estrategias de desarrollo son concebidas y transmitidas en inglés, lengua que no es accesible a una gran mayoría de la población».

Los tres monarcas de los grupos étnicos Yoruba, Ibo y Haussa tratan el problema por la vía de tres iniciativas: la enseñanza y la comunicación de la ciencia y de la tecnología en lenguas yoruba, ibo y haussa, habladas por alrededor de 85% de los 140 millones de nigerianos; la integración del saber tradicional en la renovación de los sistemas de innovación locales; y finalmente, el establecimiento de puentes entre las comunidades lingüísticas de Nigeria y su diáspora. Los monarcas se esfuerzan por crear una Academia yoruba de las ciencias, por ejemplo, a fin de promover la cooperación científica entre comunidades de lengua yoruba en el mundo entero. La UNESCO participó en los estudios de factibilidad para la academia que deberá ser lanzada en el transcurso del año.

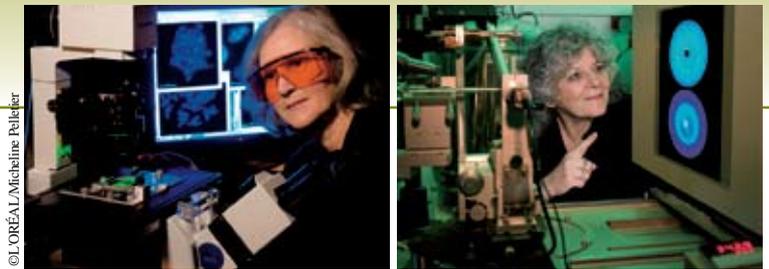
Para más detalles y leer el informe, ver página 24

## Dos premios Nobel para laureadas L'ORÉAL-UNESCO

**Dos días después que Elizabeth Blackburn recibiera el premio Nóbel de fisiología o de medicina el 5 de octubre, una segunda laureada L'ORÉAL-UNESCO, Ada Yonath, conocía que había recibido el premio Nóbel de química.**

El premio Nóbel de química recompensa este año la investigación de uno de los procesos principales de la vida: como el ribosoma traduce la información de ADN en procesos y estructuras indispensables para la vida. Venkatraman Ramakrishnan, Thomas A. Steitz y Ada Yonath fueron distinguidos por haber mostrado a que se parece el ribosoma y como esta partícula intracelular funciona a nivel atómico. Los tres utilizaron la cristalografía en los rayos X para cartografiar la posición de cada uno de los cientos de miles de átomos que constituyen el ribosoma.

Los ribosomas son el blanco principal de los antibióticos, que son capaces de inhibir la actividad de bacterias perjudiciales dejando intactos los ribosomas humanos. La investigación de la Prof. Yonath mostró mediante qué mecanismo se vuelven resistentes a los antibióticos.



©L'ORÉAL/Micheline Pelletier

Elizabeth Blackburn, de origen australiana (a la izquierda), en su laboratorio en la Universidad de California (E-U), y Ada Yonath en su laboratorio del Weisman Institute for Science (Israel)

El premio Nóbel de este año en fisiología o medicina se otorgó a tres científicos que resolvieron un problema capital de la biología: como los cromosomas pueden duplicarse fielmente durante la división celular y como están protegidos de los deterioros que llegan con la enfermedad. Amablemente apodados «el trío contra el envejecimiento», Elizabeth Blackburn, Carol Greider y Jack Szostak demostraron que la solución puede encontrarse en las terminaciones de los cromosomas –los telómeros– y en una enzima que los constituye: la telomerasa.

Para más detalles sobre los trabajos de las Prof. Blackburn y Yonath, ver Un Mundo de Ciencia de abril 2008

## 18 países prueban el sistema de alerta para los tsunamis

**Dieciocho países<sup>8</sup> participaron el 14 de octubre en un ejercicio con la finalidad de probar la eficacia del Sistema de alerta para los Tsunamis y de Atenuación de sus Efectos en el Océano Índico. El sistema fue creado por la COI de la UNESCO después del devastador tsunami del 26 de diciembre 2004. El ejercicio tuvo lugar quince días después que un tsunami provocado por un sismo matara más de 100 personas en Samoa el 29 de septiembre.**

El ejercicio Indian Ocean Wave 09 proporcionó a estos países la ocasión de probar sus líneas de comunicación, de analizar sus procedimientos normales estándar de reacción ante la alerta y ante la urgencia, y de mejorar sus dispositivos de prevención.

El escenario del ejercicio se inspiraba en el temblor de tierra de magnitud 9,2 que asoló la costa noroeste de Sumatra (Indonesia) en 2004, provocando un tsunami destructor que afectó a países tan alejados como Australia y África del Sur. El tsunami simulado se propagó en tiempo real en el conjunto de la cuenca del Océano Índico, tomando alrededor de 12 horas para desplazarse de Indonesia a la costa de África del Sur. Se emitieron boletines por la Agencia Meteorológica en Tokio y por el Centro de Alerta de Tsunamis en el Pacífico, en Hawai (EE. UU.), quienes desde 2005 sirven temporalmente de consejeros.

Los servicios recientemente establecidos de suministradores regionales de alerta de los tsunamis en Australia, India e Indonesia también participaron en el ejercicio y compartieron los boletines experimentales en tiempo real. Estos servicios regionales de alerta remplazarán pronto los servicios hoy garantizados temporalmente desde Hawai y Tokio.

Para más detalles: [www.coi-tsunami.org/](http://www.coi-tsunami.org/)

7. Ver [www.bokova.eu](http://www.bokova.eu)

8. Australia, Bangladesh, India, Indonesia, Kenya, Madagascar, Malasia, Maldivas, Mauricio, Mozambique, Myanmar, Omán, Pakistán, Seychelles, Singapur, Sri Lanka, Tanzania y Timor-Este



# Farouk El-Baz

## Regreso a la Luna

Tanto China como la India, Japón y los Estados Unidos, han enviado misiones hacia la Luna durante estos últimos tres años. China tiene incluso intenciones de depositar en 2012 un vehículo de exploración en nuestro satélite. Desde el 2007, Japón capta nuevas imágenes de la superficie de la Luna gracias a su satélite Kaguya. En septiembre, la misión Chandrayaan-1 de la India declaró haber descubierto la prueba de agua en los polos, solo unas semanas antes de que la NASA anunciara, el 13 de noviembre, el descubrimiento de 95 litros de agua helada conservada en un cráter cerca del polo sur de la Luna, región que nunca se beneficia del calor del sol. La NASA descubrió el agua cuando hizo descender una sonda en el cráter para analizar los restos que quedaban de otra sonda, que se había estrellado en octubre.

Es más, la presencia de agua hace pensar que la vida humana sería posible temporalmente sobre la Luna. Los científicos esperan que, un día los astronautas podrán no solo beber esta agua, sino también extraer de ella oxígeno para respirar e hidrógeno como combustible. Esto reduciría considerablemente el precio de una colonización de la Luna: el costo de transporte de un litro de agua en la Luna fue estimado en 50 000 dólares.

El geólogo de origen egipcio Farouk El-Baz participó en la selección de los sitios de alunizaje de las misiones Apolo 11 a 17, de 1969 a 1972. Treinta y siete años después de la última presencia sobre la Luna, vuelve a «ella» para mostrarnos hasta donde puede llevarnos la exploración de nuestro satélite.

### ¿Qué papel jugó usted en la programación del primer alunizaje de 1969?

Yo era secretario del comité de sitios de alunizaje de la NASA. Había que escoger superficies planas para garantizar la seguridad de la operación, pero interesantes a su vez en el plano científico para enriquecer nuestros conocimientos sobre la historia y la composición de la Luna. Escoger una superficie unida sin disponer de datos topográficos era ya un verdadero desafío: solo podíamos examinar las sombras producidas por el Sol para «evaluar» los accidentes del terreno. Pero una riqueza en el plano científico implicaba una topografía más compleja, antinómica con la planicie. Por otra parte, situaciones inesperadas se manifestaron durante la misión, como la fuerte atracción ejercida sobre la nave espacial cuando pasó sobre las rocas basálticas densas de los mares lunares. Esto obligó a la nave a alunizar a 7 Km del sitio escogido para Apolo 11 y casi pone en peligro el alunizaje. A las misiones posteriores hubo que hacerles correcciones en sus órbitas con el fin de eliminar tales contratiempos.

### ¿Qué nos han enseñado las misiones a la Luna sobre las condiciones de las zonas desérticas de la Tierra?

La fisonomía de la Luna nos muestra el resultado de los bombardeos de meteoritos ocurridos desde el nacimiento del Sistema Solar, hace aproximadamente 4,6 mil millones de años. No presenta ninguna huella de erosión provocada por el agua o el viento, mientras que en el desierto terrestre, todo cuanto actualmente vemos es el resultado de una activa erosión y de depósitos ocasionados por agentes atmosféricos, entre ellos específicamente el viento. Como la Luna no posee atmósfera, conserva mejor la huella de antiguos acontecimientos. Es por esto que podemos observar una multitud de impactos de cráteres y deslizamiento de lavas, preservados todos desde hace más de 3 mil millones de años. En la Tierra, estas formas fueron cubiertas ya sea por sedimentos recientes o borradas desde hace tiempo por el agua y el viento.

### ¿Cómo y cuando se formó la Luna?

Según la composición y la edad de las muestras lunares obtenidas, la teoría más acorde a los datos es que, en los primeros momentos de la formación del Sistema Solar, se constituyó una gran masa a partir de la explosión del Sol inicial. Al chocar otra masa planetaria con esta proto-Tierra, la materia desprendida, continuó girando alrededor de ella, arrastrada por la gravitación. Luego, la proto-Tierra se solidificó creando la actual Tierra y la materia desprendida formó la Luna.

### ¿Qué pasaría si la Luna modificara su órbita alrededor de la Tierra?

El sistema Tierra-Luna es parte integrante de la familia del Sol. La ruptura del lazo provocaría el desorden. La supresión de la atracción de la Luna pondría fin a las mareas y afectaría a la vida marina que depende de ellas. También reaccionarían a esta desaparición las placas de la corteza terrestre modificando sus movimientos, lo que provocaría numerosos sismos y erupciones volcánicas. La pérdida de la masa lunar afectaría también la atracción ejercida por los otros planetas acentuando su presión sobre las placas de la corteza. La Tierra reaccionará a esta pérdida girando más rápido, la velocidad del viento aumentaría y la temperatura de la atmósfera podría elevarse bruscamente, fundiendo la nieve de las regiones polares y aumentando brutalmente el nivel del mar. Nuestro planeta sería mucho menos hospitalario para los seres vivos.

### ¿De dónde proviene el agua en la Luna?

Sabemos, según la composición de las rocas lunares, que el volcanismo estaba generalizado en la Luna hasta hace aproximadamente 3 mil millones de años. Durante esas erupciones, numerosos gases, acompañados de vapor de agua, fueron expulsados desde el interior ardiente de la Luna junto a la lava. Es muy probable que estos gases hayan envuelto a la Luna, pero esto no duró mucho tiempo, a causa de la débil gravedad lunar,



Las vastas y oscuras llanuras basálticas visibles aquí, se llaman mares ya que en un inicio fueron tomadas por tales. Fueron formadas por antiguas erupciones volcánicas. Las de forma redonda son las que ejercieron una fuerte atracción gravitacional sobre el vehículo orbital Apolo en 1969.

apenas una sexta parte la de la Tierra. Al alcanzar las regiones polares, estos gases se congelaron en las zonas que están permanentemente a la sombra, protegidas del calor del sol.

**La NASA habla de colonizar la Luna hacia el 2020. ¿Este proyecto asocia a otras agencias espaciales?**

Ya existe mucha cooperación entre la NASA y las agencias espaciales japonesa y europea para las misiones a la Luna, en áreas como el suministro de instrumentos por la NASA. Es muy posible que la cooperación dé lugar un día a misiones conjuntas habitadas sobre la Luna. Ello dependerá de los programas de formación de astronautas en los países concernidos. Los únicos países, además de los Estados Unidos, que hasta ahora han tenido una experiencia en vuelos habitados son Rusia, desde hace mucho tiempo y China, desde hace tres años.

**¿Cuáles son las posibilidades de que un día seres humanos puedan establecerse en la Luna?**

El ingenio humano no tiene límites. Siempre que reflexionemos sobre nuestro cosmos y sobre el lugar que en él ocupamos, encontraremos nuevas formas de viajar por el. Parece ser posible establecer una presencia permanente en una estación espacial, en un punto de igual gravedad (llamado L-5) entre la Tierra y la Luna, donde los vuelos de ida y regreso a una base habitada en la Luna requerirían un impulso mínimo. Podríamos entonces acometer la utilización industrial de los suelos lunares para la agricultura y la extracción de metales raros como el titanio, utilizado en la construcción aeronáutica, el instrumental quirúrgico, etc.

Cuando los astronautas de Apolo trajeron las muestras de suelos lunares, los científicos probaron que estos tienen capacidad para producir cultivos. Dos semillas idénticas fueron puestas en los suelos lunares y terrestres, con igual medio ambiente e irrigadas en igual cantidad. La planta sembrada en el suelo lunar creció más rápida y vigorosa, ya que el suelo lunar contiene elementos químicos vírgenes, que nunca han utilizado las plantas.

Sin embargo, antes de pensar en la utilización potencial de esta fertilidad, habrá que imaginar artefactos especiales para el desmonte del suelo lunar, compuesto de polvo fino. Una vez tratado en la Luna, el suelo podría ser transportado hacia la Tierra, directamente o a través de estaciones espaciales intermediarias. Además, podría extraerse oxígeno del hielo del suelo de las regiones polares para ser respirado y servir como combustible para los cohetes. También podría extraerse hidrógeno del hielo para ser utilizado en células de combustible.

**Las muestras de suelo lunar contenían Helio 3. ¿Por qué hay países interesados en explotarlo en la Luna?**

El Helio 3 es un isótopo no radioactivo, más ligero que el Hidrógeno. Escasea en la Tierra pero es mucho más común en la Luna, ya que se incrusta en la capa del suelo lunar producto del bombardeo del «viento solar». En las capas más profundas se encuentra atrapado desde la época en que la Luna se formó, hace 4,6 mil millones de años y aún subsisten en el suelo lunar. Se puede decir, sin temor a equivocarnos, que todo suelo lunar expuesto al Sol contendrá Helio 3, ya que el bombardeo que sufre del viento solar es constante.

Este gas, que sirve para la fusión nuclear, podría generar cantidades ilimitadas de energía. Por consiguiente se piensa en él, no solo como fuente de energía para una estación lunar, sino también en la Tierra.

**¿A pesar de todo, el Helio 3 como fuente de energía tendrá que esperar a que dominemos la fusión nuclear?**

Sí, la fusión sólo es posible en teoría, pero algunos experimentos muestran que se puede realizar y una fábrica piloto está siendo construida en Francia por un consorcio internacional en el marco del proyecto ITER<sup>9</sup>.

**¿Una tonelada de Helio 3 produciría realmente suficiente energía para satisfacer 75% de las necesidades anuales del mundo, o sea, el equivalente de 130 millones de barriles de petróleo, por un valor de alrededor de 3 mil millones de dólares<sup>10</sup> ?**

No conozco los datos que sirvieron de base a ese cálculo, pero es verosímil, al menos en teoría.

**¿Es cierto que ningún país puede poseer parte alguna de la Luna?**

Sí. El Tratado de las Naciones Unidas Sobre el Espacio Ultraterrestre, firmado por casi todas las naciones en 1967, prohíbe toda propiedad sobre la Luna. Diez años más tarde, países en desarrollo lanzaron una campaña contra la extracción minera, pero no resultó ya que los principales actores –China, Estados Unidos, Europa, Japón y Rusia– se negaron a firmar el segundo tratado. Por consiguiente, hoy, es posible para los países no signatarios explotar los recursos de la Luna, pero no poseer el territorio lunar.

**La búsqueda de energía está por tanto en el centro de la carrera hacia la Luna. ¿El resto del mundo se beneficiará también de esta fuente «milagrosa» de energía?**

Para algunos, es un hecho seguro, pero la tecnología no lo es todavía; nadie puede contar con la certeza de que un día será posible producir energía a partir del Helio 3. En caso de éxito, el beneficiario será evidentemente él o los países que tomaron la iniciativa. Los otros quedarían al margen o comprarían su energía a las corporaciones multinacionales, ¡como si fuese una mercancía cualquiera!

*Entrevista realizada por Susan Schneegans*

9. El proyecto reúne a China, Rep. de Corea, la India, Japón, Rusia, la Unión Europea y los Estados Unidos. La dificultad para el Reactor Experimental Termonuclear Internacional (ITER) consistirá en acelerar suficientemente a los núcleos para vencer la repulsión electromagnética (debido a su carga positiva), hasta que su proximidad les haga fusionarse.

10. Fuente de los datos: [www.spacecentre.co.uk](http://www.spacecentre.co.uk)

# Los curanderos de Bushbuckridge descubren sus derechos



*Reserva Natural del Cañón del río Blyde, una de las zonas centrales de la Región de la Biosfera Kruger to Canyons en África del Sur*

El Año Internacional de la Biodiversidad dejará huellas en el derecho internacional sobre el medio ambiente. Las negociaciones en curso, bajo los auspicios del Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, probablemente culminen exitosamente en octubre con la adopción de una legislación sobre el acceso a los recursos genéticos. Este instrumento jurídico internacional vinculante determinará el acceso a los recursos genéticos, a la sabiduría tradicional, así como el uso de los beneficios que emanen de la misma. Los curanderos tradicionales de la Región de la Biosfera Kruger to Canyons en África del Sur serán parte de los numerosos beneficiarios de este acuerdo.

La Región de la Biosfera Kruger to Canyons (K2C) forma parte de la Red Mundial de la UNESCO de las Reservas de Biosfera. Ella une a las provincias de Limpopo y Mpumalanga del nordeste del país. Al cubrir más de 4 millones de hectáreas, esta vasta región comprende sabanas arboladas, bosques afro-montanos y praderas. Esta reserva, una de las mayores reservas de biosfera del mundo, tiene algunos importantes puntos calientes tales como el famoso Parque Nacional Kruger y la Reserva Natural del Cañón del río Blyde.

La extrema diversidad de la reserva de biosfera no es sólo biológica sino también cultural. Su zona tapón y su zona de transición albergan alrededor de 1,6 millones de personas que pertenecen a grupos de origen étnico y lingüísticos diferentes. Muchas de sus comunidades son pobres y viven en zonas rurales.

Cuando el K2C fue oficialmente designado en 2001 como reserva de biosfera por el programa El Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO, muchos lo consideraron una medida importante para el desarrollo económico de la región. Las comunidades se unieron a las autoridades locales para promover el ecoturismo y preparar programas educativos sobre la importante diversidad biológica y cultural de la región.

## Los curanderos tradicionales establecen un protocolo para su comunidad

Los curanderos proporcionan cuidados de primera necesidad a una gran parte de la población de la región. También juegan un importante papel cultural al defender los valores tradicionales y al mantener el rico corpus de los conocimientos sobre los vegetales presentes en el territorio de la reserva. En su condición de poseedores del saber tradicional, adquirieron recientemente nuevos derechos, basados en el Biodiversity Act de África del Sur (2004) y en la Normativa Sobre la

Bioprospección, el Acceso y el Reparto de los Beneficios (2008). Pero es sólo ahora que ellos se reunieron para hablar de sus preocupaciones comunes.

En marzo 2009, el Comité de la Biosfera comenzó a apoyar a un grupo de curanderos instalados en el vivero Vukuzenzele de plantas medicinales de Bushbuckridge que querían convocar una serie de reuniones con otros grupos de curanderos. Durante los siguientes cinco meses, efectuaron estas reuniones con el objetivo de confrontar sus opiniones y de comprender mejor la normativa de África del Sur sobre la protección de las plantas medicinales y del saber tradicional.

Después de varias reuniones, más de 80 curanderos decidieron crear una estructura de gobierno titulada Curanderos Tradicionales de Bushbuckridge, dotada de un Comité Ejecutivo que los representa ante las partes involucradas. Esta asociación se constituyó a partir de dos grupos lingüísticos diferentes, Sepedi y Tsonga, que se sienten unidos por la especificidad de su saber y su utilización de las mismas plantas medicinales. Luego se dirigieron al Comité de la Biosfera y al Natural Justice, una ONG de juristas que asesora a las comunidades sobre las cuestiones de medio ambiente, con el objetivo de elaborar su propio protocolo. Este fue presentado primero en septiembre 2009 a las autoridades locales, a las reservas de caza privadas y a las otras partes involucradas en el territorio de la reserva de biosfera.

## «Nosotros protegemos la biodiversidad»

En su protocolo de siete páginas, los curanderos tradicionales recuerdan la contribución que aportan a la salud de sus comunidades. Explican que, a pesar de que ellos comparten un saber común sobre los principales tipos de enfermedades de sus comunidades, cada uno tiene su propia manera de tratar a sus

enfermos. Los especialistas de algunas enfermedades envían sus pacientes a los colegas. Como los pacientes son pobres, los curanderos los curan, ya sean retribuidos o no. «Nuestros ancestros nos prohíben requerir dinero» dicen ellos «entonces nosotros confiamos en la buena voluntad y en la reciprocidad».

En el protocolo, los curanderos explican la afinidad de sus comunidades con la biodiversidad que los rodea. «Nosotros pensamos que solo una toma de hojas y corteza que garantice la supervivencia de la planta o del árbol podrá curar al paciente» dicen ellos. «Ello implica que nosotros sólo tomamos pequeñas bandas de corteza, hojas o tallos determinados, y que recurrimos siempre las raíces de los árboles o de las plantas después de haber tomado lo estrictamente necesario. Nosotros respetamos igualmente las reglas que conciernen a las estaciones durante las cuales podemos recolectar las diversas plantas, reglas cuya trasgresión puede acarrear terribles consecuencias, como el riesgo de privación de lluvia. Sólo recolectamos plantas para un uso inmediato, nosotros nunca amontonamos grandes cantidades de un recurso particular. Otra forma de proteger la biodiversidad, nosotros evitamos ocasionar los incendios de la vegetación y desalentamos la caza furtiva de los vegetales por cazadores *furtivos*» (cazadores de plantas medicinales tradicionales).

### Temores de sobreexplotación y falta de acceso

Los curanderos describen las amenazas que pesan sobre su modo de vida por la restricción de los accesos a la biodiversidad local o su desaparición. «La cantidad de plantas disminuye por causa de la recolecta excesiva que hacen los herboristas o los cazadores *furtivos* que toman grandes cantidades según métodos no sostenibles», afirman éstos. «La zona de protección de Mariepskop es importante para nosotros en virtud de su gran diversidad vegetal, pero nos es difícil acceder ya que, hasta ahora, no estamos seguros de las reglas aplicables a la recolecta de las plantas medicinales y porque los desplazamientos en estas zonas ocasionan para nosotros dificultades logísticas y financieras. Nosotros somos excluidos de la Reserva Natural de Bushbuckridge que, aunque estando más cerca que Mariepskop, nos es totalmente inaccesible». Añaden que «los terrenos privados nos son prohibidos».

### Queremos que se solicite nuestro consentimiento

«Nosotros recibimos la visita de decenas de investigadores», señalan los curanderos, «quienes, en general, nos suministran pocas precisiones sobre las personas para las cuales trabajan, o el uso que harán de nuestro saber. Nosotros aún no nos hemos comprometido con ningún acuerdo de reparto de beneficios referente a nuestro saber, ni la transferencia material de las plantas a las cuales ellos han tenido acceso. Estamos cansados de compartir nuestras informaciones con los investigadores, en quienes ya no tenemos confianza. Queremos que se nos pida nuestro consentimiento antes de ver partir nuestro saber o nuestras plantas, ser reconocidos como poseedores del saber, y obtener beneficio de cualquier comercialización».

Los curanderos se dirigieron al Natural Justice para informarse sobre sus legítimos derechos. Una vez bien comprendida la ley, ellos decidieron que las condiciones que pondrían a la transferencia de su saber dependerían en gran medida de la naturaleza del que lo use. Ello implica que si estudiantes quieren devenir curanderos, deberán entenderse con los practicantes locales quienes organizarán el período de su formación y los harán pagar los derechos. Los curanderos de las otras zonas y los investigadores universitarios serán orientados hacia el Comité Ejecutivo de los curanderos, quienes examinarán según las formas prescritas sus proposiciones. «Conocemos nuestros derechos», afirman ellos, «y exigiremos que nos enseñen la carta del Departamento de las Aguas y del Medio Ambiente que confirme que éstos [los investigadores] pueden efectuar estas investigaciones». Los bioprospectores comerciales deberán comenzar igualmente por dirigirse al Comité Ejecutivo antes de cualquier negociación con su compañía en vista de un acuerdo de reparto de los beneficios, financieros y de otros tipo.

### Los curanderos proponen una asociación

En el protocolo, los curanderos proponen trabajar con sus autoridades tradicionales a fin de poner normas al acceso a las tierras comunales por los cazadores *furtivos*, con el objetivo de regular el problema de la sobreexplotación. También solicitan facilidades de acceso a las zonas protegidas. «Ahora que nosotros estamos



Reunión de los curanderos tradicionales de Bushbuckridge hacia mediados de 2009 para decidir el protocolo de su comunidad

bien informados de los procedimientos de acceso a las plantas de Mariepskop», dicen ellos, «queremos ser reconocidos por el Departamento de Agricultura, de Bosques y de Pesca (DABP) como contributarios y beneficiarios de la biodiversidad de la región». Además proponen colaborar con el DABP para establecer un sistema que les facilite acceso a los recursos que él administra. Piden al Departamento examinar la posibilidad de

## Hacia una legislación internacional sobre el acceso y el reparto de los beneficios

En 2002, durante la Cumbre Mundial de Johannesburgo (África del Sur) sobre el desarrollo sostenible, los gobiernos llamaron a negociar una legislación internacional sobre el reparto justo y equitativo de los beneficios obtenidos por la utilización de las especies vegetales y animales (los recursos genéticos).

El llamado fue escuchado por la Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica que, en 2004, dio un mandato al Grupo Permanente de Trabajo para el Acceso y el reparto de los beneficios, para que el mismo elabore y negocie una legislación internacional sobre el acceso a los recursos genéticos y al reparto de los beneficios que emanen de su utilización (IRABS).

Ya existen algunas disposiciones con este fin en el Convenio sobre el acceso a los recursos genéticos (Artículo 15) y al saber tradicional (Artículo 8j), pero falta un instrumento para su aplicación. El propósito de la nueva legislación sería adoptar uno o varios instrumentos que permitan aplicar las disposiciones de los artículos 8j y 15, en el marco general de los objetivos del Convenio: preservación, utilización y acceso sostenible, distribución de los beneficios.

En 2008, la Conferencia de las Partes amplió el mandato del Grupo de Trabajo. Este fue encargado de negociar un texto para la aplicación del IRABS y de determinar precisamente cuales elementos de la ley serían objeto de medidas vinculantes, de medidas no vinculantes y de un compromiso entre los dos. El texto elaborado será presentado para su adopción en la próxima reunión de la Conferencia de las Partes en octubre 2010.

El IRABS deberá marcar un paso importante hacia la realización del tercer objetivo del Convenio, «el reparto justo y equitativo de los beneficios que se deriven de la explotación de los recursos genéticos, en particular gracias a un acceso satisfactorio a los recursos genéticos y a una transferencia adecuada de las técnicas pertinentes».

Es evidente que el IRABS tendrá igualmente repercusiones considerables en la vida de las poblaciones autóctonas y de las comunidades locales. Sin embargo, las ventajas medioambientales y sociales esperadas de este instrumento sólo serán reales si su implementación a nivel local garantiza un respeto absoluto de los valores culturales y de los modos de vida que participan en la protección y la utilización sostenible de la biodiversidad\*.

Para más detalles: [www.cbd.int/abs/ir/regime.shtml](http://www.cbd.int/abs/ir/regime.shtml)

\* Kabir Bavikatte y Harry Jonas (2009) Biocultural Community Protocols: a Community Approach to Ensuring the Integrity of Environmental Law and Policy. PNUMA.

decretar una zona de protección y revalorización de las plantas medicinales en Mariepskop a fin de intensificar allí el cultivo de las principales plantas medicinales».

Al concluir su protocolo, los curanderos hacen un llamado al Comité de la Biosfera para que los ayude a reproducir en viveros las plantas medicinales más importantes de la región. También demandan a la Agencia del Turismo y de los Parques de Mpumalanga reservar unas tierras para este uso. Igualmente, el Departamento de la Salud y del Desarrollo Social es invitado a «acelerar» el procedimiento de registro de los curanderos a fin de que éstos dispongan de las cartas que certifican su condición de practicantes tradicionales de la salud.

### Proyectarse hacia el futuro

La redacción de un protocolo ayudó a los curanderos a definirse como un grupo que comparte algunos valores y poseedor de un saber que trasciende la barrera lingüística. En adelante, el protocolo le permite esclarecer sus principales preocupaciones y colaborar para vencer juntos las dificultades comunes. El protocolo de su comunidad no sólo enuncia sus opiniones,

también pretende enviar a los investigadores y bioprospectores deseosos de utilizar sus recursos locales o su saber tradicional el mensaje de que ellos conocen sus derechos y que piensan ejercerlos. Ello da igualmente a los utilizadores potenciales una mayor seguridad jurídica en caso de obtención de la licencia.

Como resultado del protocolo, la comunidad se ha reunido con el Departamento de Ciencia y Tecnología para estudiar cómo pueden contribuir al Gran Reto

Farma a Pharma, que tiene como objetivo conectar a las comunidades locales a los esquemas de conservación y a las oportunidades bioprospectivas.

Inspirado por el éxito inicial del *Protocolo Biocultural de la Comunidad de Bushbuckridge*, el programa MAB de la UNESCO proyecta ayudar a las comunidades que viven en las reservas de biosferas en otras partes del mundo, y que lo deseen, a elaborar sus propios protocolos comunitarios. En esta empresa, el programa MAB de la UNESCO continuará su colaboración con la Agencia Alemana para el Desarrollo, Natural Justice y el PNUMA.

Ana Persic<sup>11</sup> y Harry Jonas<sup>12</sup>

Para más detalles: [www.kruger2canyons.com](http://www.kruger2canyons.com);  
[www.unep.org/communityprotocols/index.asp](http://www.unep.org/communityprotocols/index.asp) ;  
[www.unesco.org/mab](http://www.unesco.org/mab)

11. Especialista adjunto del programa de la División de Ciencias Ecológicas y de la Tierra de la UNESCO  
12. Co-Director de Natural Justice



El vivero Vukuzenzele de plantas medicinales, gestionado por mujeres que pertenecen a los Curanderos Tradicionales de Bushbuckridge

## ¿Salvará al Mar de Aral un tinte azul?

**Índigo.** El término puede parecer exótico, pero nuestra vida cotidiana está inmersa en el índigo. Tal vez en este mismo instante Ud. lleve uno. Para mucho de nosotros, nuestro primer encuentro con el índigo sucedió hace mucho tiempo, el día que compramos nuestro primer blue jeans. El índigo es el tinte natural más antiguo del mundo. Hace 4 000 años, las hojas de la *Indigofera tinctoria* ya servían para teñir de azul los tejidos. Hoy, los métodos naturales de producción del tinte índigo cedieron el puesto a los procedimientos químicos en todas partes excepto en la India del sudeste.

Sin embargo, si el proyecto de la UNESCO en Uzbekistán se realiza como está previsto, el índigo natural pronto podría ser producido en una de las regiones del mundo más devastada en el plano ecológico, la cuenca del Mar de Aral.

*Esta modelo exhibe en la feria internacional de tintes naturales, en los Estados Unidos en 2005, un conjunto del diseñador mundialmente conocido, Oscar de la Renta. La falda está teñido con el índigo natural ouzbek.*

Hace poco, la idea de hacer crecer la *Indigofera tinctoria* en esta cuenca hubiera hecho reír. Pues finalmente ¿por qué escoger una región cuyo clima ha devenido tan hostil, no sólo para los vegetales como el índigo sino también para los seres humanos? El riego intensivo y la desecación de las tierras para el cultivo durante 40 años transformaron lo que fue el cuarto lago del mundo por su dimensión, en un desierto salado y tóxico, donde no crece casi nada. La poca agua dulce que queda está contaminada por los fertilizantes y pesticidas utilizados para el cultivo del algodón, así como por los desechos industriales y domésticos.

Se podría decir sin exagerar que la situación del agua ha devenido crítica en Uzbekistán. Las imágenes de satélites más recientes de la Agencia Espacial Europea muestran que la parte uzbeka del Mar Aral se redujo un 80% en apenas tres años (ver imágenes). «A este ritmo, de aquí al 2020 toda la parte sur de este mar estará completamente desecada», señala ScienceDaily.com, el 12 de julio 2009. El mismo informe indicaba que los trabajos en curso tratan de introducir en la zona arbustos y árboles resistentes a la sal a fin de evitar un desierto de polvo catastrófico para el medio ambiente. «Cada año, violentas tempestades de arena levantan por lo menos 150 000 toneladas de sal y de arena (de la cuenca) del Mar de Aral y las transportan a centenares de kilómetros de distancia», continúa la revista «provocando serios problemas

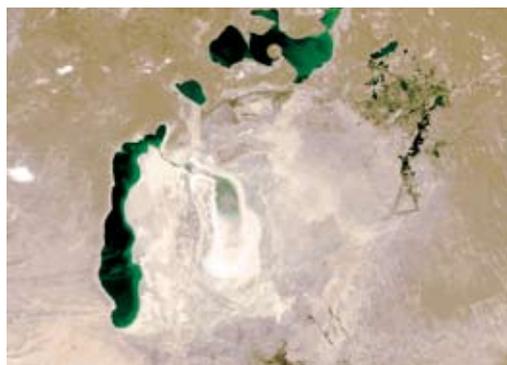
sanitarios para las poblaciones, además ocasionando que los inviernos sean más fríos y los veranos más calurosos».

### Una excelente idea loca

En toda la historia del índigo, no existe ninguna prueba de que éste haya sido cultivado en Asia central (ver recuadro página siguiente). O más bien, no antes de que el equipo de la Oficina de la UNESCO en Tashkent lanzara en 2005 el proyecto Uzíndigo. La economía de las provincias de Karakalpakstan y de Khorezm se basa en la agricultura. La vida de los granjeros depende del cultivo del algodón a pesar de que este cultivo gran consumidor de agua está obviamente mal adaptado al ecosistema de la región. Por tanto, los agricultores necesitaban una fuente complementaria de ingresos que no agrave aún más los problemas ecológicos de su región. La *I. tinctoria* parece cumplir con los requisitos. Según el equipo, al mismo tiempo que daría un segundo aire a la economía, el cultivo del índigo enmendaría los suelos impregnados de sal, ya que es un vegetal lleno de cualidades. Una vez extraído el tinte de la planta, sus hojas, su tallo hueco (su rastrojo) y sus raíces pueden servir de «fertilizante verde» rico en nitrógeno, para los huertos, los viñedos y los jardines. Lamentablemente, los secretos del cultivo y de la extracción del índigo casi se han perdido, salvo un puñado de maestros de esta especialidad en la India, China y Japón. Serán necesarios



Foto: Rasul Mirzaakhmedov



Imágenes: AEE

*Estas imágenes satélites del Mar de Aral fueron tomadas en 2009 (a la izquierda) y en 2006 (a la derecha) por la Agencia Espacial Europea. Ellas muestran la alarmante velocidad a la que este mar retrocede. Si bien la parte norte del mar podrá preservarse gracias a un dique financiado por el Banco Mundial, el resto, sin embargo, desaparecerá en este decenio.*

considerables trabajos de investigación antes de que el índigo pueda crecer en Asia central.

**Adaptar el índigo a suelos salados y poco fértiles**

El equipo de Uzíndigo comenzó por analizar los diversos medios de hacer crecer *I. tinctoria* en los suelos salinos de la cuenca del Mar Aral. Bajo la dirección del Prof. Abdukodir Ergashev, Consejero Científico de la Oficina de la UNESCO en Tashkent, un grupo de científicos se dio a la tarea de estudiar los métodos de cultivo del índigo y de la extracción de la sustancia tintórea de la planta. Los mismos estaban apoyados por un proyecto de la UNESCO que involucraba a la Universidad de Bonn, en Alemania, y a la Universidad Pública de Urgench en Uzbekistán. Financiado por Alemania, este proyecto conjuga la investigación científica y las técnicas de gestión, teniendo como resultado una política agrícola racional y coherente que permite a la región una mejor gestión de sus tierras y de sus recursos hídricos. El proyecto introdujo, por ejemplo, la nivelación de los campos con láser, con el objetivo de reducir el arrastre y facilitar la penetración del agua de lluvia en el suelo.



Un profesor de la Universidad Nacional de Uzbekistán mide la altura de la *I. tinctoria* en compañía de un estudiante de 3<sup>er</sup> ciclo en la parcela experimental de la Universidad. Los científicos llegaron a la conclusión de que estas plantas estaban listas para la recogida.

©UNESCO/Abdukodir Ergashev

**Resumen histórico del tinte rey**



El índigo fue llamado «tinte rey». Su nombre viene de la palabra latina *indicum* y del griego *indikos*, que significa «indio». El latín y el griego eran lenguas indoeuropeas, por lo que no es sorprendente que el origen del índigo pueda ser atribuido a la zona tropical del Asia. Aún hoy, los Indios piensan que este tinte tiene el color de Krishna, un dios indio. Sin embargo, ellos no son los únicos en asociar el índigo a una divinidad: los turcos asimilan este color a su dios Tangri.

El índigo fue igualmente cultivado desde tiempos remotos por los Tuareg del Sahel y las poblaciones nómadas del África Occidental. Incluso la túnica mortuoria del faraón egipcio Tutankamón (1341–1323 A.C.) estaba teñida con índigo.

La *Indigofera tinctoria* fue introducida en Europa por mercaderes árabes en el siglo VIII D.C. Temiendo la competencia, los tintoreros europeos se unieron contra ellos. En esa época, ellos usaban un tinte azul oscuro extraído de una planta llamada Hierba de San Felipe (*Isatis tinctoria*), fuente bien conocida de índigo natural utilizada durante milenios en Europa y en el Medio Oriente para teñir los tejidos. A pesar de las protestas de los tintoreros locales, el tinte rey no tarda en encontrar su ubicación en Europa.

Después de un tiempo de inactividad, el índigo vuelve a estar de moda en Europa a finales del siglo XVIII. Fue necesario sin embargo, esperar a que el químico alemán Adolf Bayer descifrara en 1882 la estructura del índigo y lograra producirla de forma artificial, como premio a 15 años de investigaciones.

Desde hace 20 años, el tinte índigo natural es muy buscado por las industrias textiles y de la alfarería, a causa de su inocuidad para la salud.



Países que cultivaron el índigo

Según Indigo de Balfour-Paul Jemmy (1998). British Museum Press

El equipo del Prof. Ergashev concibió numerosos experimentos para determinar cómo el índigo reaccionaría en los suelos salinos que tienen un pobre rendimiento agrícola. En 2006, estos experimentos fueron realizados en la granja experimental de la Universidad del Estado de Urgench. El índigo fue sembrado después de la recogida del trigo de invierno. Estas investigaciones desembocaron en la creación de una nueva variedad de índigo, el Feruz-1, especialmente adaptado a las condiciones locales. Es capaz de crecer en suelos muy salados gracias a la presencia, en sus raíces, de bacterias altamente especializadas.

En el 2008, se efectuaron nuevas experiencias en colaboración con una asociación de agricultores del distrito de Bagat, para verificar los efectos de diferentes dosificaciones de fertilizantes en el crecimiento de las plantas de índigo. Aunque la planta fija el nitrógeno del sol, se descubrió que ésta crecerá mucho más si se le agrega fertilizantes minerales. Es éste un punto importante, ya que uno de los objetivos del proyecto es de elevar al máximo el rendimiento por hectárea.

### Comercializar el índigo: teñir o extinguirse

Desde el inicio se decidió orientarse a los mercados locales e internacionales para vender este tinte. El Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo contribuyó a identificar los mercados fiables en Europa. A pesar de su poca fertilidad, cada hectárea de los campos de las provincias de Karakalpakstan y de Khorezm puede producir hasta 35 toneladas de *I. tinctoria*. Se puede extraer más de 100 Kg. de pasta de tinte. En el mercado europeo, el Kg, cuesta entre 80 y 240 €. Por consiguiente es un incentivo económico muy apreciable.

El mercado local no es menos prometedor. Al sumar al del algodón algunas producciones comerciales como los tintes naturales, las plantas medicinales, las legumbres y las frutas, los labradores podrán abastecer no sólo a la población local sino



©UNESCO/Michael Barry Lane

*Dos jóvenes mujeres de la cuenca del Mar de Aral tejen tapices para la exportación teñidos con tintes naturales*

también a los hoteles y a los restaurantes. Además, el proyecto podrá promover las tecnologías ahorradoras de agua, de la que se beneficiarán tanto la agricultura como los sectores domésticos e industriales.

Este proyecto aporta por consiguiente, la solución de algunos problemas agudo que se suscitan en el plano social, económico y ecológico en la devastada cuenca del Mar de Aral. La ejecución del proyecto se aceleró notablemente el año pasado, gracias a una asignación de 55 000 dólares provenientes del Programa de las Pequeñas Subvenciones del PNUD, del Banco Mundial, y del PNUMA. Ello permitió a la UNESCO organizar talleres de formación para los agricultores sobre la forma de cultivar el índigo en las difíciles condiciones locales.

El primer taller se efectuó en la provincia de Urgench, región del Khorezm del Uzbekistán, los días 26 y 27 de mayo del

pasado año. Si bien el taller que reunió más de 30 participantes estaba fundamentalmente orientado para los agricultores, llamó igualmente la atención de los maestros y de los científicos deseosos de aprender la biotecnología de los tintes naturales y los medios para mejorar la ecología de los suelos. La Oficina de la UNESCO en Tashkent aprovechó la ocasión para suministrar a los agricultores las semillas de Feruz-1, a fin de que experimenten en condiciones reales en sus propios campos.

El principal obstáculo para la generalización del cultivo de la *I. tinctoria* es la escasez de semillas en Uzbekistán. Una de las soluciones sería crear en el país la primera granja especializada en la producción de estas semillas, luego de iniciar a los campesinos uzbekos en esta tecnología.

El equipo de la UNESCO es optimista. «Mientras que en otros tiempos parecía casi imposible hacer crecer *I. tinctoria* en Uzbekistán, hoy se abre un camino», se entusiasma el Prof. Ergashev. «Gracias a la introducción del cultivo del índigo, las tierras empobrecidas van en algunos años a recuperar la fertilidad. Nos sentimos felices de haber resuelto este difícil problema científico».

Alexandr Osipov<sup>13</sup>

*Nuestra gratitud al Prof. Abdukodir Ergashev, creador del proyecto índigo, por haber aportado para la redacción de este artículo numerosos documentos e ilustraciones.*

*Sobre el estado del Mar de Aral ver también la entrevista al Prof. Seversky, jefe del laboratorio de glaciología en el Instituto de Geografía de Kazajstán, en Un Mundo de Ciencia de abril 2007.*



©UNESCO/Abdukodir Ergashev

*Semillas distribuidas por la UNESCO a los agricultores durante el taller de mayo 2009*

13. Consejero Científico en la Oficina de la UNESCO en Tashkent: a.osipov@unesco.org

