

# Un Mundo de **CIENCIA**

## SUMARIO

### ENFOQUES

- 2 El auge del reino animal  
(1era Parte)

### ACTUALIDADES

- 9 La educación referente al agua  
llega a las escuelas Chinas
- 10 Apoyo unánime a favor de los  
gorilas de montaña de la RDC
- 10 El Refugio del Orix (Omán)  
retirado de la Lista del  
Patrimonio Mundial
- 11 La UNESCO interviene luego  
del sismo en Perú
- 12 Plan Director de Ciencia y  
Tecnología en Mongolia

### ENTREVISTA

- 13 Robert Hepworth explica que  
las especies migratorias están  
entre las más amenazadas del  
mundo

### HORIZONTES

- 16 El día en que el Monte Manaro  
se despertó
- 21 Mini-laboratorios seducen  
al Medio-Oriente

### BRIEVES

- 24 Agenda
- 24 Nuevas Publicaciones

## EDITORIAL

### Desenterrar la verdad

**Si** el tsunami del océano Índico y el huracán Katrina demostraron trágicamente hasta que punto los conocimientos en geociencias nos pueden ser indispensables para atenuar los efectos de las catástrofes naturales, los conocimientos en geología, por su parte, benefician a *toda* la sociedad, *todo* el tiempo, ya que todo lo que no logramos hacer crecer, toda la energía y las materias primas de las que la sociedad depende, vienen de la Tierra y deben por tanto ser «desenterradas» por los geólogos.

Con la disminución del número de estudiantes inscritos en geociencias, los especialistas temen ver hundirse la infraestructura de esta enseñanza en el mundo entero lo que no es imposible, puesto que antes de que la prospección reciba mayor impulso por el alza de los precios, el déficit sin precedentes de inscripciones habrá probablemente provocado el cierre de departamentos de geología. Dado el lugar cimero que ocupan las ciencias de la tierra para nuestro porvenir, esta perspectiva es preocupante.

Durante los 18 próximos meses, el Año Internacional del Planeta Tierra, iniciado conjuntamente por la UNESCO y la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas (UICG), exhortará a los políticos a actuar.

La inauguración oficial del Año tendrá lugar en la sede de la UNESCO, el 12 y 13 de febrero. En su lista de prioridades: reducir la vulnerabilidad con respecto a las catástrofes, las naturales y las provocadas por el hombre; conocer mejor los aspectos médicos de las ciencias de la tierra, descubrir nuevos recursos naturales y explotarlos de forma sostenible; desentrañar los secretos de la piel viva de la tierra, el suelo; construir más sólido; tener en cuenta el estado del subsuelo antes de extender las zonas urbanas; precisar los factores no antrópicos del cambio climático; descubrir aguas subterráneas profundas y poco accesibles; resolver ciertos misterios de la evolución de la vida.

Se realizarán también grandes esfuerzos de explicación al público. La paleontóloga australiana Patricia Vickers-Rich personifica esta voluntad. Es la autora del artículo sobre la evolución de la vida en la Tierra, que aparece en este número. Este relato fascinante resume los descubrimientos de un proyecto en curso llevado a cabo por la Prof. Vickers-Rich y sus colaboradores, apadrinado por la UNESCO y la UICG, en el marco del Programa Internacional de Geociencias.

Un segundo artículo trata sobre los riesgos geológicos, otro tema del Año. Conoceremos de las aventuras de los habitantes de Ambae en cuanto observan una columna de vapor y un humo negro en la cima del volcán que domina su isla de Vanuatu.

Entre las grandes manifestaciones del próximo año citemos la exposición Planeta Tierra en la sede de la UNESCO del 16 de octubre al 3 de noviembre; la 3ra Conferencia Internacional sobre los Parques Geológicos, en junio, en Alemania, y el Congreso Internacional de Geología, en agosto en Noruega, bajo los auspicios de la UNESCO. Más de 60 países han previsto un gran número de manifestaciones nacionales dirigidas a los científicos y al público.

No olvidemos tampoco: el 31 de enero es la fecha límite para presentar fotos para el concurso organizado en ocasión del Año del Planeta Tierra, por la UNESCO, para los jóvenes de 15 a 20 años del mundo entero y recompensado con 40 libros. Para consultar las condiciones, ver el portal de ciencias de la UNESCO.

Foto: M. Fenton



*Estromatolitos modernos formados en Shark Bay, en Australia occidental, sitio de Patrimonio Mundial. Este tipo de estructuras ya estaban erigidas por los tapices de microbios hace 3,8 Ga*

## El auge del reino animal (1era Parte)

Para lanzar una serie de artículos sobre temas extraídos del Año Internacional del Planeta Tierra, comenzaremos por el principio contando brevemente la historia de la evolución de la vida sobre la tierra. Aún resumida, es una historia larga de contar: por ello la hemos dividido en dos episodios, el primero, sobre los comienzos de la Tierra, en la Era Precámbrica (hace 4 900 a 542 millones de años – Ma), y el segundo, aparecerá en el próximo número de *Un mundo de Ciencia*, sobre los últimos 542 Ma, el Fanerozoico.

La aparición del reino animal es una historia grabada en la piedra. Es una historia donde faltan algunos capítulos debido a que la huella fósil está fragmentada. Sin embargo, paleontólogos, geólogos, modeladores del clima, biólogos y otros científicos pueden desde ya, sumergirse en el estudio de una miríada de testimonios que cubren millones –incluso miles de millones– de años:

depósitos minerales que proporcionan índices sobre los desplazamientos de los continentes, los paleoecosistemas, las tendencias de las variaciones del nivel del mar y del clima, así como el descubrimiento de fósiles de bacterias, de minúsculas algas, de plantas arcaicas y de animales antiguos que determinan la aparición del reino animal, y los numerosos logros y fracasos de la evolución.

Al aportar claridad sobre el funcionamiento y la estabilidad de los paleoecosistemas y la dinámica de la biodiversidad sobre largos períodos de tiempo, esta investigación ayuda a los científicos a comprender el planeta de hoy y tratar de prever inteligentemente su futuro. Igualmente, ella ofrece un tesoro inestimable a la industria, si tenemos en cuenta las repercusiones económicas vinculadas a la prospección, y a la explotación de los depósitos minerales mundiales y al agotamiento de las reservas de los combustibles fósiles: el petróleo, el carbón y el gas.

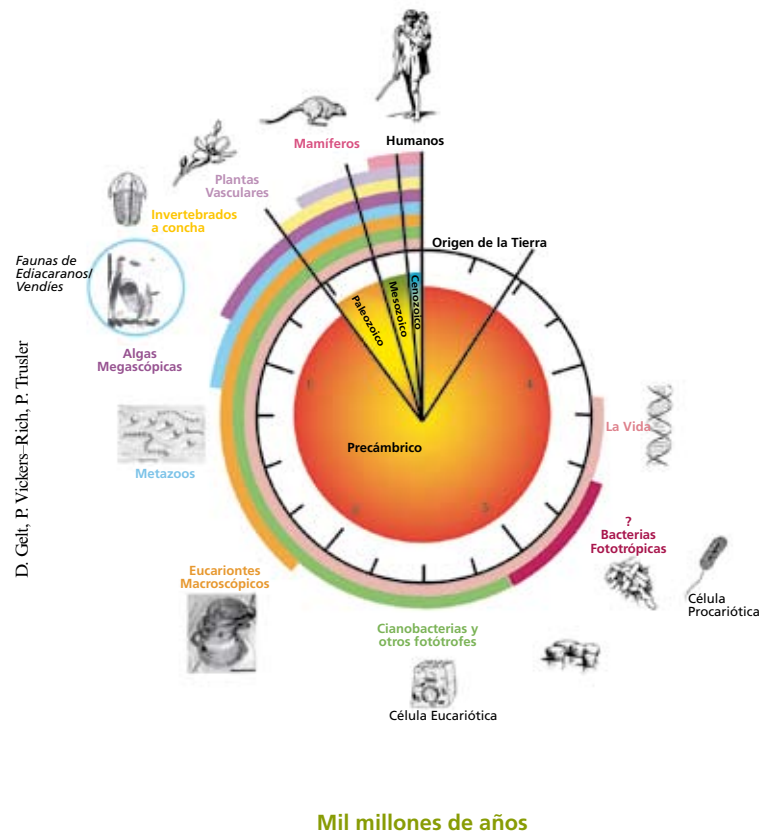
La visión del infierno debe estar cerca del aspecto que representaba la Tierra en su infancia, hace cinco mil millones de años, o más. No había atmósfera, ni agua, ni ninguna superficie estable donde pudiera formarse un suelo. Alrededor de esta antigua Tierra giraba una enorme luna roja, más cerca de lo que está hoy. Un pálido sol estaba suspendido en un cielo negro constelado de estrellas. Rompiendo esta oscuridad, millones de visitantes extraterrestres, los meteoritos, atravesaban el cielo haciendo explotar la superficie oscura de la Tierra. Enormes nubes de escombros se elevaban luego de cada impacto en el más grande silencio, antes de volver a caer rápidamente sobre la Tierra, ya que no había atmósfera que permitiera a las partículas quedarse suspendidas o transmitir el ruido.

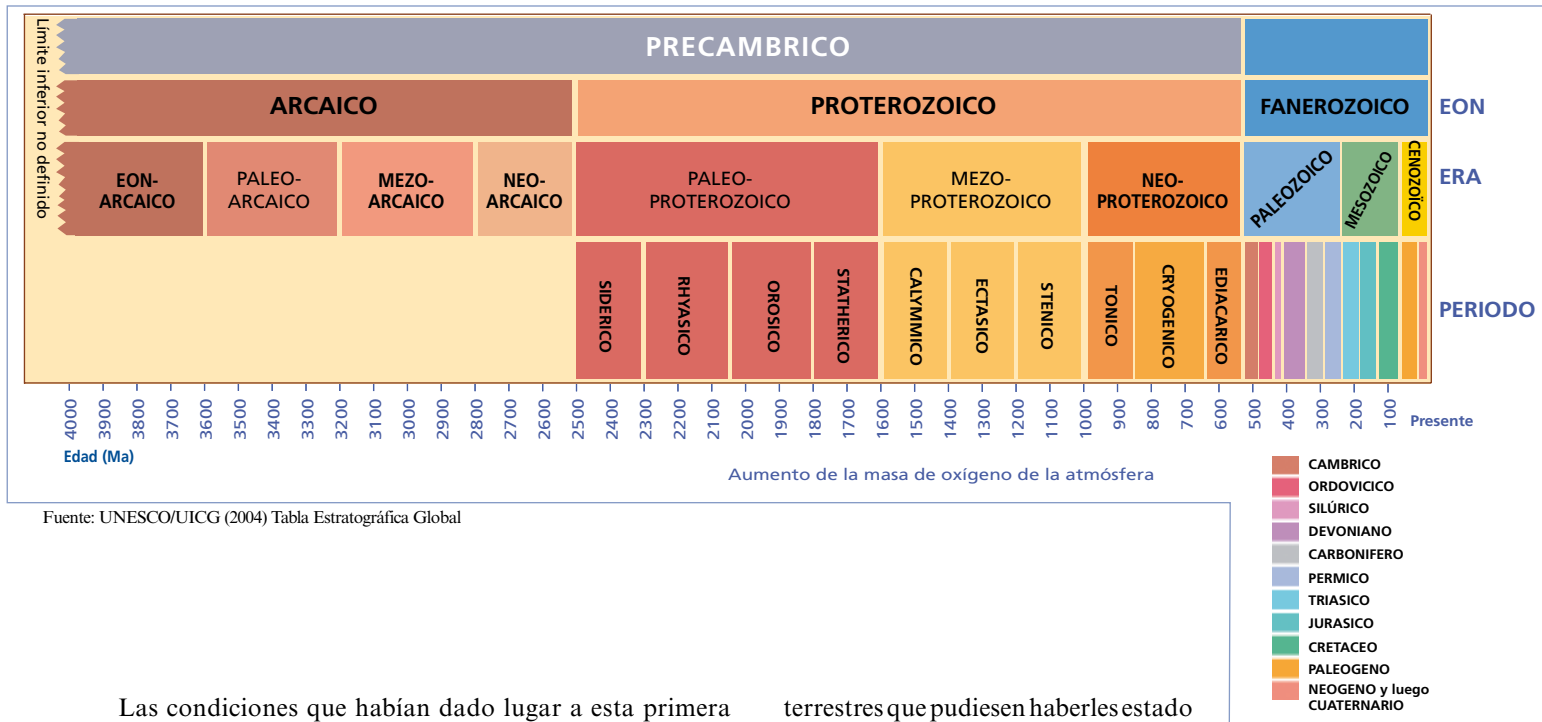
Gracias al gas y al agua proveniente de las erupciones volcánicas, los océanos y la atmósfera comenzaron a tomar forma. La dimensión de la Tierra y su distancia con relación al sol permitieron al agua permanecer líquida en lugar de helarse o evaporarse al hervir.

### El Arcaico hostil

Los minerales más antiguos<sup>1</sup> conocidos sobre la Tierra tienen entre 4,1 a 4,5 mil millones (Ga). Estos son los zircones y los diamantes de Australia occidental. Después de este período, la Tierra comenzó a enfriarse. Más tarde, apareció la primera huella de vida sobre la Tierra, el período dominado por las bacterias. Se ha establecido que la vida comenzó hace 3,8 Ga. La llegada de los animales debió esperar aún cerca de 3 Ga.

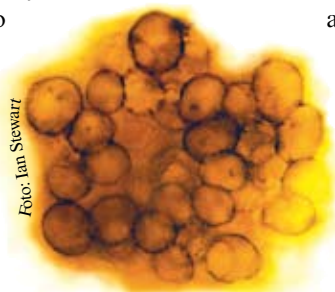
### Principales acontecimientos en la historia de la vida





Las condiciones que habían dado lugar a esta primera vida eran muy diferentes de las actuales. El oxígeno era escaso, aunque el medio arcaico favorecía la formación de grandes depósitos de minerales donde dominaban el plomo, el zinc, y el hierro, todos ellos indispensables a la industria moderna.

Entre esos antiguos depósitos, algunos permanecen irremplazables y prácticamente no se reconstituyen más. Es el caso de las formaciones de hierro nativo (FHN), encontradas, por ejemplo, en el Estado de Australia Occidental, en Africa del Sur, en América del Norte y del Sur. Las FHN son rocas de color muy vivo y frecuentemente negras, finamente superpuestas, donde las capas alternan con concreciones de lodo y rocas cristalinas -silíceas-, los cherts. Al parecer, las FHN habrían de formarse cuando las cianobacterias liberaban el oxígeno de manera que el hierro se depositaba en forma de óxidos rojos. Cuando el oxígeno escaseaba, este se depositaba alrededor del lodo y los cherts.



*Células fosilizadas en las rocas que datan de más de 900 Ma en los montes Macdonnell de Australia Central. Estas tienen menos de un micrón de diámetro*

Las rocas más antiguas conocidas sobre la tierra son los gneiss de Acasta del nordeste de Canadá, que datan de 3,8 a 4,05 Ga. Estas son ricas en sílice, el mineral del vidrio. Rocas un poco más amarillas vienen del sudoeste de Groenlandia, en el cinturón de Isua: estas tienen 3,7 a 3,8 Ga. Luego de su formación, estas rocas han estado sometidas, en dos ocasiones al menos, a temperaturas elevadas y a un plegamiento (han sido metamorfoseadas). A pesar de sus reales esfuerzos, los geólogos que han estudiado esta región de Groenlandia no han podido encontrar ninguna huella de continentes o de sedimentos

terrestres que pudiesen haberles estado asociadas. Podemos deducir que en esta época los océanos cubrían la superficie de la Tierra.

### Los primeros signos de vida

Uno de los primeros signos de la presencia de la vida, hace 3,8 Ga, es el de los estromatolitos descubiertos en las rocas de esta época. Estructuras de este tipo se forman aún en lugares tales como Shark Bay, en Australia occidental (*ver foto*), y en el Golfo pérsico, por lo que podemos comparar los organismos actuales con sus antiguos vestigios. Los estromatolitos pueden tomar formas diversas: son rocas sedimentarias, cuyo depósito se debe a microorganismos que pueden, ya sea haber provocado un depósito arenoso finamente superpuesto, o haber apesado los sedimentos en sus voluminosos tapices de microbios.

¡También existe otra huella de los comienzos de la vida, los marcadores biológicos abandonados en los sedimentos por organismos vivos, que se encuentran en las rocas más antiguas que las que contienen los primeros estromatolitos, y estructuras celulares realmente fosilizadas!

### ¡Sin ADN, no hay futuro!

¿Qué es lo vivo y que lo diferencia de lo no vivo? La vida es un sistema organizado de reacciones químicas que se producen en un espacio confinado, una célula general. La vida es una cadena de reacciones químicas que se perpetúan indefinidamente y comportan un sistema dinámico de auto-ensamblaje. Lo vivo toma su energía y su estructura

## Cómo los científicos miden los tiempos geológicos

Los fósiles son la principal base sobre la cuál reposa la definición de la escala de los tiempos geológicos, que divide la historia de la Tierra en eones<sup>2</sup>, eras, períodos y épocas.

Los eones arcaicos y proterozoicos evocados en estas páginas son tiempos de «vida escondida», ya que durante casi todo este período los únicos organismos existentes eran microbios unicelulares que dejaron pocos fósiles.

El eón Fanerozoico se subdivide en Paleozoico (era de la vida antigua), Mesozoico (era de la vida intermedia, llamada comúnmente era de los reptiles) y Cenozoico (era de la vida moderna, o de los mamíferos).

Algunos métodos de reconstitución de la historia cronológica de la vida o de los acontecimientos geológicos proporcionan sólo dataciones relativas, o sea, el orden en el cuál un acontecimiento se produce con relación a otro. Las fechas relativas pueden establecerse por el examen de la secuencia de las capas rocosas, donde las más antiguas reposan bajo las más recientes, al menos, evidentemente, que la actividad tectónica haya violentado la secuencia.

Hasta bien entrado el siglo XX no fue posible fechar las rocas con precisión. Todas las técnicas se basan en el principio según el cuál, los fenómenos radioactivos proceden a una velocidad constante en los límites de amplitud de la temperatura, de la presión y de las condiciones químicas a la superficie de la Tierra. He aquí dos de los métodos más corrientes.



Foto: S. Morton

Parvancorina fosilizada, de la familia de los ediacaranos, proveniente de los montes Flinders de Australia del Sur

La técnica de potasio-argón es utilizada para fechar las rocas cuya edad varía de 1 Ma hasta Ga. Esta técnica radioactiva se basa en el principio sobre el cual, luego de un período de tiempo dado –media-vida– la cantidad restante del material radiactivo original ha disminuido hasta la mitad por desintegración. La desintegración continua reduciendo hasta la mitad la materia radioactiva, a la misma velocidad, hasta que quede solamente una cantidad infinitesimal, prácticamente imperceptible debido a los rayos que penetran el medio ambiente procedente del espacio.

La otra técnica radiométrica es la muy conocida, del carbono 14. Esta se utiliza frecuentemente para datar el carbón y la materia vegetal descubiertos en sitios de menos de 35 000 años. El carbono 14 tiene una media-vida demasiado corta (5 700 años) para ser útil en las secuencias de rocas más antiguas. Es una de las tres formas (isótopos) del carbono, las otras dos son el carbono 12 y el carbono 13. Si bien el carbono 14 es radioactivo, las otras dos formas no lo son. Mientras que la cantidad de carbono 14 disminuye con la desintegración, los carbonos 12 y 13 permanecen incambiables, a no ser que la roca sufra un calentamiento o una alteración química. Por ello, al medir el ratio del carbono 14 sobre los carbonos 12 y 13 en la materia fósil, podemos determinar con precisión la edad de un fósil.

Fuente: Vickers-Rich, P. y Rich, T. H. (1999) Wildlife of Gondwana. Indiana University Press.

de nutrientes elementales (aminoácidos, azúcares y grasas) gracias al procedimiento del metabolismo. El lugar donde todo esto sucede, en el interior de la célula, está separado del exterior por una membrana. Es importante saber que esto permite a las reacciones químicas producirse en el interior de la célula independientemente del mundo exterior. La membrana de la célula permite incluso la comunicación con el exterior, pero regulando lo que entra y sale: es el guardián.

Los sistemas vivos están igualmente obligados a almacenar información bajo la forma de una estructura microscópica, el ácido desoxyribonucleico (ADN). Todo organismo viviente debe igualmente estar en condiciones de reparar el ADN dañado en aras de garantizar su futuro.

### Escape de una prisión hidrotermal

Lo vivo necesita del agua líquida para sobrevivir en medios muy contrastantes, que van de lo muy caliente a lo muy frío. Entre las formas de vida más primitivas que conocemos actualmente están las que llamamos hipertermófilas. Son los arcaicos y las bacterias, organismos que gustan vivir en aguas entre 80 y 110°C o incluso más, y son capaces de resistir presiones que van hasta 265 atmósferas. Es probable que la vida existente hace aproximadamente 3,8 Ma haya sido posible gracias a estos hipertermófilos. Esta debió desarrollarse primeramente alrededor de fuentes u orificios calientes debidos a las dorsales oceánicas en expansión, donde la materia del interior de la Tierra se eleva y entra en contacto con el agua. Con la aparición de la fotosíntesis<sup>3</sup> -dominada por primera vez por las cianobacterias- el oxígeno se hizo disponible. El oxígeno se combinó con las cadenas de

carbono, para constituir azúcares, grasas, proteínas, material de base de la materia orgánica. Al comenzar a producir el oxígeno, lo vivo pudo escapar de sus infernales prisiones hidrotermales.

### La Tierra toma un aspecto más familiar

Al inicio del Proterozoico, hace 2,5 mil millones de años, la Tierra habría comenzado a parecerse más familiar. El oxígeno producido por las cianobacterias se acumulaba en cantidades cada vez más elevadas. La cubierta de ozono que envolvía la Tierra se formaría a consecuencia de la interacción entre el oxígeno producido de esta manera y la luz del sol. Ello ofrecía una protección al material genético de los sistemas vivos y reducía los riesgos de mutación.

Los océanos mismos cambiaban mucho. Los de la época proterozoica de la Tierra contenían mucho más oxígeno en su superficie que sus grandes fondos desérticos en esos tiempos. Estos océanos se situaban en una etapa intermedia entre los mares arcaicos privados de oxígeno (anóxicos) y los océanos bien oxigenados de hoy. Los niveles de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y de metano eran probablemente más elevados que en la actualidad, y el sol sin dudas más ardiente. Y sin embargo, la Tierra iba hacia su primera glaciación generalizada, la más rigurosa de toda su historia. Un poco más tarde, la cantidad de oxígeno comenzó a aumentar, y los primeros organismos dotados de un núcleo definido (los eucariotas) aparecieron. Las bacterias continuaron reinando en los mares y en las profundidades menos oxigenadas de los océanos, formando vastos «pastos» de microbios a disposición de los primeros animales que se alimentarían de ellos.

## Los continentes emergen

A un cierto estadio del Proterozoico se puso en marcha la tectónica de placas. Ello fue la consecuencia de la convección de la materia en fusión procedente del interior de la Tierra – su temperatura elevada se debió al mismo tiempo a la gravitación y a la radioactividad. Así nacieron los primeros ambientes puramente continentales. En lo adelante, la tectónica de placas iba continuamente a modificar la posición de los continentes, abrir o cerrar cuencas oceánicas, bloquear o cambiar el trazado de las corrientes marinas, erigir o destruir continentes.

A unos 100 Km aproximadamente, la capa superior de la Tierra se divide en una serie de placas frágiles sosteniendo ya sea continentes o cuencas oceánicas. La colisión entre algunas de estas placas provocó el surgimiento de cadenas de montañas que contienen metales pesados –manganeso, hierro, zinc, cobre y cromo– al igual que carbono, conservados durante largo tiempo en los vestigios de organismos enterrados. La eliminación de estas masas de CO<sub>2</sub> de los océanos y de la atmósfera tuvo un efecto sobre el clima haciendo bajar la temperatura. Los primeros mares, poco profundos y poco iluminados por el sol se establecieron sobre las nuevas y anchas plataformas continentales, regiones que incluso en la actualidad, alimentan una gran biodiversidad.

Durante ese tiempo y por vez primera en la historia de la Tierra, los continentes comenzaron a dar movimiento a sus aguas: las del fondo, encargadas de los nutrientes emergían (por upwelling) inyectando, en los mares claros y poco profundos un alimento lleno de energía, lo que estimuló las nuevas formas de vida. El upwelling se debió a la colisión de las masas de agua con los continentes de gran estatura recientemente creados.



Reconstrucción de un ediacarano, *Bradgatia infordensis*, proveniente de sedimentos marinos de 570 Ma de Terranova, en el este de Canadá

## Los primeros animales

Es en el transcurso de esta época dinámica de la Tierra, en el Proterozoico, que aparecerían los primeros animales (los metazoarios) y las primeras plantas, hace quizás, 1,8 Ga. Estos formaban parte de los primeros organismos pluricelulares. Desprovistos de ojos y orejas, dependían totalmente del tacto y de las señales químicas para evaluar su medio, como lo hacen aún las medusas y los gusanos. Para nosotros los humanos, que concedemos tanta importancia a la visión, este mundo parece raro, casi inimaginable; sólo pudiera ser entendido por las personas que no pueden ver ni oír.

## Cómo las eras glaciales favorecieron el auge del reino animal

Los períodos glaciales son inhabituales en la historia de la Tierra. Cuando estas se producen, tienen un impacto considerable sobre lo vivo. Hace aproximadamente 750 Ma, las temperaturas disminuyeron de forma espectacular en todo el planeta. La prueba fue realizada por el estudio de los isótopos de oxígeno y de carbono conservados en los sedimentos y por la brusca aparición de otras formaciones sedimentarias, como las diamictitas. Estos son sedimentos masivos cuya estructura interna caótica indica que se depositaron en el momento de la fundición de enormes montículos glaciales.

Ya habían existido períodos glaciales en el Arcaico, pero estos del Proterozoico fueron intensos y desempeñaron quizás un papel importante en el origen de los animales debido a que las aguas más frías contienen más cantidad de oxígeno y la mayoría de los animales necesitan oxígeno. Pero, en los inicios de estos períodos glaciales los animales no aparecieron en las huellas fósiles. Quizás los mares estaban simplemente muy salados, lo que hubiera obligado a los primeros animales a vivir en medios muy limitados y por lo tanto sin dejar abundancia de fósiles. De forma general, los animales no se adaptan bien a la hipersalinidad.

En una época situada entre 630 a 580 Ma, se formaron enormes depósitos de sal en toda la Tierra. Estos se preservaron sobre todo en Arabia Saudita, Australia, Irán, Omán y Pakistán. Estos depósitos indicaban una disminución de la salinidad del agua de mar. Anterior a esta disminución, la salinidad debió ser entre 1,6 a 2 veces más fuerte de lo que lo es actualmente, lo que no hubiera sido un problema para las cianobacterias ni para las bacterias en general, pero hubiese constituido un verdadero dilema para los primeros animales.

*Mapa del mundo hace 1100 Ma. Bloques de corteza terrestre formaron, hacia esa época, el más antiguo supercontinente conocido, Rodinia. (Adaptado de Condie, 2001)*



D. Golt, P. Vickers-Ritch

## Retrazar el auge y desaparición de los ediacaranos

Mikhail Fedonkin (Rusia), Patricia Vickers-Rich y Jim Gehling (Australia) encabezan un proyecto de seis años de duración que culmina en 2008 y que retraza el auge y la decadencia de los ediacaranos, aparecidos en huellas fósiles que datan aproximadamente de 580 Ma antes de desaparecer, fundamentalmente, hacia 542 Ma.

El proyecto, que reúne científicos de África, América del Norte, Asia, Australia, Europa y América Latina, tiene por misión fechar con precisión los acontecimientos que marcaron los ediacaranos durante el Proterozoico, como son los cambios del Medio Ambiente, los climas, la química del océano y de la atmósfera mundial y la paleografía. Los conjuntos más variados de fósiles del ediacarano están situados en las regiones de Australia, Terranova en el este de Canadá, en Namibia y en Rusia, pero se encuentran igualmente huellas fósiles en América del Norte, China, India, Reino Unido y Ucrania. El equipo de investigadores intentó localizar nuevas huellas de fósiles en América Latina y en otros lugares con un cierto éxito, por cierto, ya que pudieron publicar sus resultados referentes a probables ediacaranos provenientes de la formación Puncoviscana, en Argentina del Nordeste. Sin embargo, la prospección debería continuar ya que las formas encontradas por el equipo no están muy detalladas.

En un esfuerzo de popularización, el proyecto ha propiciado la publicación de una obra para el gran público sobre *The Rise of Animals*, que deberá aparecer antes de fines de año. Igualmente, se inauguró una exposición itinerante titulada «Antes de los dinosaurios, los primeros animales sobre la Tierra» (ver fotos). Se organizaron varias grandes conferencias públicas; el proyecto hizo también un llamado a artistas para reconstituir un gran número de animales, algunos de los cuáles ilustran las presentes páginas. En 2005, el equipo organizó una emisión especial de sellos en colaboración con el Correo Australiano, sobre el tema de las Criaturas del lodo, alusión al alimento favorito de los tapices de microbio. La colección está acompañada de una guía para el profesor y de un módulo. El equipo trabaja también en colaboración con varios museos con el objetivo de ayudarlos a conservar y a mantener bases de datos sobre los fósiles ediacaranos en sus colecciones.

El proyecto está apadrinado por el Programa Internacional de Geociencias (PICG) creado en 1972 por la UNESCO y coordinado desde entonces, conjuntamente, por la UNESCO y la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas. Cada año, el PICG lanza un llamamiento para proposiciones de proyectos. Aceptado en 2003, El Auge y Desaparición de los Ediacaranos devino el Proyecto 493 del PICG. El presente artículo debe lo esencial de su contenido a las conclusiones del proyecto.

Sitio del proyecto: [www.geosci.monash.edu.au/precisitel/index.html](http://www.geosci.monash.edu.au/precisitel/index.html)  
Sobre el PICG: [m.patzak@unesco.org](mailto:m.patzak@unesco.org); [www.unesco.org/science/earth](http://www.unesco.org/science/earth)

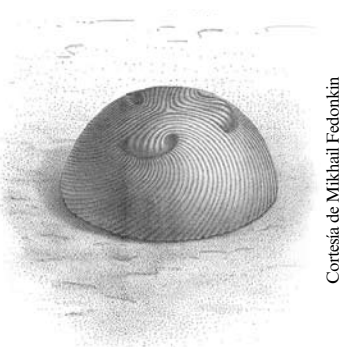


Cortesía de S. Sano

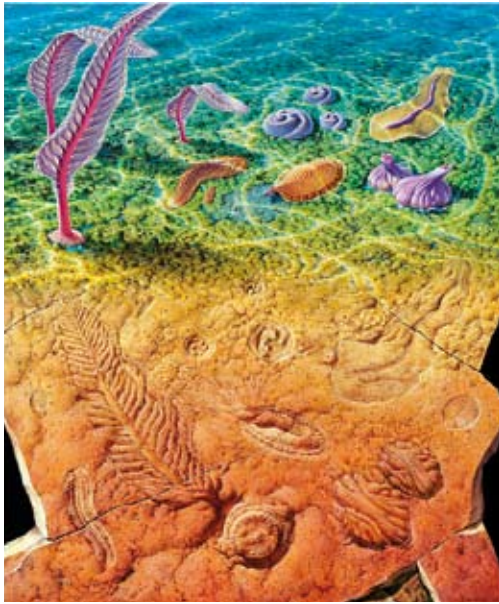
La exposición «Antes de los dinosaurios, los primeros animales sobre la Tierra» que fue inaugurada en el Museo de los Dinosaurios de la Prefectura de Fukui, en Japón en julio 2006 atrajo cerca de 100 000 visitantes en tres meses. Es la primera vez en que la mayor parte del material proveniente de Rusia, Australia, Terranova y varios otros sitios estaban presentes de forma conjunta

«Los materiales de construcción de la joyería educativa», dibujos de *Tribrachidium* y de *Parvancorina*. Aretes, alfileres de corbata y pines con la forma de esos ediacaranos fueron encargados por el proyecto del PICG al artista australiano Robert Fensham y presentados en la exposición itinerante. Cada una de esas prendas van acompañadas de una etiqueta que explica el significado de todos estos «accesorios de moda».

Cortesía de Mikhail Fedonkin



Andrey Ivantsov, del Instituto de Paleontología de Moscú, prepara un juguete blando de *Kimberella* que formará parte de la exposición



Representación de los ediacaranos, primer conjunto variado de animales sobre la Tierra, bajo forma de fósiles (abajo) y reconstituidos. Entre las reconstituciones, las dos criaturas altas, y la que se asemeja a una hoja, al extremo izquierdo, son ediacaranos llamados Charniadiscus. Cerca de ellos, de izquierda a derecha, en alto: Tribrachidium y Dickensonia, luego abajo: Spriggina, Kimberella e Inaria. Kimberella es particularmente interesante; es el precursor probable del molusco moderno. Este animal, que podía desplazarse, dejó huellas de su alimentación en la superficie de los tapices de microbios

Al volverse los mares menos salados, los animales que se habían desarrollado en períodos más fríos, en donde la tasa de oxígeno era superior, pero que probablemente se confinaron en zonas menos saladas, como la desembocadura de ríos donde el agua dulce se mezcla con la de los océanos, pudieron casi sin transición, proveerse de un nuevo hábitat en los océanos y tomar posesión rápidamente de estas áreas mundiales. Por doquier dejaron huellas de su mundialización, demostrando que ocuparon un número incalculable de nuevos nichos.

Esto explicaría porqué los fósiles, que la mayoría de los científicos atribuyen a los primeros animales, los ediacaranos, aparecieron, casi de un día para otro, en huellas encontradas prácticamente en el mundo entero, hace aproximadamente de 580 a 560 Ma, y según los estudios genéticos, mucho después de que los metazoarios debieron diversificarse.

### La llegada de la fauna ediacarana

Durante millones de años, los primeros animales sobre la Tierra, los ediacaranos, de consistencia blanda, intentaron tomar diferentes formas. Al parecer, algunos de ellos originarían grupos que conocemos actualmente, como el precursor ediacarano de los moluscos, el *Kimberella*. Otros, como el *Bradgatia* y el *Charniodiscus*, debieron fracasar en sus tentativas y desaparecer. Lo que es cierto es que estas nuevas formas apare-



A la izquierda, el fondo del océano poco profundo del Precámbrico tardío (Neoproterozoico), donde los animales no removían el fondo ni poseían partes duras. Las condiciones cambiaron espectacularmente en el Cámbrico, que comenzó aproximadamente hace 542 Ma, como ilustra el diagrama de la derecha: las partes duras comenzaron a aparecer, los animales comenzaron a remover los fondos, algunos hasta lograron tener ojos

Tomado de: *The Rise of Animals*, Johns Hopkins University Press (2007)

cieron a fines del Proterozoico. Las que dieron lugar a nuevas formas, en el Fanerozoico, cambiaron por siempre la vida en los océanos. Los fondos marinos, que se habían quedado cubiertos por tapices de microbios en el Arcaico y en el Proterozoico, cuando los sedimentos no estaban perturbados, se transformaron en campos trabajados y removidos.

Los ediacaranos tomaron formas y dimensiones variadas. Se han conservado frecuentemente en los sedimentos ricos en sílice depositados en las aguas de mar de lugares como la región del Mar Blanco en Rusia, los Montes Flinders de Australia meridional y la península de Avalón de Terranova, en la costa este de Canadá. Estos sedimentos prueban que los ediacaranos vivían en los medios fríos ya que estos favorecen los depósitos ricos en silíceo. En las areniscas y en las arcillas de Namibia del Sur, los macrofósiles de ediacaranos son abundantes y se depositaron quizás durante períodos relativamente fríos.

Ahora bien, se han encontrado igualmente fósiles de ciertas formas de metazoarios de esta época en los desiertos de Namibia y otras partes del mundo, en sedimentos más jóvenes ricos en carbonatos, lo que sugiere que algunos de ellos se habían adaptado a medios más calientes. En los carbonatos puros de la antigua Namibia, los *Cloudina*, *Namacalathus* y *Namapoica* son los primeros metazoarios en tener forma de arrecifes. Particularmente, esto es más evidente en la *Cloudina*, la que con sus delgadas conchas de carbonato de calcio, ha estado presente en casi todo el mundo. La *Cloudina* vivía en una época en que la tasa de salinidad de los océanos debía ser sensiblemente la misma de hoy, hace 548 Ma.

La colisión de varias placas tectónicas portando masas continentales provocó la formación, entre 650 y 500 Ma, de una cadena de montañas de 8 000 Km de largo, que fundió el Gondwana en un supercontinente (ver mapa en la página siguiente). Los ríos que drenaban esta «super montaña» aportaron aparentemente a los océanos enormes cantidades de nutrientes así como la primera concreción de materias que permitiría la formación de esqueletos y de conchas. Igualmente, las temperaturas más elevadas debieron favorecer el depósito



Este fósil representa uno de los primeros animales conocidos sobre la Tierra, los Mawsonites. Estos ediacaranos vivían hace más de 550 Ma en los mares poco profundos de las diversas partes del mundo. Como fue en las colinas Ediacara de Australia meridional donde los ediacaranos fueron situados por vez primera en el período Precámbrico, los científicos se inspiraron en ello para crear el término genérico de «fauna de Ediacara». Aunque la mayoría de los animales ediacaranos hayan tenido el cuerpo enteramente blando y no hayan producido partes duras, como conchas, dientes o huesos, algunos entre ellos alcanzaron hasta 1m de longitud. Se parecían quizás a las plumas de mar modernas, a los quitones, a los caracoles o gusanos. Se cree que un buen número de ellos se alimentaban comiendo o absorbiendo nutrientes provenientes de los tapices omnipresentes de los microbios que cubrían los fondos marinos en aquella época, o que filtraban los alimentos en suspensión en el agua de mar. Normalmente, los animales de cuerpo blando no están preservados bajo formas de fósiles, sobre todo porque al morir fueron comidos por otros animales. Sin embargo, hace más de 542 Ma, no existían grandes carroñeros para comer los animales ediacaranos muertos. Los cuerpos permanecían en el fondo del océano, donde algunos se sellaban al lodo y eventualmente se conservaban como fósiles. El entierro rápido y la formación de «máscaras mortuorias» en pirita alrededor de los ediacaranos muertos ha contribuido igualmente a conservarlos.

(Agradecimientos a Bettina Reichenbacher, Michael Krings y Wighart von Konigswald)

Foto y conservación de los fósiles: Museo de Historia Natural Senckenberg, Frankfurt/Main, Alemania



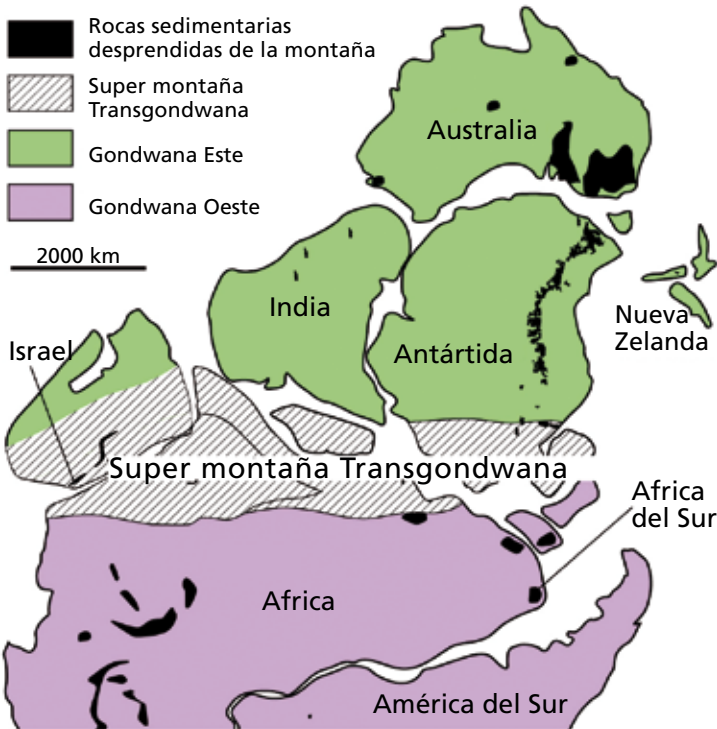
de carbonato de calcio, principal componente de las conchas. De esta forma, la química y la temperatura del agua de mar pudieron jugar su papel en el origen y la multiplicación de los metazoarios, y en toda la primera aparición de las conchas en los «recesos estivales de los océanos».

La aparición de las conchas abre la vía al Fanerozoico, hace 542 Ma. Una vez, los organismos capaces de producir tejidos duros y de dejar detrás de ellos esqueletos, conchas o carapachos, su variedad hizo literalmente explotar la presencia de fósiles. Los esqueletos ofrecen muchas ventajas a sus propietarios: los músculos pueden fijarse a ellos, lo que hace más eficaz la energía utilizada para la locomoción y la búsqueda de alimentos. Los esqueletos externos pueden servir de armaduras para protegerse de depredadores y de la competencia. Al proporcionarles ligereza y comodidad, los esqueletos constituían los ingredientes necesarios para la aparición de los primeros vertebrados, los peces primitivos.

Nuestro resumen se interrumpe a principios del Fanerozoico, término que significa «evidencia de vida». El Fanerozoico debe su nombre a la riqueza de huellas fósiles que se encuentran durante este período debido a que un gran número de animales que existían entonces, abandonaron esqueletos, los que fácilmente se fosilizaron. Sus predecesores no habían tenido esta suerte. Cuando retomemos esta exposición, en enero, asistiremos a un desfile de animales de una complejidad cada vez mayor, desde los caracoles y las amonitas hasta los anfibios, reptiles, dinosaurios y otros reptiles y mamíferos, incluso nuestros propios ancestros, los primeros homínidos.

Patricia Vickers-Rich con Peter Trusler y Draga Gelt<sup>4</sup>

Este artículo incluye fragmentos de The Rise of Animals obra colectiva realizada por Mikhail Fedonkin, James Gehling, Kathleen Grey, Guy Narbonne y Patricia Vickers-Rich. Publicado en el 2007 por Johns Hopkins University Press, Washington (USA): [www.geosci.monash.edu.au/precisit/index.html](http://www.geosci.monash.edu.au/precisit/index.html); [www.press.jhu.edu/books/index.html](http://www.press.jhu.edu/books/index.html)



Las muestras de areniscas tomadas en diferentes continentes contienen partículas de Zircón cuyas edades presentan una notable similitud. Esto indica que estas rocas sedimentarias provienen todas de una fuente similar, la que, aparentemente, debió ser una gigantesca cadena de montañas atravesando todo el Gondwana, surgida entre 650 y 500 Ma. La erosión de la supermontaña habría hecho desaparecer de los océanos no solo grandes cantidades de arena, lodo y otras rocas sedimentarias, sino también una buena parte de los nutrientes que eran indispensables a la explosión de la vida sobre la Tierra.

Fuente: Rick Squire / Universidad de Monash, Australia

1. Las rocas son agregados de diversos minerales. Algunas están constituidas mayoritariamente por un solo tipo de mineral, como el mármol, que se compone casi exclusivamente de calcita
2. Sobre las hipertermófilas actuales, vea Un Mundo de Ciencia, Abril 2006
3. La fotosíntesis es la reacción química por la cual la energía solar reduce el agua a sus elementos constitutivos, hidrógeno y oxígeno. Los organismos que efectúan la fotosíntesis se llaman fototrófos. Actualmente, las plantas son los principales agentes de la fotosíntesis. Entre los fototrófos de los medios acuáticos podemos citar las algas y las cianobacterias
4. Respectivamente: Escuela de Geociencias en la Universidad de Monash (Australia); paleontóloga y artista en la Universidad de Monash; y draftsman en la Universidad de Monash



## La educación referente al agua llega a las escuelas chinas

En China, un proyecto dirigido a escolares y destinado a sensibilizar al público sobre la necesidad de proteger y preservar el agua, fue lanzado durante un taller organizado por la UNESCO en Beijing, el 13 de julio. Reunía expertos de China, India, Australia y Francia.

En el transcurso del próximo año, la oficina de la UNESCO en Beijing va a preparar para las escuelas primarias y secundarias, una colección de manuales referentes al agua, en colaboración con el Instituto Chino de Recursos en Agua y de Investigaciones sobre la Energía Hidráulica, así como con la Asociación China para la Ciencia y la Tecnología (CAST), ONG aprobada por el gobierno y especializada en la popularización de la C&T y la educación referente al medio ambiente. Una vez concluido, el manual será probado en las escuelas de las diversas provincias chinas donde la CAST realiza demostraciones.

«En el caso ideal, este libro será distribuido a todas las escuelas primarias y secundarias de China, pues trabajamos en estrecha colaboración con el Programa de Educación Referente al Medio Ambiente, a escala nacional» explica Jayakumar Ramasamy, especialista del programa del sector de ciencias naturales en la oficina de la UNESCO en Beijing. «Dado el hecho de que la educación referente al agua como disciplina en sí, se encuentra aún en sus inicios en China», agrega este, «el proyecto manual constituirá una iniciativa pionera. En un primer tiempo, tanto la educación referente al medio ambiente en general, como la referente al agua en particular, serán propuestas como cursos fuera de programa».

Los socios del proyecto redactarán también un manual para los profesores, que sugiere ejercicios prácticos y experimentos relacionados con agua, tales como la forma de comprobar su calidad utilizando maletines muy simples. Al mismo tiempo, la CAST y la oficina de la UNESCO en Beijing van a lanzar una serie de cursos para los profesores. Presentarán igualmente exposiciones y organizarán concursos entre los alumnos que hayan utilizado en clase los nuevos manuales. Estas dos actividades se inscribirán en la Campaña Nacional de Enseñanza de la Ciencia, llevada actualmente por la CAST. Los laureados del concurso nacional serán recompensados con certificados de la UNESCO y de los ministerios chinos aludidos.

Elemento de un vasto programa de Gestión Integrada y Sostenible del Agua (Swim) en China, este proyecto escolar se inscribe en el marco del Decenio de las



Alumnos bien concentrados en la escuela primaria May Beijing, en octubre del 2006

Naciones Unidas para la Educación al Servicio del Desarrollo Sostenible (2005-2014); es financiado por fondos de depósito que ascienden a 126 000 euros, por el ministerio italiano del medio ambiente, el territorio y el mar y por el ministerio chino de los recursos en agua.

El proyecto coincide con la batalla que libra China contra la crisis del agua. Este país, más o menos tan grande como los Estados Unidos es, sin embargo, cuatro veces más poblado (1 300 millones de habitantes). Alrededor de una quinta parte del territorio es desértico y nuevos desiertos continúan apareciendo constantemente. El consumo de agua por habitante (2 300 m<sup>3</sup>) es exactamente un cuarto del promedio mundial. Lo peor es que estos escasos recursos en agua están a menudo repartidos de forma desigual, 70% concentrados en verano y los dos tercios arrastrados por las inundaciones. La contaminación industrial impone actualmente un grave problema, ya que afecta no solo el medio natural, sino también la salud y la vida cotidiana de los chinos, sin hablar del crecimiento económico.

La contaminación del agua a partir de fuentes puntuales y no puntuales se amplía considerablemente. Según la administración del estado chino para la protección del medio ambiente, el volumen anual de aguas usadas vertidas por la industria en el río Amarillo, por ejemplo, ha alcanzado un nuevo pico de 12 mil millones de toneladas en el 2006. Las aguas usadas provenientes de las actividades agrícolas y domésticas podrían ser aún mayores, pero son difíciles de evaluar, por causa de la movilidad de sus fuentes.

En marzo de este año, el Consejo de Estado decidió revisar la ley sobre la contaminación, que tiene 23 años de existencia, y que fija las multas para toda serie de violaciones, pero cuya aplicación se revela poco eficaz. La administración de estado para la protección del medio ambiente ha impuesto una prohibición temporal de toda nueva construcción en las regiones muy contaminadas, según un artículo del 6 de julio del *China Daily*, que citaba al director Zhu Shengxian quien declara que un estado de urgencia medio ambiental podría producirse en cualquier momento en la mayoría de las regiones.

Para más detalles: [j.ramasamy@unesco.org](mailto:j.ramasamy@unesco.org); [www.unescobeijing.org/](http://www.unescobeijing.org/)



Afiche para alumnos de primaria

## Apoyo unánime a favor de los gorilas de montaña de la RDC

Una misión de expertos enviada por la UNESCO estuvo del 11 al 23 de agosto, en la República Democrática del Congo (RDC), para investigar las causas de la reciente matanza de nueve gorilas de montaña en el parque nacional de Virunga, sitio del Patrimonio mundial, y buscar soluciones para salvar los 370 primates en peligro que en él se encuentran.

La misión recibió el apoyo de las autoridades nacionales, de la misión de las Naciones Unidas en RDC (MONUC) y de las comunidades locales para la preservación de los gorilas de montaña.

Los expertos de la UNESCO y de la Unión para la Naturaleza (UICN), estaban acompañados por un representante del PNUMA. Se reunieron en Kinshasa con los directores del Instituto Congolés para la Conservación de la Naturaleza (ICCN), William Lacy Swing, representante especial del Secretario General de las Naciones Unidas en RDC y Didace Pembe, ministro del medio ambiente. Conscientes de la necesidad de preservar el gorila de montaña y las otras especies en peligro, tanto por su valor intrínseco como por su valor potencial para la economía local. M. Swing y M. Pembe aseguraron su apoyo a la misión.

Luego la misión se dirigió a Rumangavo, base de las patrullas del Parque, y al centro de vigilancia de los gorilas de Bukima. Se entrevistó con una buena parte de personal que trabaja con los gorilas y con miembros de las comunidades locales. Los expertos también visitaron a la familia de gorilas de Rugendo, donde las matanzas fueron perpetradas.

En Goma, los miembros de la misión se encontraron con representantes de las diferentes ONG activas en la



Las tres hembras y el macho (espalda plateada) masacrados por cazadores furtivos en Bukima, probablemente en la noche del 22 julio. Formaban parte de un grupo que frecuenta una región regularmente visitada por turistas. La desaparición de estos gorilas representa no solamente una tragedia para la preservación de la especie sino también la pérdida de una fuente sustancial de ingresos para las comunidades locales. Dos otros miembros del grupo, una hembra y su pequeño, faltarían también.

parte sur del parque de Virunga y se entrevistaron con ellos sobre su percepción de los recientes acontecimientos y su cooperación con el ICCN y las comunidades locales. Se encontraron también con los dirigentes del ejército y de la justicia de la zona, y los jefes comunitarios y tradicionales, entre los cuales Mwami Ndeze, uno de los más importantes jefes tradicionales de la zona.

El Presidente de la Asamblea Nacional, Vital Kamerhe, apoyó también a la misión y citó al jefe del Estado, Joseph Kabila, quien dijo estar determinado a «alentar la conservación».

Finalmente la misión sometió sus conclusiones a la presidenta del Comité del Patrimonio Mundial Christina Cameron (Canadá).

Para más detalles: Un Mundo de Ciencia (Julio 2007) o <http://whc.unesco.org/es/list/63>; sobre el Proyecto de Supervivencia de los Monos: [www.unesco.org/mab/grasphome.shtml](http://www.unesco.org/mab/grasphome.shtml)

## El Refugio del Orix (Omán) retirado de la Lista del Patrimonio Mundial

El Comité del Patrimonio Mundial tomó, el 28 de junio, una medida sin precedentes al retirar de la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO, el refugio de un antílope escaso, el Orix de Arabia (Omán): es el primer sitio que se suprime desde que la Convención de la UNESCO para la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural entró en vigor en 1972.

El Comité tomó la medida luego de que Omán decidió reducir en un 90% la superficie de la zona protegida, en violación de las orientaciones que debían guiar la puesta en obra del Convenio. El Comité vió en ello una destrucción del valor excepcional y universal del sitio, quien figuraba en la lista desde 1994.

En 1996, la población del orix de Arabia en el sitio se elevaba a 450 individuos, para descender luego a 65, de los cuales solamente cuatro parejas reproductoras, lo cual no era suficiente para asegurar su porvenir. Esta disminución se debe a la caza furtiva y a la degradación del hábitat.

Luego de largas negociaciones con el estado parte, el Comité estimó que la reducción unilateral de las dimensiones del refugio y los proyectos de prospección de hidrocarburos reducían a cero el valor y la integridad del sitio, que abriga igualmente otras especies en peligro, como la gacela de Arabia y la avutarda hubara.

Durante la sesión que tuvo lugar en Christchurch (Nueva-Zelanda) del 23 de junio al 2 julio, el Comité del Patrimonio Mundial inscribió igualmente en la Lista de la UNESCO 23 nuevos sitios de los 45 propuestos: 16 bienes culturales, cinco naturales y uno mixto.

Los nuevos sitios naturales son: los bosques húmedos del Atsinanana (Madagascar) que comprenden seis parques nacionales repartidos a lo largo de los márgenes orientales de la isla; la región del karst en China del Sur (China), uno de los ejemplos más espectaculares de la diversidad de las



© Stock.xchng/Katherine de Vera

El Orix de Arabia

formas y de los paisajes de karst; las islas volcánicas y los túneles de lava de Jeju (República de Corea), testimonio de la historia de nuestro planeta; el parque nacional de Teide (España) para la visibilidad de los procesos geológicos que intervinieron en la evolución de las islas oceánicas; y por último el bosque primario de abedules de los Carpatos (Ucrania y Eslovaquia), como un bien natural transnacional que comporta una serie de diez elementos diferentes. El ecosistema y el paisaje vestigio cultural de Kopé-Okanda es el único sitio mixto, y el primero de Gabón.

Tres sitios del patrimonio mundial han sido inscritos en la Lista del Patrimonio en peligro por causa de la incertidumbre de su preservación: los Galápagos (Ecuador), el parque nacional de Niokolo-Koba (Senegal) y la ciudad arqueológica de Samarra (Irak), que al mismo tiempo fue añadida a la Lista por sus ricos vestigios de Abasies.

El Comité, además, retiró de la Lista del patrimonio en peligro cuatro sitios en reconocimiento del mejoramiento de su conservación: el parque nacional de los Everglades (Estados Unidos), la Reserva de Biosfera del Río Plátano (Honduras), los palacios reales de Abomey (Benin) y el valle de Katmandú (Nepal).

Para más detalles: <http://whc.unesco.org>

## La UNESCO interviene luego del **sismo en Perú**

**La UNESCO aporta su ayuda al ministerio de educación de Perú para evaluar el estado de los establecimientos escolares situados en las comunidades afectadas por el sismo de 7,9 grados en la escala de Richter que sacudió la costa de Perú, el 15 de agosto pasado, a inicios de la noche y dejó un saldo de más de 500 muertos, más de mil heridos y 40 000 familias sin hogar.**

Los temblores dañaron seriamente a las ciudades del Pisco, Chincha Alta, e Ica y específicamente 970 escuelas en la provincia de Ica y 314 en la del Cañete, situada a unos 150 Km al sur de Lima. Cinco de ellas al menos totalmente destruidas.

El gobierno Peruano lanzó rápidamente un llamado a la ayuda internacional, seguido el 28 de agosto, de un llamado relámpago del buró de la ONU en Ginebra a favor de Perú. En su calidad de agencia líder en materia de educación, la UNESCO recibió 500 000 dólares a título de los Fondos Centrales de Intervenciones de Urgencia, con el fin de garantizar un ambiente educativo seguro a los escolares después de la crisis causada por el sismo.

En acuerdo con el Fondo Internacional de Intervenciones de Urgencia de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), así como con Save the Children y el PNUD, la UNESCO brinda su aporte con el fin de que los escolares puedan retornar a clases lo antes posible, dando a las escuelas dañadas locales provisionales y material pedagógico. Igualmente la UNESCO ayuda a Perú a reconstruir el sistema escolar con la perspectiva de una renovación a largo plazo. El Director General lanzó un llamado a la generosidad de los Estados miembros para que aporten su contribución a un pedido excepcional de 1 273 859 dólares, que servirán para las operaciones de auxilio de urgencia y al proceso de reconstrucción llevado por las autoridades peruanas.

Perú tiene una población de 28,8 millones de habitantes y un ingreso anual por habitantes de 2 650 dólares. Pisco (con una población de 63 000 habitantes) se encontraba a 51 Km del epicentro, Chincha Alta (161 000 habitantes) a 42 Km, Ica (261 000) a 110 Km y Cañete (26 000) a 32 Km.

Una comisión de evaluación pasó el fin de semana del 18 de agosto en la región. El equipo estaba compuesto por expertos nacionales e internacionales en sismología, ingeniería sísmica, ingeniería de estructuras, tectónica, y en geotécnica del Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), cofundado por la UNESCO en 1966. Su objetivo es el de limitar los riesgos y los efectos potenciales de las réplicas y definir las necesidades del país en términos de renovación y de reconstrucción de las infraestructuras.

Actualmente la UNESCO pone en marcha una «plataforma de intervención rápida» para las regiones que no pueden hacer uso de un tal centro. La plataforma estará compuesta por un equipo internacional rotativo que, desde la recepción del llamado de un país afectado por un sismo, acudirá al lugar de una eventual réplica, inmediatamente después de la sacudida, con el fin de observar la resistencia de las construcciones durante la sacudida, con vistas a determinar cuáles son las estructuras –similares o diferentes– capaces de resistir mejor futuros sismos. Las recomendaciones de los expertos son transmitidas luego a las autoridades nacionales y locales del país concernido.



© A. Solimano

Para más detalles: [www.onu.org.pe](http://www.onu.org.pe); [www.reliefweb.int/lfts](http://www.reliefweb.int/lfts); [info@reliefweb.int](mailto:info@reliefweb.int); [www.ceresis.org](http://www.ceresis.org); sobre la plataforma: [b.rouhban@unesco.org](mailto:b.rouhban@unesco.org)



Alrededor de un tercio de los mongoles es (semi) nómada. Las cabañas que se ven aquí, en el valle de Orkhon se desmontan y se transportan hacia otros lugares según las temporadas

## Un Plan Director de **Ciencia y Tecnología** en Mongolia

**Mongolia publicó en junio su Plan Director de Ciencia y Tecnología (C&T) hasta el 2020, con la asistencia de la UNESCO. Mongolia dispone de una base relativamente sólida en C&T, pero sus recursos financieros son débiles y sus capacidades científicas están esencialmente reagrupadas en la capital, Ulan-Bator, donde reside un tercio de sus habitantes.**

Enfrascada desde la caída del comunismo en 1990, en la transición hacia una economía de mercado, Mongolia corre el riesgo de ver sus recursos en C&T sub-utilizados, dispersos e incluso agotados. Los gastos en I&D representaban en el 2005 0,35% del PIB, con un retroceso de un 1% con respecto a 1990, y la cifra de científicos e ingenieros no deja de disminuir por causas ligadas a la reducción de los salarios, lo anticuado del material y, de manera general, lo poco atractivo de las carreras científicas en Mongolia. Esta tendencia se extendió a la enseñanza superior, donde las inscripciones de estudiantes en ciencia e ingeniería conocían el mismo desafecho.

El *Plan Director* busca ante todo estimular las inversiones en la C&T aumentando la parte del financiamiento no gubernamental en la I&D (actualmente 10%), estimulando a los institutos de investigación y a las universidades a colaborar aún más y proponiendo medidas incitativas para favorecer la cooperación entre ciencia e industria, así como las investigaciones de conjunto.

En estos momentos, sólo cuatro de los 51 establecimientos que efectúan trabajos de I&D son del gobierno y sus laboratorios no disponen de los medios y del material necesario. El *Plan* señala, entre otras cosas, que ciertos proyectos de investigación no se corresponden a la demanda del mercado y que es muy difícil tener informaciones al día y de intercambiarlas. La gestión y el control de las actividades financieras por el gobierno son juzgadas también ineficientes.

El *Plan* indica que los organismos de investigación no están en la medida de funcionar en condiciones de un mercado competitivo y que la R&D no está siendo dirigida hacia orientaciones prioritarias, lo que conlleva al

despilfarro de los pocos recursos. El país depende, además, de las tecnologías y del material importado del extranjero.

El *Plan* propone rehacer el sistema con el fin de estimular la inversión en nuevos conocimientos y tecnologías de avanzada. Pide que los actores de la economía y los que toman parte en ella, tomen conciencia de la importancia de la tecnología y sumen valor a la innovación a través de una renovación constante de las tecnologías y un sistema de previsión de las necesidades futuras. Recomienda que el gobierno dé más apoyo al establecimiento de tarifas e impuestos aduanales favorables y que llame a un reforzamiento de los derechos sobre la propiedad intelectual.

El *Plan* enumera los campos de investigación prioritarios, de aquí al 2010, en ciencias naturales, agronomía, tecnología, salud, ciencias sociales e humanísticas. Al mismo tiempo recomienda apoyar financieramente la I&D llevada a cabo por las universidades, los establecimientos de investigación y las empresas, con el fin de que se desarrollen de forma concertada las prioridades de la nación en C&T y las principales tecnologías.

El *Plan Director de Ciencia y Tecnología* de Mongolia para 2007-2020 fue publicado en idioma mongol en enero y en inglés en junio, por la oficina de la UNESCO en Beijing, en la colección de la UNESCO Estudios de política científica.

Con el STEPAN<sup>5</sup>, las oficinas de la UNESCO en Beijing y Djakarta ayudaron al Ministerio de Educación, Cultura y Ciencia de Mongolia a elaborar el *Plan Director*. Luego el ministerio redactó el *Plan*, que el gobierno de Mongolia aprobó en enero 2007.

Para consultar el Plan Director:

<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001514/151490E.pdf>

Para más detalles (en Beijing): [j.ramasamy@unesco.org](mailto:j.ramasamy@unesco.org)



El desierto de Gobi, una zona protegida. Bordeada al norte por Rusia y al sur por China, con un territorio de 1,6 millones de Km<sup>2</sup>, Mongolia es, por sus dimensiones, después de Kazajstán, el segundo de los países enclavados. Posee también la más baja tasa de densidad de población del mundo, con solo 2,8 millones de habitantes. Mongolia tiene pocas tierras cultivables ya que casi todo su territorio está cubierto de estepas áridas, estériles, con montañas al oeste y al norte, y el desierto de Gobi al sur

5. La red asiática de Política Científica y Tecnológica (STEPAN) se estableció en 1988 bajo los auspicios de la UNESCO. Actualmente está presidida por Filipinas y es la oficina regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO en Djakarta, quien garantiza el secretariado: [www.stepan.org](http://www.stepan.org)

# Robert Hepworth

## Las especies migratorias están entre las más amenazadas del mundo

La Convención de las Naciones Unidas Sobre la Conservación de las Especies Migratorias que pertenecen a la fauna salvaje (CMS) fue adoptada en 1979 en Bonn (Alemania). Alrededor de 30 años más tarde, la «Convención de Bonn», como suele llamarse, cuenta con 104 Estados partes, de los cuales 17 se han adherido desde hace tres años. Uno de los escasos acuerdos internacionales sobre el Medio Ambiente que trata explícitamente de la protección de las especies y su hábitat, esta convención participa en la acción internacional para disminuir la pérdida de biodiversidad de aquí al 2010.

Robert Hepworth es, desde el 2004, Secretario Ejecutivo del Secretariado del PNUMA para la Convención. El resume la estrategia de conservación de la Convención.



### ¿Cuán numerosas son las especies migratorias?

La migración es uno de los principales mecanismos que permite a las especies reaccionar ante los cambios cíclicos de su medio ambiente. Las especies migratorias<sup>6</sup> contribuyen entre un 20 y un 80% a la diversidad de las especies en los ecosistemas de aves y de grandes mamíferos. El porcentaje de especies migratorias es aún más elevado en las altas latitudes y en las zonas áridas ya que estos hábitat extremos solo pueden sustentarlos durante una parte de sus ciclos vitales. De hecho, la colonización de estas zonas por grandes vertebrados sólo fue posible con el desarrollo de las conductas migratorias. Los hábitat acuáticos –sistemas marinos y las grandes extensiones de agua dulce– albergan también una fuerte proporción de organismos migratorios.

Estas consideraciones, en un momento en el que los puntos sensibles de la biodiversidad en los trópicos son ya el foco de muchas convenciones internacionales, han contribuido en incitar a la CMS a concentrar sus esfuerzos en los grandes animales terrestres de las zonas áridas y en los organismos marinos, en particular las tortugas y los pequeños cetáceos. Comenzamos también a involucrarnos en las grandes especies migratorias de agua dulce, como el pez gato gigante del Mekong (*Pangasianodon gigas*) que puede pesar 300 Kgs.

### ¿Porqué tantas especies migratorias están en peligro?

Básicamente están expuestas a los mismos peligros que todas las especies. La principal amenaza es, sin dudas, el uso no sostenible, la sobre explotación y el uso abusivo del espacio que es devorado de forma alarmante por la urbanización, la proliferación de las redes de comunicación y el emprendimiento de actividades de recreación. Una nueva amenaza, de una amplitud sin precedentes, proviene de las implantaciones de producción de energía debido a la pretendida crisis energética, como la implantación anárquica de las eolianas y la atribución de inmen-

sos espacios a la producción de biocarburantes. Además, la intensificación de la agricultura en un creciente número de regiones del mundo, acentúa la transformación de ricos paisajes antiguamente agro-pastorales en desiertos para la biodiversidad.

Los diversos contaminantes, vehiculados por el aire y el agua, contribuyen también al agravamiento de la situación, en particular el transporte en largas distancias y los depósitos de fertilizantes. Muchos animales migratorios son indicadores muy sensibles de las modificaciones del medio ambiente tal como lo demuestran los pesticidas tóxicos descubiertos en los tejidos de mamíferos del Antártico.

El cambio climático<sup>7</sup> puede convertirse en algo muy preocupante, no por sí mismo, sino porque su velocidad de progresión podría sobrepasar la capacidad de respuesta de la mayoría de los organismos aún más por el hecho de que se produce en un marco cerrado, en un mundo donde los otros factores del cambio global hacen casi imposible la adaptación hacia otro aire u otro sitio. Testigo de ello es la creciente desertificación de las zonas semi áridas, sobre todo en región sahelo sahariana, donde la presión humana hacia los márgenes de dicha zona, impide a los animales la búsqueda de alimentos o de agua más allá de sus límites.

Para los animales marinos la sobre explotación exorbitante de los mares en el plano mundial, el desarrollo de la navegación y sobre todo el enorme despilfarro de las «capturas accesorias<sup>8</sup>» efectuadas por pesquerías mal concebidas, constituyen otras tantas amenazas de muerte.

6. La CMS definió la migración como todos los casos en los que los animales se desplazan de forma previsible entre límites geográficos o tipos de hábitat en el transcurso de su ciclo diario, anual o vital, a condición de que estos desplazamientos comporten traspasos de fronteras

7. Ver Migratory Animals and Climate Change: [www.cms.int/publications/pdf/CMS\\_ClimateChange.pdf](http://www.cms.int/publications/pdf/CMS_ClimateChange.pdf)

8. Término que designa a las especies capturadas involuntariamente al mismo tiempo que las especies que se buscan

Entre los factores que acabo de mencionar, numerosos son aquellos que afectan directamente a las especies migratorias, porque hacen un uso múltiple y cronológicamente determinado de su hábitat, lo que las vuelve particularmente sensibles a los disfuncionamientos de los ecosistemas. La libertad de movimiento es para ellos una estrategia vital. Represas, carreteras, barreras y extensiones hostiles pueden causar de esta forma un «peligro ecológico» que sobrepasaría ampliamente los límites del territorio que ocupan.

**¿Cuántas especies migratorias ya se han extinguido?**

Muchas, entre las más espectaculares, han cedido ya frente a la presión humana. El ejemplo más frecuentemente citado es el de la paloma migratoria (*Ectopistes migratorius*) que fue probablemente el ave más expandida sobre la tierra durante el siglo XIX. Luego de haber sido muy común, con efectivos migratorios estimados a 2 mil millones de individuos, desapareció cuando culminó la colonización de América del Norte. El último pájaro murió en 1914.

Otras víctimas más recientes, como el Zarapito fino (*Numenius tenuirostris*), numerosos en otros tiempos, en un largo y amplio corredor de trayectos que iban desde las estepas de Euro Asia Central hasta Africa del Norte y Medio-Oriente, está a punto de extinguirse, si no ha desaparecido ya. El Delfín migratorio de los ríos chinos (*Lipotes vexillifer*), del cual se comprobó lamentablemente la extinción probable en el 2007, deja un triste testimonio de la necesidad de proclamar un Año del Delfín<sup>9</sup>.

Los grandes mamíferos que recorrían antiguamente largas distancias han desaparecido de la naturaleza tan recientemente que ello mal augura nuestras capacidades para prever tales matanzas. El Caballo de Przewalski (*Equus przewalski*) no fue visto más en libertad desde 1969, El Orix árabe (*Oryx leucoryx*), en 1972. El Orix con cuernos en forma de sable (*Oryx dammah*), magnífica especie, muy representada en el arte egipcio, era todavía común en los años 1960 y algunos miles sobrevivieron hasta finales de los años 1970. El último señalamiento certero fue en 1983. En el caso de estas tres especies existen grupos en cautiverio y se están realizando esfuerzos para reintroducirlas, a veces premiados con notables éxitos. La CMS se implica fuertemente en este tipo de acciones (ver foto).

La Cabra montés de los Pirineos (*Capra pyrenaica pyrenaica*), que emigraba en pequeñas distancias de una parte a la otra de

la frontera franco-española, uno de los animales salvajes más sorprendentes de Europa, desapareció en 2000 años sin que existan individuos en cautiverio.

El Oso polar (*Ursus maritimus*) cuyo ocaso está incontestablemente ligado al recalentamiento global, hizo finalmente su entrada muy notada y lamentada en la lista roja de la UICN, en la categoría de «amenazado de desaparición». Esperemos que esto haga reaccionar a los humanos. Otras especies migratorias como el Albatros, el Camello salvaje y algunas especies de delfines están al borde de la extinción.

**¿Cuales son las medidas de la Convención para proteger a las especies migratorias?**

Como que estas se desplazan entre varios países, es necesario que todos los países cooperen para protegerlas, sin lo cual el eslabón débil anularía el éxito de los otros.

Establecer redes de zonas protegidas que permitan la migración de los animales salvajes es una necesidad vital. Hemos puesto en marcha varios proyectos de conservación, uno de ellos apunta hacia los antílopes sahel-saharianos; este proyecto tuvo gran éxito y va a ser extendido. Busca proteger la fauna especializada de ungulados (con pezuñas) que ocupaba antiguamente todo el territorio. Lanzamos también un proyecto de preservación de las tierras áridas de Asia central y de las especies que, en algunos casos, las recorren aún libremente. Es una de las iniciativas más ambiciosas de la CMS, tanto por su extensión geográfica, como por el número de especies.

Ahora que ya es demasiado tarde para otro tipo de acción, pueden explorarse algunas técnicas, como los cruzamientos elaborados por la Iniciativa para los Grandes Herbívoros, que busca lograr sustitutos para ciertos grandes animales europeos desaparecidos. Acrecentar el financiamiento—dificultad permanente para los esfuerzos de protección de la biodiversidad— es indispensable para trabajar al nivel de cada país y coordinar las actividades en el conjunto de la zona de reparto de las especies.

Despertamos, además, la conciencia del público informándole a través de las campañas escolares, la publicación de material educativo y de actividades de gran visibilidad, como el Año del Delfín.

9. En el marco del Año, la CMS, la UNESCO y otros asociados, publicaron un manual titulado ¡Todo sobre los delfines!: [www.Yod2007.org](http://www.Yod2007.org)

Una gacela dama. En total cinco especies de antílopes han sido reintroducidas en sus antiguas zonas de reparto, desde que 14 Estados de recorridos adoptaron el plan de acción concertado sahel-sahariano en febrero 1998: El antílope Haddax (*Haddax nasomaculatus*), el Orix con cuernos en forma de sable u Orix algazelle (*Oryx dammah*), la Gacela dama (*Gazella dama*), la Gacela de Cuvier (*Gazella cuvieri*), la Gacela dorcas (*Gazella dorcas*). Financiado por el Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial, el proyecto abarca medidas de protección y trabajos de investigación en Mali, Marruecos, Mauritania, Níger, Senegal, Chad y Túnez. Tres proyectos pilotos beneficiaron de esfuerzos específicos en Mali, Níger y en Túnez. Para el proyecto Tunísio, por ejemplo, antílopes nacidos en cautiverio en siete zonas de seis países europeos, fueron liberados en el parque nacional de Sidi Toui, región desértica del sur de Túnez. Al mismo tiempo fue puesto en marcha un plan de rehabilitación de su hábitat y de sensibilización de las poblaciones locales para que estas coexistan con los antílopes. Sobre el terreno, La CMS se asoció con socios tales como el Fondo Sahariano de Conservación y la Fundación de los Parques Africanos. Las poblaciones de Orix y de Addax introducidas se desarrollaron de forma satisfactoria, pero estos cinco antílopes siguen siendo extremadamente escasos en libertad



Foto: John Newby/SSIG

## ¿La cooperación internacional produce resultados tangibles?

Las especies migratorias solo pueden ser conservadas juntando los esfuerzos de la cooperación internacional, integrando a escala de cada nación un acercamiento a la vez centrado en las especies, los ecosistemas y coordinados sobre el conjunto de las zonas de reparto. En un mundo en pleno cambio, no basta con crear redes de zona protegidas, también hay que administrarlas y seguir su evolución, sin lo cual dejan de ser eficaces. Visto que las especies migratorias necesitan que los espacios que utilizan se mantengan, no solo localmente con buena calidad, sino también sometidos a una coordinación funcional, ellas requieren más que todas las otras especies de medidas concertadas.

Nuestra esperanza era, en los tiempos de la primera Cumbre de la Tierra de Río, en 1992, que los planes de conservación fuesen puestos en marcha a escala mundial en el marco de lo que devino la Convención Sobre la Diversidad Biológica. Esto no tuvo lugar.

No obstante, a escala regional existen ejemplos, como la red Natura 2000 de la Unión Europea y su extensión a la gran Europa, la red Esmeralda del Consejo Europeo.

La CMS pone en marcha redes comparables en varias partes del mundo, por el intermediario de sus acuerdos sobre las aves acuáticas de África-Euro Asia, las tortugas marinas del Pacífico Índico, los albatros, los murciélagos de Europa, etc. Desarrollamos igualmente proyectos concertados, como los de los grandes mamíferos y de los gorilas de las tierras áridas euroasiáticas.

Hemos también firmado varios memorandos de acuerdos. El que apunta, por ejemplo, hacia la conservación de los cetáceos y sus hábitat, en la región de las islas del Pacífico, entró en vigor en septiembre del año pasado, luego de ser firmado por los ministros de medio ambiente de nueve países del Pacífico.

Las negociaciones concernientes a un cuarto acuerdo de la CMS para los cetáceos del Atlántico Este comenzarán a fines de este año en Canarias (España), al haber decidido recientemente nuestros Estados partes, el darle prioridad. El acuerdo deberá proteger a otros mamíferos marinos del África oeste, como el Manatí, mientras que su primo del Océano Índico, el Dugo o vaca marina, deberá estar aún más protegido a fines de este año, a título de la CMS, por un memorando de acuerdo negociado bajo la égida de Australia y con su financiamiento.

En diciembre de este año la CMS organizará una reunión sobre los tiburones migratorios, en asociación con el gobierno de Seychelles. Se revisará el estado actual de la protección de la especie, las iniciativas en curso en el plano internacional, regional y otros, con el fin de mejorar la situación, así como las posibilidades de cooperación internacional e incluso un «instrumento» eventual en el marco de la CMS. Nos esforzamos por obtener una máxima participación de los principales países del itinerario de reparto, de la zona de pesca y de consumo de los tiburones.

La cooperación entre naciones es eficaz con la sola condición de que los decisores y los líderes de opiniones estén concientes de lo que está en juego y de la absoluta necesidad de una acción concertada. La principal tarea de la Convención siempre ha sido y será la de llevar sus problemas a la intención de los interlocutores enfocados.

## Usted dijo que la globalización brinda nuevas oportunidades a las empresas de conservación. ¿De qué forma?

Las ganancias que se obtienen de la observación de la fauna salvaje, experimentan, desde hace dos decenios, un crecimiento excepcional. Se ha convertido en la principal actividad turística de países como Kenia, Uganda y Tanzania. Solamente en Kenia se recibieron más de un millón de extranjeros en el 2004, lo que se tradujo en más de 500 millones de dólares de ganancias.

Aún las pequeñas empresas de observación de animales salvajes como la de los tiburones ballenas en Seychelles, que atrajo a 496 turistas en el 2005, recaudó 35 000 dólares de los cuales alrededor de dos tercios sirvieron al seguimiento de un programa organizado por una ONG. Ya sea implicando a un programa gubernamental o una pequeña sociedad privada, la observación de la fauna salvaje puede ser rentable. Sin embargo las normas no son uniformes en el sector y no siempre bastan para mantener la especie con vida. Con la ayuda de su Consejo Científico y de sus asociados, la CMS se dedica a proporcionar informaciones prácticas a este sector de empresas.

Ciertamente, la intensificación de la transportación de personas y de bienes a escala mundial crea aperturas comerciales al ecoturismo, pero provoca también numerosos problemas para el Medio Ambiente.

## ¿Problemas de qué naturaleza?

Para la CMS, el mejor ejemplo de estos dos últimos años es la aparición de la gripe aviar altamente patógena, el virus H5N1, que dirigió las miradas hacia las aves salvajes. Algunas profesiones designaron a las aves migratorias como los principales vectores mundiales de la gripe aviar. Esta acusación provocó el año pasado un delirio mediático y alimentó la preocupación en el público. Sin embargo, las fuentes científicas autorizadas revelaron que el comercio de aves era, en la mayoría de las regiones (si no en todas), el principal incubador, vector y reservorio del virus. Una parte de estas fuentes científicas autorizadas provenía del Grupo de Trabajo Especial dirigido por la CMS sobre la gripe aviar y las aves salvajes, compuesto por expertos de 14 OIG y ONG.

Otro impacto de la globalización fue el de intensificar el comercio de la madera. Esto constituye una seria amenaza para muchas especies migratorias y otros animales salvajes.

La CMS se dedica a reforzar su cooperación con el sector privado a través de los asociados que nos ayudan no solo a aumentar nuestros recursos, sino también –lo cual es vital– a establecer un diálogo regular con el sector privado, con el fin de comprender su funcionamiento y sus impedimentos, así como avisar de que manera empresas pueden llevar en paralelo la protección del Medio Ambiente y el logro de objetivos comerciales.

Hemos establecido, en el transcurso de los dos últimos años, una estrecha asociación con una de las más grandes agencias de turismo del mundo que, al igual que nosotros, tiene su sede en Alemania. Hemos descubierto nuestra complementariedad natural, puesto que estamos, cada cual a su manera, empeñados en la esfera de los viajes a escala mundial.

Entrevista realizada por Anne Devillers

# El día en que el Monte Manaro se despertó

La serenidad de la isla de Ambae voló en pedazos el 26 de noviembre de 2005 cuando se levantó una columna de vapor y de «humo» negro por encima del cráter, en la cima del volcán de la isla, Manaro. Fuera de pequeños «sobresaltos» en 1991 y 1995, marcados por columnas de vapor, los 10 000 habitantes de Ambae no habían conocido ninguna gran erupción desde hacía más de 100 años. La tensión vivida por los habitantes estaba pues justificada aunque esta no derivó en pánico. Muy por el contrario, el 28 de noviembre funcionaba ya un comité local de urgencias de catástrofes y la evacuación había comenzado. En los ocho días siguientes, más de 3 300 personas estaban ya reubicadas en los centros previstos al efecto, situados en dos puntos diferentes de la isla.



Imagen satelital de la isla de Ambae realizada en Febrero 2000, donde aparecen claramente los dos cráteres de la cima del Monte Manaro

Esta breve y exitosa experiencia no estuvo ajena a problemas o a pequeñas controversias, pero frente a la urgencia, la reacción del pueblo se organizó rápidamente con sus modestos esfuerzos y sin ayuda del exterior. ¿Qué enseñanza sacar de la erupción y cómo aprovecharla más en aras de mejorar la reacción de los habitantes frente a las catástrofes, ya sea en esta parte del mundo o en otro lugar?

La isla de Ambae es uno de los más grandes volcanes de Vanuatu, que algunos califican como el más peligroso de todos (ver recuadro en la página siguiente). En el pasado, las erupciones provocaban corrientes de lava y de lahares –lodo volcánico. Se estima que las últimas que provocaron víctimas datan de 1890 y en los alrededores de 1914.

Los insulares practican una economía de subsistencia. Viven de forma dispersa en más de 276 pequeñas aldeas y pueblos constituidos por familias numerosas. La población está muy fragmentada. Se hablan dos lenguas principales y al menos 12 dialectos. Por otra parte, las comunicaciones son muy reducidas en la isla ya que no existe carretera que enlace los extremos este y oeste, y debido a que muchos pueblos no están conectados a la red telefónica. La administración

local funciona en dos niveles paralelos: el nacional dirigido desde Puerto Vila, la capital de Vanuatu, en la isla de Efate, representada por una oficina en la provincia de Penema, y otro, basado en una estructura local fundada en una jerarquía entre pueblos, que comienza desde el nivel de los Nakamals (dos o tres familias numerosas), pasa por el distrito (numerosos Nakamals) y culmina en los cantones (varios distritos), cada uno con sus respectivos jefes.

## Un escenario concebido para un estado de emergencia

Actualmente, la prevención de las catástrofes por los propios habitantes de los países en vías de desarrollo ocupa el centro de numerosas iniciativas y de investigaciones estratégicas, sobre todo, por parte de grandes agencias de desarrollo. En la gestión de las catástrofes, estas conceden una importancia cada vez mayor a las técnicas de participación.

Desde el año 2000, la Oficina de la UNESCO en Apia se esfuerza con un equipo de investigadores dirigidos por el Dr. Shane Cronin, del Instituto de Recursos Naturales de la Universidad Massey de Nueva Zelanda y junto al gobierno y las comunidades de Vanuatu, por utilizar una mezcla de volcanología y de saber tradicional (*kastom*) como punto de partida para la prevención de cataclismos.

Valiéndose de una estrategia elaborada a partir de estudios de caso llevados a cabo en las islas Fidji y Salomón, Shane Cronin y sus colegas organizaron en Ambae, entre 1999 y 2003, con el apoyo de la UNESCO y de otros organismos, una serie de talleres comunitarios de participación. El objetivo era lograr que el público confiara en las alertas científicas y en los instrumentos de vigilancia de los volcanes, con anterioridad a su instalación en la isla. Se trataba también de preservar sus conocimientos tradicionales en materia de previsión de catástrofes y sus prácticas culturales heredadas de la proximidad de los volcanes, en aras de integrarlas a los

### Mapa de la peligrosidad de las erupciones de la chimenea central del Monte Manaro

La zona roja comprende la caldera (ver recuadro p.18) y los valles que descienden del pico central. Esta zona de riesgos elevados está sujeta a las corrientes de lodo volcánico y a las inundaciones. La zona amarilla, que cubre una distancia de 10 Km desde el cráter, está expuesta a las lluvias de cenizas y a las explosiones volcánicas llamadas corrientes piroclásticas. La zona verde, situada en los dos extremos de la isla, también está sometida a las lluvias de cenizas provenientes del lago de cráter Vui, uno de los dos cráteres de la caldera. También existen riesgos potenciales de pequeñas erupciones provenientes de fisuras o de cráteres recién formados en esa zona



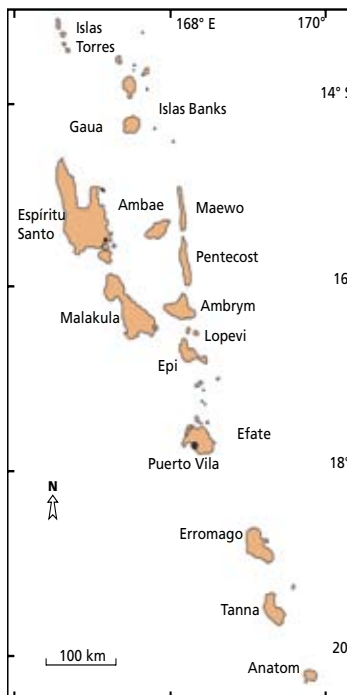


planes de gestión moderna de las catástrofes para las regiones rurales de Vanuatu.

Toda una gama de ejercicios colectivos fueron practicados durante los talleres con el fin de obtener elementos útiles para los planes de reacción frente a las situaciones de urgencias, a nivel del Nakamal y orientados tanto para las poblaciones que deberían ser evacuadas como para las que deberán acoger a los refugiados.

Para mejorar la representación gráfica de los peligros del volcanismo, un modelo nuevo de mapa de riesgos (pág. anterior) fue desarrollado durante los ejercicios en los talleres, los que esclarecieron la forma en que los propios habitantes de Ambae imaginaban, mediante esbozos de mapas, los paisajes, los procesos y los efectos de los volcanes.

En varias islas volcánicas del archipiélago, los resultados de estos ejercicios ya integran el Sistema Central Nacional de Alerta Volcánica (Vanuatu



La Isla de Ambae forma parte del arco insular de las Nuevas Hébridas de Vanuatu, que comprende 83 islas. Un arco insular es una fila de islas volcánicas (en general encorvada) que se forma cuando una placa oceánica entra en subducción o se sumerge bajo otra placa oceánica. Una de las dos debe hundirse bajo la otra, ya que al ser constante el diámetro de la tierra, cuando una nueva superficie se forma, otra, de talla equivalente, debe desaparecer –¡sin lo cual el planeta se inflaría como una pelota! Al descender bajo la superficie del planeta, la corteza oceánica se recalienta poco a poco hasta que, a una profundidad entre 100 a 150 Km, pierde el agua de mar que contenía. Esto provoca en esta región de la superficie una fusión parcial de las peridotitas– rocas profundas compuestas de silicato de hierro y magnesio, y la formación de magma. Este se eleva verticalmente y se abre un camino a través de la placa subyacente para alcanzar la superficie, creando así una serie de volcanes. Las Antillas menores, las Islas Aleutianas, Vanuatu y Tonga son ejemplo de ello. Cuando la corteza de la placa subyacente es continental y no oceánica, una cadena de montañas volcánicas se forma cerca del borde de un continente. Se produce entonces un arco de cordillera, como la de los Andes en América Latina (Tomado de Bouysson, P. (2006) Explicame la Tierra: Ediciones UNESCO / NANE).

## ¿Uno de los volcanes más peligrosos del mundo?

Monte Manaro no tiene orificios visibles en su cima, sólo lagos en su cráter, pero es obviamente activo (a diferencia de los durmientes o extintos), como bien lo demostró la erupción de vapor y ceniza (freática) en Noviembre 2005.

Una erupción freática se produce cuando el magma que se eleva entra en contacto con el agua subterránea o superficial. Igualmente llamadas erupciones explosivas o ultra volcánicas, las erupciones freáticas son en general bastante débiles. Estas se producen cuando las aguas de superficie o las aguas frías subterráneas entran en contacto con las rocas calientes o el magma. Ello hace explotar el vapor en expansión, en una expulsión de agua, cenizas, rocas, y de bombas volcánicas (bolas de rocas en fusión cuyo diámetro sobrepasa los 65 mm.), por una temperatura oscilante entre 600 a 1 170 °C. En ocasiones, las erupciones freáticas dan lugar al surgimiento de anchos cráteres de escaso relieve llamados maar, como fue el caso durante la erupción del Manaro en noviembre del 2005. Su particularidad reside en que el orificio central emite fragmentos de rocas solidificadas pero sin nuevo magma. Un orificio geotérmico menos potente puede dar lugar a un volcán de lodo.

Manaro ha sido considerado como uno de los diez volcanes más peligrosos del mundo, en términos de potencial de erupción catastrófica. Según algunos especialistas, en caso de fuerte erupción, el agua de los lagos de cráter de Manaro, convertida en vapor sobrecargado, podría provocar una enorme explosión freática. Al precipitarse por las abruptas pendientes de la isla, los deslizamientos de tierra así provocados pudieran causar tsunamis en el norte del archipiélago de Vanuatu. Las explosiones freáticas pueden acompañarse de emisiones de dióxido de carbono o de hidrógeno sulfurado. Si las primeras alcanzan una suficiente concentración, pudieran asfixiar a los seres humanos, como hicieron en Java en 1979, donde una erupción freática mató a 149 personas, donde la mayoría pereció a consecuencia de los gases mortales.

Fuentes: Oficina de Estudios Geológicos de los Estados Unidos; Wikipedia en línea; Bouysson, P. (2006) Explicame la Tierra. Ediciones UNESCO / Ediciones Nane. París.



Una erupción freática en el Monte Saint Helen, Washington (USA) un volcán «gris» se cree que la erupción del Krakatoa de 1883, sobre el arco indonesio, era también de naturaleza freática.



UNESCO/NANE (2006) Explicame la Tierra

Se distinguen dos grandes tipos de volcanes: los volcanes «rojos», como Mauna Loa, a la derecha (en Hawái, Estados Unidos), que se manifiestan con erupciones efusivas durante las cuales emiten lavas más o menos fluidas que corren sobre las laderas del volcán; y los volcanes «grises» como Ambae, que tienen erupciones explosivas en las cuales el gas y la lava fragmentada (como ceniza o grandes bloques, según el tamaño de las partículas) son proyectadas al aire. Los volcanes «grises» pueden producir erupciones catastróficas, mientras que los volcanes «rojos» son poco peligrosos para las poblaciones vecinas

Volcanic Alert Level System) y forman parte de los modelos de planificación de reacción frente a los riesgos, concebidos para los pueblos, la administración de las provincias, de las empresas y de las autoridades nacionales. Este proceso resultó completamente eficaz en Ambae gracias a la puesta en vigor de forma concomitante del Plan de Lucha contra Catástrofes de la provincia de Penema, condicionado para ejecutar varias reacciones específicas según los diferentes niveles de alerta en caso de crisis volcánica en Ambae.

**Clima de desconfianza**

Con anterioridad a los talleres, la desconfianza reinaba en el pueblo debido al antagonismo entre las posiciones de la *kastom* y las de la ciencia, en relación con los riesgos volcánicos y su gestión. Las creencias de la *kastom* se basan en las leyendas; los hechiceros se permitían iniciar o detener las erupciones; las zonas consagradas *tambu* (prohibidas) constituyen una de las formas de atenuación de estos efectos. En 1995, esta desconfianza bien arraigada fue alimentada por un error de comunicación y un fracasado intento de evacuación durante un pequeño brote volcánico. El problema se debió, en parte,

a una mala interpretación por parte de los habitantes, de un complejo mapa científico sobre riesgos volcánicos.

Los ejercicios colectivos de los talleres de 1999 a 2003 salvaron un poco el abismo entre las visiones científicas y las de la *kastom* en Ambae, sobre todo al integrar en los planes de urgencias de las comunidades, en caso de erupción, los métodos tradicionales en materia de alerta y toma de decisiones. Los conocimientos locales en relación con las señales de alarma son mucho más útiles en la medida en que la isla no posee ningún material permanente de vigilancia del volcán. Estos son, por ejemplo, la partida de las aves de la isla, el comportamiento insólito de los insectos y otros animales, la pérdida brutal de la vegetación y el cambio del color de los lagos.

Sin embargo, los talleres no contaron con la audiencia esperada ya que solamente una pequeña parte (3 al 8%) de la comunidad participó en los ejercicios. Por otra parte, numerosas preocupaciones de la comunidad expresadas en los ejercicios -sometidos a la segregación según el sexo y la jerarquía- no encontraron respuesta satisfactoria, como por ejemplo, la falta de representación de la mujer y de los jóvenes en la toma de decisiones, y la dificultad de las relaciones entre provincias y pueblos.

**La Erupción**

El 26 de noviembre, columnas de vapor provenientes de la cima de Ambae, aproximadamente a 1 400 m de altura, alertaron a los habitantes sobre el comienzo de la erupción. Los vulcanólogos de Vanuatu emitieron el 29 de noviembre, un boletín confirmando que una erupción estaba en curso y que, como la materia en fusión atravesaría el cráter ocupado por las aguas del lago Vui, existía el riesgo de *lahares* y deslizamientos de lodo.

Los primeros observadores científicos no pudieron llegar al lugar de la erupción ni por tierra ni por avión debido al mal tiempo y a las dificultades de acceso, antes del 3 de diciembre. La erupción provocó el surgimiento de una pequeña isla en el lago Vui y las explosiones, débiles pero espectaculares, se sucedieron, ganando en potencia hasta alcanzar un estadio máximo el 12 de diciembre. Hacia el 22 de diciembre, se habían debilitado y la lluvia comenzaba a erosionar la nueva isla. Pequeñas erupciones continuaron hasta mediados de enero y desde entonces una pequeña columna de vapor persiste.

**¿Qué es una caldera?**

Una caldera es una gran depresión, en general circular, que se forma cuando un volcán se hunde sobre él mismo. Esto se produce en el curso de una erupción, cuando la cámara magmática se evacua creando un vacío bajo la cima de la montaña, lo que fragiliza la estructura. Una caldera puede formarse de golpe luego de una erupción masiva o, progresivamente, al ritmo de varias erupciones.

Como los cráteres, las calderas son depresiones circulares, pero mucho más pequeñas que los primeros. Estas se deben frecuentemente, a la expulsión de rocas en forma explosiva. Mientras que un cráter se forma en la cima del volcán, una caldera nace del hundimiento del volcán (ver foto abajo).

Las calderas son «supervolcanes» debido a una erupción cuya magnitud alcanza al menos 8 en la escala de explosividad volcánica. Las más poderosas del planeta logran expulsar al menos, 1 000 Km<sup>3</sup> de magma y de materia piroclástica. Se consideran lo suficientemente poderosos como para aniquilar prácticamente toda vida a cientos de kilómetros a la redonda.

Esto sucedió, por ejemplo, en Ambae, en Long Valley (foto) y en Yellowstone en los Estados Unidos (hace aproximadamente 640 000 años), en Toba, Indonesia (71 000 años) y en Taupo, en Nueva Zelanda (aproximadamente 27 000 años). La caldera de Taupo está ocupada por un lago de cráter de 46 Km de largo y 33 de ancho, así como varias ciudades. ¡Una de las tres calderas de Yellowstone mide 45 Km de ancho por 75 de largo!

La erupción del monte Toba parece haber sumergido por seis años nuestro planeta en un invierno volcánico, y por mil años en un período glacial aún más frío que el último máximo glacial (que data entre 21 000 a 18 000 años). Esto hubiera diezmando la población humana, cuyos escasos sobrevivientes habrían encontrado refugio en pequeñas zonas tropicales de África ecuatorial, teoría corroborada por pruebas genéticas.

Fuente: Oficina de Estudios Geológicos de los Estados Unidos; Sobre la erupción del Monte Toba : Ambrose, S. (1998) *Late Pleistocene human population bottlenecks, volcanic winter and differentiation of modern humans*. Journal of Human Evolution, vol. 34.



La caldera de Long Valley en USA es una depresión 15 x 30 km. Se formó durante una erupción hace 760 000 años. Debido a que entre dos erupciones de una caldera pueden transcurrir miles de años, es difícil determinar si la misma está dormida o apagada



Las proyecciones que atraviesan el lago del cráter Vui, en la cima de Ambae, el 4 de diciembre 2005 (a la izquierda) provocaron el surgimiento de una nueva isla en el cráter, que se ve (a la derecha) emitir vapor aún 8 días más tarde. Este tipo de erupción que pone en contacto el magma hirviente y el agua es calificado de Surtseyen, según el nombre de la isla de Sursey, en Islandia

Posteriormente, se constata que las fases de intensificación de la erupción presentaban poco riesgo de lahares. Era una suerte, ya que no se disponía casi de opiniones científicas o de material de vigilancia. Cuando el monte Manaro se despertó, y al no tener conocimiento de las erupciones y de los lahares mortales de 1870 y de 1914, los insulares sólo podían improvisar.

### Los insulares se organizan a sí mismos

Desde que la actividad volcánica fue confirmada, el 28 de noviembre, las autoridades del gobierno local presentes en la región y los miembros del consejo de la provincia comenzaron a reunirse, en la sede del gobierno provincial, en Saratamata, al nordeste (ver mapa de peligrosidad), un Comité de Coordinación de Penema para reaccionar ante la catástrofe. Un grupo similar se formó poco después en Walaha, al sudoeste, el Comité de Reacción ante la Catástrofe del Oeste y del Sur de Ambae.

El Comité de Penema comenzó por solicitar la ayuda de un vulcanólogo, luego, implementó una estructura operacional, dio instrucciones a los comités de reacción de las zonas y los distritos, envió las delegaciones a las zonas accesibles por carretera y comunicó por teléfono con Ambae Oeste.

### El momento de evacuar

El primer boletín de los vulcanólogos del gobierno anunció una intensificación de la actividad alcanzando el nivel 2 de Alerta Volcánica de Vanuatu, lo que corresponde en el plan anti-catástrofe de la provincia de Penema, a una «situación de preparación», a diferencia del nivel 3, que impone la evacuación. Sin tener en cuenta el nivel de alerta, el Comité de Coordinación de la Lucha contra las Catástrofes de Penema dio inmediatamente la orden de evacuar en los días siguientes las zonas de riesgo máximo -zonas rojas (ver mapa)- hacia los centros de acogida de las zonas verdes, en las partes este y oeste de la isla. En ocasiones, habitantes de las zonas amarillas, entre los valles rojos, partieron espontáneamente, por miedo de ver su ruta bloqueada más tarde debido a corrientes de lava volcánicas.

La evacuación tuvo lugar en ocho días. Las personas se desplazaron, ya fuera a pie, ya fuese con la ayuda de los transportistas locales. Conductores de taxis y/o de camiones ofrecían sus servicios. Dos barcos fueron enviados por el gobierno central. Diez «centros de seguridad» fueron creados en Ambae Este para albergar a 2370 evacuados y



dos en Ambae Oeste para otros 954. Los servicios sociales estuvieron garantizados por los jefes de Nakamals de los pueblos de acogida.

A pesar de fuertes tensiones, de la superpoblación, de la escasez de los servicios sociales y de las precarias instalaciones sanitarias, la vida en los campamentos no presentó muchos problemas. Alimentos y otros bienes fueron garantizados por las grandes ONG de Vanuatu, las iglesias y las empresas, así como por los pueblos de la provincia de la Penema, de Pentecote, Santo y Vila. La Cruz Roja movilizó personal y recursos para ayudar a los servicios sociales y facilitar la distribución del agua.

Desde el 24 de diciembre, la actividad volcánica había disminuido su intensidad, por lo que la Oficina Nacional de Gestión de las Catástrofes, y otros servicios del gobierno central comenzaron a incitar a los refugiados a regresar a sus casas. Pero el Comité de Penema esperó los resultados de una nueva valoración de los vulcanólogos de Vanuatu y de Nueva Zelanda para declarar, el 29 de diciembre, que ya podían regresar a sus hogares.

El Comité de Coordinación anti-catástrofes de Penema anunció, en ese momento, un repatriamiento escalonado hasta el 3 de enero mediante la transportación local.

En la zona oeste, el repatriamiento comenzó luego de la orden dada por el Comité de Penema, pero muchos de los Nakamals evacuados en la zona oriental prefirieron quedarse allí para festejar al mismo tiempo el fin de la crisis y el Año nuevo.

Miembros de la tripulación de un barco del gobierno de Vanuatu llevan en diciembre alimentos y otras provisiones a los centros de refugio, muchos de los cuales eran casi exclusivamente accesibles en pequeños barcos



## Hacerlo mejor para la próxima

Los comienzos de la operación en noviembre 2005 tuvieron lugar no sin algunas fricciones, aún cuando la cooperación mejoró posteriormente. He aquí algunas lecciones útiles para una futura ocasión:

### Mantener buenas relaciones con las comunidades para garantizar su colaboración con el plan

Algunos grupos de Nakamals rechazaron la evacuación, y algunos comités locales anti-catástrofes nunca funcionaron. Por otra parte, muchos grupos de Nakamals utilizaron zonas designadas por las operaciones de prevención anteriores y no las del plan en curso. En un caso, hubo que improvisar un centro de seguridad para 400 refugiados.

### Apoyar las decisiones locales sin comenzar por criticarlas

El gobierno central delegó en la provincia la responsabilidad de la evacuación. Esta decisión se basaba en el bajo nivel de la amenaza, en los procedimientos habituales en la isla en caso de erupción, y en la certeza de que la gestión de la situación por la provincia exigía sólo un poco de apoyo al plan nacional. A pesar de ello, cuando el comité de coordinación anti-catástrofes de Penema decidió evacuar por precaución, antes de que la alerta alcanzase el nivel 3, las autoridades nacionales y, en una cierta medida, los donantes, criticaron la decisión, abierta o solapadamente. Esta divergencia creó tensiones entre el comité y las autoridades nacionales, porque el Comité Nacional de Prevención de Catástrofes ya había conocido otras erupciones más importantes y más catastróficas durante los últimos cinco años en otras islas, como Lopevi, Paama, Ambrym y Tanna. A causa de este diferendo, la ayuda financiera del gobierno central llegó al comité, solamente, a fines de la operación, aún cuando las personas y los recursos estaban disponibles con anterioridad.

### Reconocer los límites de la autonomía de la comunidad

Los puntos débiles de este enfoque local hubieran sido innegables si la actividad volcánica se hubiese extendido a otras partes de la isla, sobre todo a las zonas verdes. Los comités de gestión hubieran estado amenazados y una segunda evacuación hacia los centros de seguridad fuera de la isla hubiera sido necesaria. No es seguro que los directores de urgencias a nivel nacional hubieran podido enfrentar esta eventualidad.

### Encontrar el punto de equilibrio entre las prioridades locales y nacionales

Las relaciones entre el comité local y las autoridades nacionales fueron aún más confusas debido a la creación inesperada de un comité anti-catástrofes Vila-Ambae, integrado por altos funcionarios de Ambae preocupados por la idea de que el gobierno nacional no se implicara lo suficiente en la ayuda. Este comité logró presionar al gobierno para obtener fondos, pero se excedió en permitirse criticar al mismo tiempo al gobierno y al comité local, lo que molestó a los empleados del gobierno de las otras islas.

### Implementar una gestión eficaz de los medios de difusión

Cogida con pinzas por los medios de difusión locales y extranjeros, la erupción dio lugar a reportajes hostiles y erróneos. Esto atizó aún más los conflictos ya mencionados y llevó al comité local a una reacción excesiva al limitar los contactos mediáticos solamente en la persona del secretario general de la provincia.

Una vez todo el mundo repatriado, el Comité de Penema comenzó, durante el mes siguiente las operaciones de recuperación: limpieza, evaluación de los daños y reflexión sobre las operaciones.

La evaluación oficial de los daños concluyó que las principales pérdidas se debieron a la evacuación y al abandono temporal de los huertos. La interrupción de la preparación de las tierras para los cultivos dedicados a la venta diezmó también los esfuerzos de los habitantes para enfrentar los

gastos de la escolaridad. Si bien el Comité había reservado un presupuesto de 14 millones de vatu (aproximadamente 140 000 dólares) para la evacuación, los gastos reales se elevaron solamente hasta la mitad, gracias a las donaciones de alimentos y otras provisiones, casi todas en especies.

### Los beneficios de una falsa alarma

Este estudio de caso demuestra que una comunidad puede, dentro de ciertos límites, manejar una situación de urgencia. El poblado de Ambae logró evacuar un tercio de su

población por una duración de un mes, gracias sobre todo a su autonomía y a la excelente organización política de esta isla.

El enfoque de participación, estimulado durante los talleres, parece haber jugado su papel en el momento en que la comunidad realizó sus planes de urgencia, perfectamente imbricados en los esfuerzos desplegados por toda la isla, incluso en ausencia de todo programa de carácter oficial.

En cierta medida, la erupción dio lugar a una falsa alarma ya que el peligro real no alcanzó la gravedad esperada. Sin embargo, esta logró movilizar así a la comunidad, enfrentada a una crisis. Este entusiasmo se canaliza actualmente mediante las nuevas iniciativas comunitarias, como la creación en Ambae de un fondo de previsión de catástrofes, la organización de talleres locales de formación colectiva para la gestión de catástrofes, o incluso la idea de prever centros de seguridad fuera de la isla para casos de urgencias más característicos.

Shane J. Cronin<sup>10</sup>, Karoly Nemeth<sup>10</sup>,  
Douglas Charley<sup>11</sup>, Hans Dencker Thulstrup<sup>12</sup>.

*Los autores expresan su gratitud a la New Zealand Foundation for Research Science and Technology al igual que a los jefes de las comunidades de Ambae.*

10. *Solución de riesgos volcánicos, Instituto de Recursos Naturales, Universidad de Massey, Nueva Zelanda*

11. *Departamento de Geología, Minas y de Recursos Hídricos, Port Vila, Vanuatu*

12. *Oficina de la UNESCO para los Estados del Pacífico en Apia, Samoa*



Foto: K. Nemeth  
*Un centro de seguridad el día de su inauguración, 6 de Diciembre 2005, en la zona del Lolowai al nordeste de Ambae. Se mantuvo buen ánimo todo el tiempo, a pesar del hacinamiento y la escasez de agua*

## Mini-laboratorios seducen al Medio-Oriente

Desde hace un decenio, la UNESCO pone en marcha y desarrolla conjuntamente con varios asociados y particularmente el Centro RADMASTE de la Universidad de Witwatersrand, en Africa del Sur, un proyecto mundial que consiste en introducir la metodología de la micro ciencia o mini-laboratorios, en el sistema educativo de los países desarrollados o en desarrollo. Hasta la fecha han sido organizados talleres de formación en 84 países (ver mapa).

Desde hace un año, la UNESCO trabaja en la introducción del proyecto de micro ciencia en el Medio-Oriente, en colaboración con la Organización Islámica para la Educación, las Ciencias y la Cultura (ISESCO). El proyecto ha sido introducido en el Líbano, en Siria, en los Territorios Palestinos y en Jordania. En calidad de coordinadora del proyecto de micro ciencia en la UNESCO, he podido ir al Líbano y a los Territorios Palestinos para asistir a los primeros talleres de formación en Beirut y en Ramallah, en noviembre 2006 y febrero 2007.

La metodología de la micro ciencia propone experiencias prácticas en química, biología y física, a los alumnos de primaria y de secundaria así como a los estudiantes, bajo forma de maletín de micro ciencia con cuadernos de acompañamiento pedagógico. Estos maletines son verdaderos mini-laboratorios, perfectamente seguros en la medida en que los estudiantes nunca utilizan más que una o dos gotas de productos químicos en cada uno de los experimentos. El material que contienen los maletines tiene una buena relación calidad-precio<sup>13</sup>: es en efecto, de pequeño tamaño, reutilizable e irrompible, puesto que es de material plástico y mucho más barato que el material de laboratorio clásico. El empleo de pequeñas cantidades de productos químicos respeta, además, al medio ambiente. Este método contribuye al desarrollo de la reflexión científica en los alumnos y los estudiantes al igual que provee tanto a los países desarrollados como a los países en desarrollo de nuevas herramientas didácticas.

### Primera etapa: la iniciación a la metodología

La iniciación a la metodología comienza por la organización de un taller de formación de dos días, en un país dado, en el



Maestros enseñan a manipular el material miniaturizado, durante el taller en Beirut. Están muy contentos de constatar, a medida que realizan nuevos experimentos que los resultados son comparables a aquellos obtenidos en los laboratorios clásicos



©M. Lioulou/UNESCO

cual participan maestros de secundaria y/o de escuelas técnicas, profesores de las escuelas superiores y de las universidades del país, así como miembros del Ministerio de Educación.

En lo que respecta a los dos talleres en Medio-Oriente, el equipo de ciencias fundamentales de la UNESCO en París, procedió al envío de maletines de micro ciencia; se ocupó de la redacción y de la entrega de las instrucciones prácticas y los cuadernos pedagógicos, así como del envío de expertos internacionales con el fin de explicar la metodología a los participantes y asegurar el vínculo con el Ministerio de Educación. Por su parte, las oficinas de Beirut y Ramallah se encargaron de la organización local de los talleres de formación, a saber la selección del lugar, las invitaciones y el vínculo con los ministerios y las autoridades locales. Los participantes dieron una acogida entusiasta a los dos talleres. En ambos casos, el nivel de los profesores resultó ser muy elevado.

### Ambiente engañoso a mi llegada al Líbano

A mí llegada a Beirut en noviembre del 2006, apenas unos meses después de la firma de la resolución 1701<sup>14</sup> de las Naciones Unidas y el fin de las hostilidades con Israel, la vida parecía haber retomado su curso normal. Nada dejaba entrever la difícil situación en la cual se habían encontrado los libaneses durante el verano 2006. Beirut revivía. La juventud se encontraba omnipresente. Sin embargo, una fuerte presencia del ejército libanés en las calles y las medidas de seguridad existentes traicionaban una real inquietud. Controles rigurosos en personas y vehículos, se realizaban a la entrada del edificio de la UNESCO (procedimiento normal, podría decirse, para los edificios administrativos nacionales e internacionales) pero también en las



Foto: Majdi Haddad

Niños regresan de la escuela en Ramallah

calles, en la entrada de los hoteles, los taxis y todo tipo de vehículo.

Dicho esto, la realización del taller de formación sobre el proyecto de micro ciencia no fue perturbada por nada. Los participantes, fundamentalmente profesores de las diferentes disciplinas científicas de las escuelas secundarias y medias superiores, públicas y privadas, de Beirut, descubrieron en sesión plenaria la teoría de la nueva metodología y luego su práctica, experimentando a escala reducida y utilizando por primera vez los maletines de micro ciencia.



©M. Liouliou/UNESCO  
El taller tiene lugar en un hotel en Ramallah

**Del escepticismo al entusiasmo**

Un poco escépticos al inicio frente a un material mucho más pequeño que el de los laboratorios clásicos y obligados a utilizar muy poca cantidad de productos químicos, estuvieron muy contentos de constatar, a medida que realizaban nuevos experimentos, que los resultados eran comparables a los obtenidos en los laboratorios clásicos.

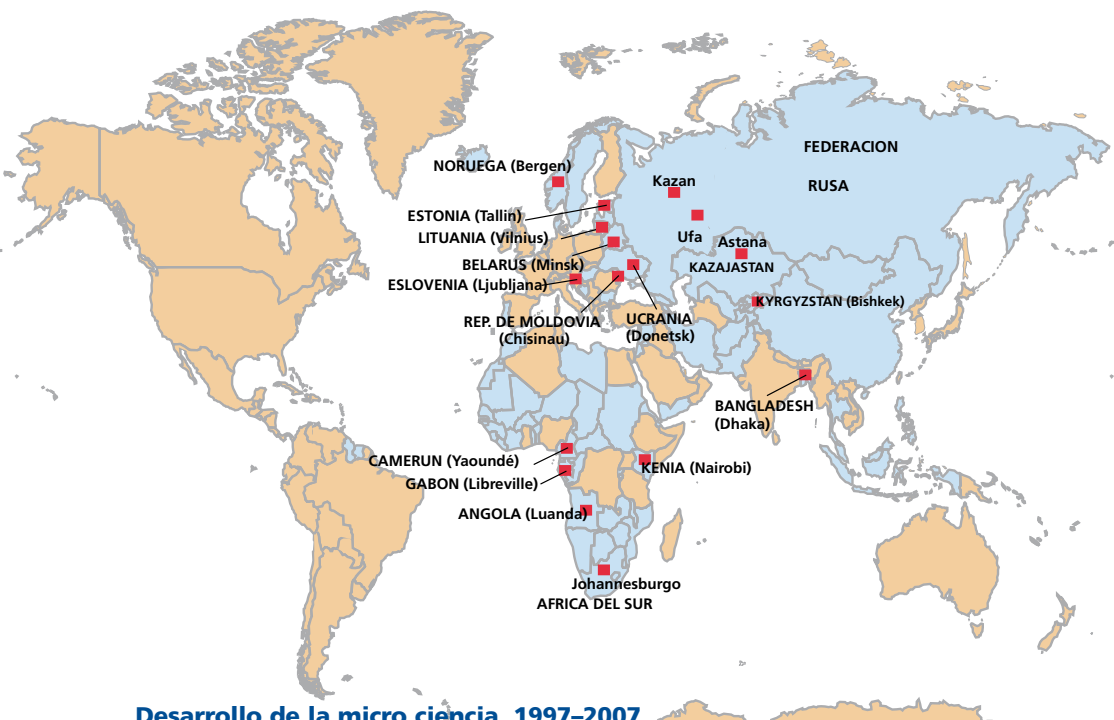
Aunque varias escuelas de Beirut están equipadas con laboratorios clásicos donde los alumnos pueden realizar experimentos en el marco de sus cursos y dentro de los límites del programa educativo del año, los participantes estimaron que este método de experimentación a micro-escala podría ser retomado fácilmente y adaptado en todas sus escuelas.

La metodología resultó susceptible de ser adaptada a los sistemas educativos de todos los países. Bastaría con que el país interesado inscriba en el programa educativo algunos de los experimentos incluidos en los maletines de micro ciencia y/o que se inspire de estos con el fin de crear nuevos experimentos, utilizando por supuesto los maletines.

De esta forma, la buena relación calidad-precio de los maletines, la posibilidad de adaptación de la metodología al sistema educativo libanés, la perfecta seguridad que ofrece este método y la protección del medio ambiente, convencieron a los participantes del real interés del proyecto. Además, dado el costo poco elevado de los maletines, cada alumno podría ser experimentador en vez de espectador pasivo: observar las reacciones, analizar los resultados y sacar conclusiones, ello constituye el tríptico fundamental de las ciencias. Esto apareció como un elemento incontestablemente positivo. Al término del taller de formación, los participantes, provistos de sus maletines, tomaron la decisión de hablar con sus directores de escuela con el fin de que este método sea adoptado en sus establecimientos.

**Finalmente, el taller de los territorios pudo realizarse**

Algunos meses más tarde, en febrero del 2007, la organización de un taller de formación sobre los experimentos de micro ciencia tuvo lugar en Ramallah. Este taller, previsto ya desde principios del 2006, había sido rechazado inicialmente por causa de la difícil situación en la que se encontraba la población palestina y los servicios administrativos de aquella época. Fue entonces reprogramado en el 2007, cuando mejoraron las condiciones locales. Había sido la oficina de la UNESCO en Ramallah quien había evaluado la situación en el lugar y los problemas de transporte entre las distintas ciudades palestinas de Cisjordania antes de dar su aprobación.



**Desarrollo de la micro ciencia, 1997-2007**

**LEYENDA**

- Centros asociados a la UNESCO para Experimentos de Micro ciencia
- Países y territorios donde se realizaron talleres de la UNESCO

## Auto-servicio en Micro ciencia

En el marco del Proyecto Mundial Sobre Experimentos en Micro ciencia, la UNESCO pone en línea gratuitamente módulos pedagógicos a disposición de profesores y alumnos. Este material es concebido de forma tal que pueda adaptarse a las normas de los diferentes programas educativos nacionales. Por el momento solo existe en inglés, pero versiones en otros idiomas como el ruso, el español y el árabe están en curso de preparación y serán propuestas próximamente en el sitio web de la UNESCO.

Los módulos actualmente disponibles en línea son:

### En nivel elemental

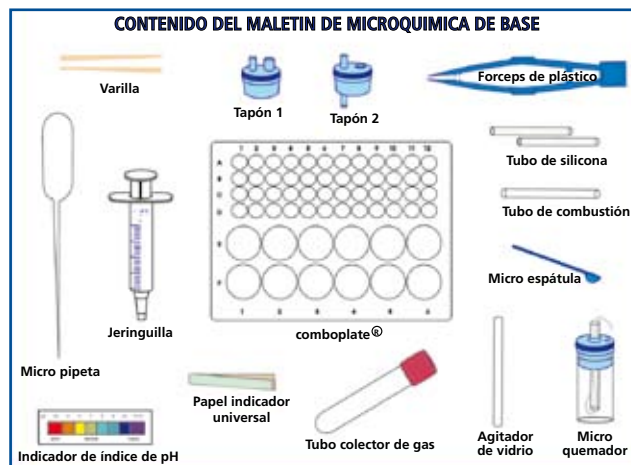
Toda una serie de experimentos relativos al: aire, el suelo, el agua, los ácidos, las plantas, los seres vivos, la electricidad, el magnetismo y el calor.

### En nivel secundario-superior

Química, Micro electricidad, Biología, Experimentos de Química micro eléctrica (manuales distintos para estudiantes y profesores), experimentos de micro ciencia sobre el Medio Ambiente, la calidad del agua y el tratamiento del agua (manuales distintos para estudiantes y profesores).

Los maletines de Micro ciencia necesarios para los experimentos propuestos en los módulos pedagógicos enumerados más arriba, fueron concebidos y elaborados por El centro RADMASTE de la universidad de Witwatersrand de Johannesburgo. El financiamiento es asegurado por la División de Ciencias Fundamentales de la UNESCO y algunos asociados, entre ellos la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, la Organización Internacional de las Ciencias Químicas en desarrollo y la Fundación Internacional para la Educación Científica. Fabricados por Somerset Educational Ltd en África del Sur, los maletines son comprados por la UNESCO quien los utiliza en los talleres de demostración.

Para descargar un módulo: [www.unesco.org/sciencelbes](http://www.unesco.org/sciencelbes); Centro RADMASTE: [beverly.bell@wits.ac.za](mailto:beverly.bell@wits.ac.za); [www.radmaste.org.za](http://www.radmaste.org.za); coordinación UNESCO (en París): [j.hasler@unesco.org](mailto:j.hasler@unesco.org); [m.liouliou@unesco.org](mailto:m.liouliou@unesco.org)



© Centro RADMASTE

fue cosa habitual varias veces en el día. Durante el taller de formación un toque de queda fue decretado en la región de Napluse por causa de las operaciones israelitas en búsqueda de militantes palestinos, de forma tal que este tuvo que comenzar más temprano el segundo

día para que los participantes tuviesen tiempo de regresar a sus casas antes del comienzo del toque de queda.

Luego, fuimos a las Universidades de Birzeit y de Al Qods para un encuentro con los decanos y los profesores. Nos hicieron saber sobre las dificultades cotidianas a las cuales están confrontados los estudiantes y los profesores para desplazarse tanto en el interior como en el exterior del territorio palestino. Según los profesores palestinos, cuando uno de ellos desea viajar al extranjero para participar en un encuentro internacional, debe obtener una autorización israelita, cosa bien poco segura.

En conclusión, el proyecto podría haber encontrado en las universidades palestinas un terreno perfectamente adaptado para un mayor desarrollo. La UNESCO propuso la creación en los territorios de un centro de experimentos de micro ciencia que serviría de proyecto piloto para garantizar el desarrollo de esta metodología en el conjunto de la Cisjordania.

María Liouliou

*Un artículo sobre el papel del centro RADMASTE en el Proyecto Mundial Sobre los Experimentos en Micro ciencia aparecerá en Un Mundo de Ciencia en el 2008.*

*Leer el perfil de un Centro de Experimento de Micro ciencia ya existente, el Camerún, en el número de enero 2003 de A World of Science (en inglés o francés): [www.unesco.org/les/world-of-science](http://www.unesco.org/les/world-of-science)*

13. Un maletín de Micro ciencia cuesta como promedio de 15 a 20 USD

14. La resolución 1701 adoptada por el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas el 11 de agosto del 2006 por unanimidad de sus 15 miembros, expuso las bases para un Arreglo durable del conflicto que duraba ya un mes. Hacía un llamado a la milicia chiíta libanesa Hezbollah a cesar inmediatamente todos sus ataques y a Israel a cesar inmediatamente todas sus operaciones militares ofensivas en el Líbano

## Profesores dan calurosa acogida a la micro ciencia

Entre los participantes invitados al taller de formación de dos días, se encontraban profesores universitarios de las diferentes ciudades de Cisjordania. Estuvieron muy contentos de descubrir la nueva metodología y de realizar experimentos en presencia de expertos internacionales.

A lo largo de la formación, los profesores tomaron conciencia del hecho de que este método, y más precisamente el uso de los maletines de micro ciencia, podían ser de gran utilidad en los establecimientos escolares palestinos que en su mayoría están desprovistos totalmente de laboratorios. Los profesores confesaron que estaban cruelmente desprovistos de metodología y de material de base. Nuestra metodología fue, por lo tanto, valorada como fácil de utilizar, de un buen nivel de seguridad y de una buena relación calidad-precio. El representante del Ministerio de Educación pudo constatar igualmente la gran satisfacción de los profesores.

## Un taller bajo toque de queda

La organización del taller se desarrolló en muy buenas condiciones en un hotel de Ramallah. Los expertos tuvieron que desplazarse todos los días de Jerusalén hasta Ramallah, con el personal de la UNESCO de la oficina de Ramallah, o sea un trayecto de 45 minutos, para una distancia de 15 Km todos los días. Pudimos así darnos cuenta de las dificultades del tránsito debido a los numerosos puntos de control, durante el paso del muro de separación. La verificación de los documentos de identidad



Un policía dirige el tránsito en el centro de Ramallah

©Madjid Hadid

