



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la educación,  
la ciencia y la cultura

Megaciudades del futuro, p. 2

# Un Mundo de **CIENCIA**

Boletín trimestral  
de información sobre las  
ciencias exactas y naturales

Vol. 6, No. 4  
Octubre – diciembre 2008

## SUMARIO

### ENFOQUES ...

- 2 Megaciudades del futuro

### ACTUALIDADES

- 11 Benin acoge el Campus Virtual Africano
- 11 La UNESCO nombrada para el CMAST
- 12 Polonia distingue al arquitecto de un Instituto de biología molecular
- 12 UNCLOS concede tiempo a los países para tomar aliento
- 13 Kanawinka se une a la Red mundial de geoparques
- 13 Presentación del Proyecto europeo sobre la acidificación del océano
- 14 Inicio de GRAPHIC-África
- 14 Unas maravillas geológicas ingresan en el Patrimonio Mundial

### ENTREVISTA

- 15 Patricia Glibert explica por qué los científicos rechazan la fertilización del océano mediante la urea

### HORIZONTES

- 17 El conocimiento de los Mayangna en el corazón de Mesoamérica
- 20 Un paraíso geotropical

### BREVES

- 24 Agenda
- 24 Nuevas Publicaciones

## EDITORIAL

### No hay **talla única** para todos

**D**el 15 al 18 de septiembre, las poblaciones indígenas ocuparon la primera plana en la UNESCO. La sede de la organización en París recibía a la vez la primera visita oficial del Foro Permanente de la ONU Sobre las Cuestiones Indígenas y la reunión anual del Grupo Interagencial de Apoyo Sobre las Poblaciones Indígenas, en las que participaban 20 agencias y programas de las Naciones Unidas. Un año después de la histórica adopción de la *Declaración de los Derechos de las Poblaciones Indígenas* por la Asamblea General de la ONU, el Grupo de Apoyo estaba en París para deliberar sobre un verdadero desafío: cómo integrar la cultura y la identidad al desarrollo.

Desafío es la palabra exacta, pues la dimensión cultural aún ocupa un pequeño lugar en la planificación y la puesta en marcha del desarrollo. La carrera por lograr los Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM) de aquí al 2015 sirve de argumento a aquellos que defienden el principio de una «talla única», cosa que las comunidades Mayangna de la Reserva de Biosfera de Bosawas descubren hoy.

Agricultores de tierras quemadas, cazadores y pescadores, los Mayangna viven en el corazón del Corredor Biológico Mesoamericano. Como veremos en este número, son incomparables conocedores de la ecología de sus territorios, así como intrépidos defensores del bosque pluvial que constituye su hábitat. Pero los éxitos obtenidos hasta ahora para poner fin a la tala en los márgenes de sus territorios corren el riesgo de durar poco si los esfuerzos actuales de desarrollo continúan.

Denominado Cero Hambre, el programa nacional de desarrollo busca ayudar a los campesinos nicaragüenses. Lamentablemente, con las mejores intenciones, también se envían vacas, cerdos y pollos, hasta lo más recóndito de los territorios Mayangnas con el fin de crear granjas modelos. Además del rompecabezas logístico del transporte de ganado en camiones y barcos hacia localidades alejadas y la incompatibilidad de estos animales con la vida en los bosques tropicales –muchos no sobrevivieron– el programa estimula la tala de árboles en la zona núcleo de la Reserva de Biosfera y el corazón del Corredor Mesoamericano, para crear zonas de pastos.

¡Triste paradoja! En nombre de la seguridad alimentaria, este programa de desarrollo estimula la tala y compromete otro ODM, la preservación del medio ambiente. Además, fuerza a los Mayangna a abandonar un modo de vida que desde hace siglos mantiene a su cultura y a este frágil ecosistema.

Esfuerzos tan desafortunados están en práctica en todo el mundo, allí donde el desarrollo persiste en ignorar las necesidades específicas de grupos minoritarios u autóctonos. Deseosos de integrar la cultura y la identidad en el desarrollo, el Grupo Interagencial de Apoyo redactó las *Directrices sobre los asuntos de los pueblos indígenas del Grupo de las Naciones Unidas para el Desarrollo*, distribuido en febrero de 2008 a los Equipos de Países de las Naciones Unidas. Su mensaje es claro: tener en cuenta escrupulosamente las opiniones de los pueblos indígenas es la condición *sine qua non* para que el desarrollo se haga en provecho y no en detrimento de aquellos a quienes se supone deba servir, como a los Mayangna.

W. Erdelen  
Subdirector General para las ciencias exactas y naturales

# Megaciudades del futuro

La mitad de la humanidad vive actualmente en ciudades y aproximadamente uno de cada diez ciudadanos en una megaciudad. Hace treinta años, sólo tres ciudades contaban con 10 millones de habitantes o más, la definición de la megaciudad: México, Nueva York y Tokio. Actualmente, otras 17 se han sumado a sus filas y otras más se acercan a este umbral.

Ciudades tan lejanas unas de otras como Yakarta, Lagos, Manila, Mumbai, Bangkok, Nueva York, Osaka-Kobe, Río de Janeiro, Sao Paulo y Shanghai tienen al menos un punto en común: están concentradas sobre amplias bandas litorales.

Otras, en sus intentos de expansión, se enfrentan a obstáculos naturales como cadenas de montañas, volcanes o líneas de fallas, o bien al desarrollo indispensable de una agricultura periurbana y de cinturones verdes.

Las megaciudades carecen cada vez más de espacio, y el precio de los terrenos está por las nubes. Llegará el día en que se verán obligadas a utilizar más racionalmente el espacio de que disponen. Los arquitectos querrán construir cada vez más, no sólo hacia lo alto sino también hacia lo profundo. Es más costoso a corto plazo, pero mucho más sostenible a largo. Planificar la megaciudad del mañana, uno de los diez temas del Año Internacional del Planeta Tierra, exigirá la capacidad de proyectarse hacia el futuro. Toda la ciencia de los geocientíficos y de los geógrafos será necesaria para lograr que la vida en las megaciudades del mañana sea confortable, sostenible y segura.

Las Naciones Unidas prevén, en su escenario medio, que 9,2 miles de millones de personas vivirán en nuestro planeta de aquí al 2050. Después, la población deberá mantenerse más o menos constante hasta el 2300, por lo menos. Del 2010 al 2030, prácticamente todo el aumento de la población se concentrará en las ciudades.

Ya hoy, la «megapolización» acentúa la competencia por el espacio, sobre todo en los costosos centros de ciudad, donde proliferan los rascacielos. No es siempre fácil extender la construcción hacia el exterior, ya que ésta se enfrenta a límites físicos como el mar o la montaña. Evidentemente, las ciudades pueden cavar túneles bajo la montaña, pero ello exige una sabia ingeniería. Asimismo pueden extender sus límites hacia el mar haciendo dragar sus tierras, pero ello implica el riesgo de

modificar el sistema de las corrientes marinas y producir, en un futuro, la erosión de las costas.

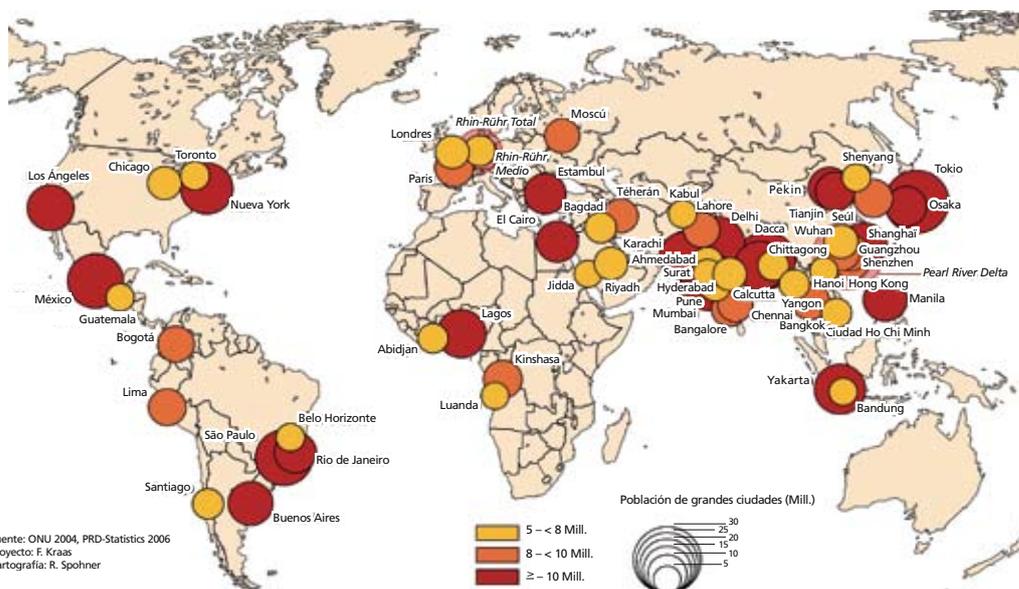
Además no todos los sitios se prestan para la construcción, como lo descubrió, a su propio pesar, la ciudad japonesa de Kobe. Durante el terrible sismo de enero de 1995, la mayoría de los daños afectaron el centro de la ciudad, construido sobre una roca poco resistente, y las tierras del puerto ganadas al mar. Bajo el efecto de las sacudidas, el terreno se transformó en lodo, y los edificios cayeron. El epicentro del sismo se encontraba apenas a 20 km al suroeste de la ciudad.

Entre los lugares considerados como no aptos, citemos aquellos cercanos a líneas de fallas, pero también las llanuras de inundaciones, terrenos de riesgo de subsidencia y las pendientes endeblés. La presencia de geocientíficos es indispensable



Una ciudad del año 2100, tal como la imagina un artista

Imagen: Eduardo de Villeda y Reel Swart



Las más grandes metrópolis de hoy. Entre 2005 y 2030, las Naciones Unidas prevén un crecimiento rápido de la población, que alcanzará como promedio, 2,2% por año en las zonas urbanas de las regiones menos desarrolladas. A fines de los años 2030, Asia estará a la cabeza seguida por África, en relación con el número de ciudadanos: más de siete de diez ciudadanos mundiales serán africanos o asiáticos. América Latina, ya muy urbanizada (77% en 2005), alcanzará probablemente 84% en 2030. Las ciudades que deberían sobrepasar los 8 millones de habitantes de aquí al 2015 son sobre todo Chennai (India), Teherán (Irán), Wuhan (China), Kinshasa (RDC), Lahore (Pakistán) y Lima (Perú). El crecimiento demográfico será más rápido entre 2010 y 2015 en Kinshasa (4% como promedio anual), Lahore (2,8%) y Chennai (1,9%). Las poblaciones de Londres (8,5 millones), de París (9,8 millones) y Seúl (9,5 millones), deberían mantenerse estables

Fuente: ONU 2004, PRD-Statistics 2006  
 Proyecto: F. Kraas  
 Cartografía: R. Spohner

para evaluar la calidad de un sitio para construcción desde las primeras etapas de la planificación, y si es posible desde la selección del terreno. Estos expertos pueden igualmente participar en la identificación de terrenos apropiados, en el marco más amplio de un plan director de ocupación de los suelos.

Desde el punto de vista geológico, los mejores lugares (y los menos costosos) para construir ciudades son aquellos donde aflora una roca dura (el sustrato rocoso) como las que se encuentran en Helsinki (Finlandia), una parte de París (Francia), en Hong Kong (China) y en Madrid (España). El sitio debe tener una elevación de al menos 15 m por encima del nivel del mar, donde el agua dulce subterránea es abundante y su recarga satisfactoria. El sitio debería, evidentemente, estar alejado de las grandes zonas sísmicas y volcánicas.

Por supuesto, muchas de las ciudades actuales han «heredado» históricamente su emplazamiento. Cuando con el transcurrir de los siglos los obstáculos naturales dificultan su expansión, estas se han visto obligadas a crecer hacia arriba como en Nueva York.

### Descender bajo la tierra

El espacio donde construir se reduce, hasta para los rascacielos. La población urbana, sobre todo de los países más industrializados, deberá pasar más tiempo en el subsuelo. En Seúl (Rep. de Corea) o Montreal (Canadá), una gran parte de la población ya pasa muchas horas al día en oficinas y centros comerciales subterráneos, espaciosos y luminosos.

Las técnicas de excavación y de prospección, hoy menos costosas, más seguras y más rápidas, asistidas por modelos perfeccionados del subsuelo en tres dimensiones (3D), van a facilitar la extensión del espacio urbano subterráneo. Antes de

la segunda mitad del siglo, el acondicionamiento del subsuelo podrá constituir una de las más grandes tendencias del desarrollo humano. Ello no significa que la población deberá vivir en apartamentos subterráneos, pero es perfectamente previsible que más de uno de cada cuatro ciudadanos trabaje, se desplace y pase su tiempo libre bajo tierra antes del fin del siglo.

De hecho, la construcción subterránea no es una novedad. En el Irak de hace 14 siglos, los primeros colonos árabes construyeron, bajo tierra, casas que alcanzaban tres pisos, no sólo para protegerse del calor sino también de las tribus hostiles.

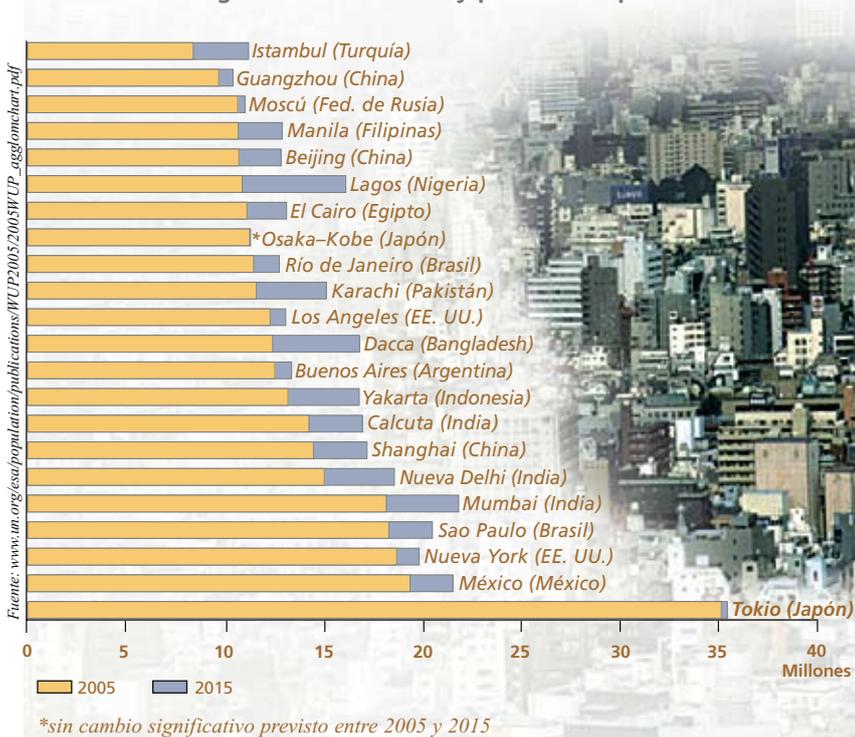


© F. Kraus

Construcción de la red de transporte público subterráneo de Guangzhou, China, en marzo 2008

En la segunda mitad del siglo XIX, la construcción de túneles se impuso con el fin de desarrollar rápidamente la red de ferrocarriles en regiones montañosas. Al mismo tiempo, la falta de espacio obligó a algunas ciudades como Nueva York, París y Londres a implementar sistemas de transporte públicos subterráneos, los que fueron imitados más tarde por otras ciudades.

### Población de megaciudades en 2005 y previsiones para el 2015



### Ciudades subterráneas

La decisión de dar mayor preferencia a la construcción de un centro comercial subterráneo que a uno de superficie la determinan frecuentemente diversos factores: la proximidad, por ejemplo, de edificios muy altos o la existencia de infraestructuras subterráneas como las del transporte público. Otro factor es el precio exorbitante del terreno en superficie en el corazón de la ciudad.

El deseo de escapar del frío en el invierno y del calor en el verano en aras de economizar la energía puede ser otra motivación. La concentración de diversos servicios en diferentes niveles subterráneos evita grandes desplazamientos. Las redes subterráneas de transportes públicos reducen por otra parte el uso del automóvil individual, lo que limita la contaminación y la obstrucción de las calles. Las ciudades subterráneas tienen aún otros atractivos desde el punto de vista del gasto de energía. La temperatura del aire se mantiene más o menos constante, aumentando muy ligeramente con la profundidad. A tres metros de la superficie,

## La tensión aumenta en Yakarta

El sector de la aducción del agua y de los alcantarillados de Yakarta es uno de los más deficientes de Asia, según el Banco Mundial. Apenas más de la mitad de los habitantes de la ciudad están conectados a la red, y aún así, se les aconseja siempre hervir el agua.

Para mejorar este sector de actividad, el gobierno indonesio ha adoptado una estrategia que vincula la participación del sector privado con la reforma de la ley sobre el agua. Promulgó una reforma liberal que incluye la nueva ley sobre el agua, objeto de controversias, pero apoyada por el Banco Mundial como condición de financiamiento. La nueva ley establece que los derechos de distribución del agua son negociables y que el agua es un bien mercantil. Algunas ONG y asociaciones de la sociedad civil han lanzado campañas y procesos contra esta ley, argumentando que el agua es un derecho humano.

En enero de 1998, un contrato de una duración de 25 años fue firmado con dos multinacionales que se comprometieron a mejorar la calidad del agua y a movilizar las finanzas internacionales con el objetivo de extender la red hasta las periferias pobres. No se hizo llamamiento de ofertas públicas. La Thames Water Internacional (británica) y la compañía (francesa) Suez-Lionesa de las aguas sometieron directamente al gobierno sus proposiciones, aliándose a dos sociedades privadas locales miembros de dos importantes grupos indonesios: el Salim Group, dirigido por Bob Hassan, un asociado del expresidente Suharto, y el Sigit Group, dirigido por Sigit Harjojudanto, primogénito del mismo Suharto. La Thames PAM Jaya obtuvo los derechos exclusivos para hacer funcionar y administrar el sistema actual de aducción del agua en la parte este de la ciudad, para aprovisionar a 2 millones de consumidores de un total potencial de 5 millones. La filial Palyja de la Lionesa de las aguas obtuvo el contrato para la parte oeste de la ciudad, donde vive un número un poco más elevado de potenciales consumidores.

### Indonesia se hunde en el caos

Algunos meses más tarde, los motines, la demisión de Suharto y la severa devaluación de la rupia llevaron el país al caos. Frente a las protestas populares contra el alza de los precios de los alimentos básicos y de la gasolina, la municipalidad rehúsa el aumento de la tarifa del agua que hubiera compensado la devaluación de la moneda. Los administradores locales denunciaron los contratos que les ligaban a las dos multinacionales, para ver finalmente cómo el gobierno federal los restituía en sus funciones debido a las presiones diplomáticas y ejecutivas. Los concesionarios privados retomaron el servicio luego de haber, discretamente, abandonado a sus socios indonesios, estigmatizados por sus vínculos con el expresidente Suharto.

El gobernador de Yakarta no estaba dispuesto a aplicar el aumento de las tarifas acordado con los concesionarios debido a la agitación popular. Las recaudaciones decayeron a partir de 1998. PAM Jaya, el servicio municipal de las aguas, asumió el riesgo y se endeudó cada vez más con las sociedades privadas. En septiembre 2003, el déficit acumulado alcanzaba los 990 mil millones de rupias (aproximadamente 97 millones de dólares). Con los aumentos anuales de tarifas negociadas a menos de 10%, PAM Jaya necesitará aún mucho tiempo para poder rembolsar lo que falta.

Al mismo tiempo, los concesionarios privados provocan el descontento al reclutar empleados con salarios más altos que los de PAM Jaya. Los empleados privados se quejaron, en cuanto a ellos, de la severidad del derecho al trabajo y de la debilidad de las sanciones de la que disponían contra los malos resultados de los empleados. Hacia mediados del año 2000, las relaciones en el seno de la empresa se deterioraron seriamente.

### Replanteamiento a la baja de los objetivos

En 1998 las dos multinacionales se habían comprometido en abastecer de agua potable al consumidor, antes de finales del 2007 y realizar una cobertura completa de la ciudad, antes del 2023. Estos objetivos han sido, entretanto, revisados minuciosamente desde abajo. Es cierto que la cobertura de los servicios ha aumentado desde entonces, pero el campo de acción de los dos concesionarios permanece muy por debajo del objetivo inicial. Más del 80% de los convenios con la red ha ido a las familias de ingreso promedio o superior, que pagan tarifas más elevadas. Así, el establecimiento de los nuevos convenios no ha favorecido sistemáticamente a los pobres y ello ha alimentado aún más las protestas de los consumidores y los intentos de procesos a los servicios municipales.

Esta situación es heredada, en cierta medida, del modo de gestión del sector público, caracterizado por la falta de voluntad de los responsables municipales para llevar el agua hasta las periferias pobres, por miedo a obtener de ello escasas ganancias. Se debe igualmente a una política de tarifas, implícitamente anti-pobres, que hace que la tarifa del agua en las fuentes públicas –utilizadas por las familias pobres y los pequeños comerciantes de agua– es más elevada por unidad de volumen que la reservada a las casas particulares, lo que hace disminuir las ganancias desde el momento en que una familia pobre pasa a formar parte de la red.

Esta herencia, del tiempo en que el sector público rehusaba conectar a la red las familias pobres, ha sido sencillamente retomada por los concesionarios privados. Durante los cinco primeros años de la concesión, solamente el 25% de los nuevos convenios concernían a las dos escalas inferiores de la tarifa, en una ciudad donde la mayoría de los habitantes pertenece a las categorías de ingreso medio a inferior e inferior. Actualmente, los consumidores pobres no están entusiasmados con pertenecer a la red ya que ello pudiera costarles más caro que el hecho de recurrir a otras posibilidades, como las aguas subterráneas o la compra de agua a los pequeños comerciantes.

Los que critican la privatización estiman que las compañías privadas no sabrían abastecer a los pobres y obtener ganancias al mismo tiempo. Para ello, citan casos de revueltas populares en muchos países que

han culminado a veces con la anulación de los contratos por los gobiernos, como en La Paz y Cochabamba en Bolivia, o en Manila, Filipinas. En ocasiones, el sector privado ha renunciado a sus contratos, incluso de forma voluntaria, al constatar que las posibilidades de perder eran mayores que las de obtener ganancias. Así, la Thames Water se retiró de Yakarta. Los defensores de la privatización estiman que las infraestructuras y las inversiones de aducción del agua son proyectos a largo plazo que exigen dejar pasar un número considerable de años antes de poder emitir un juicio definitivo sobre las concesiones de abastecimientos de agua por el sector privado. Teniendo en cuenta el apoyo sostenido brindado por las instituciones financieras internacionales, y la vehemencia de las críticas de la sociedad civil, este debate –y los conflictos de la privatización de las aguas urbanas– durarán aún mucho tiempo.



Inundación en Yakarta luego de una rotura de las canalizaciones debido a las fuertes lluvias

Este estudio de caso de Karen Bakker está extraído de *Urban Water Conflicts*, publicado en 2006 por el Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO. Entre las otras megaciudades analizadas se encuentran Buenos Aires, Chennai, Delhi, México y Sao Paulo: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001490/149032E.pdf>; [a.tejada-guibert@unesco.org](mailto:a.tejada-guibert@unesco.org)

esta se estabiliza entre 10 y 15°C, por lo que es necesario menos energía para la calefacción o el enfriamiento que en la superficie, donde la temperatura puede alcanzar extremos de calor (47°C en Nueva Delhi) y de frío (-40°C en Québec, Canadá), y variar considerablemente según los períodos del año.

El costo de la construcción entra en juego también. En el subsuelo, la estética tiene poca importancia ya que no hay fachadas que admirar. El exterior de la construcción no necesita, por ello, ningún mantenimiento regular. Si se aplicara la duración de la amortización –más larga y realísticamente– al cálculo en el tiempo del valor del deterioro de una construcción, la comparación de los gastos daría ventaja a la construcción subterránea.

La construcción subterránea en o cerca de una pared de roca dura podría, igualmente, constituir el mejor medio de frenar los riesgos sísmicos. Por el contrario, depósitos de roca móviles en capas espesas pueden imprimir una fuerte aceleración a las ondas sísmicas y contribuir al hundimiento de edificios en la superficie. Por citar un ejemplo, los barrios de Roma (Italia) construidos sobre rocas sólidas han sobrevivido a varios grandes sismos, pero no así los barrios bajos situados en los valles de sedimentos móviles.

Un problema que puede crearse en las ciudades es la presencia de un manto freático. Una buena parte del país bien llamado Países Bajos se sitúa por debajo del nivel del mar. En numerosas ciudades holandesas el manto está muy cerca de la superficie. Esto puede dañar seriamente la construcción subterránea. En otras ciudades, el nivel puede ser más alto en algunos barrios solamente, como en Londres sobre el Támesis.

En ese caso, hay que evitar dos peligros si se quiere cavar o perforar túneles en el centro de la ciudad: la subsidencia, que amenaza a veces a los edificios históricos, o bien los túneles que pueden ponerse a flotar bajo el empuje de las aguas subterráneas. Se puede impedir el primer peligro efectuando un bombeo controlado y temporal en las fosas del sitio en construcción y vigilando estrechamente los edificios vecinos. En cuanto al «despegue» de los túneles, se puede controlar normalmente vertiendo una masa de materiales en los niveles profundos donde comienzan a aflorar las capas de sedimentos o de rocas sólidas y creando pesados pisos de hormigón que aportan peso a la construcción.

Desde el principio de siglo, la construcción subterránea se desarrolla rápidamente. Sobre todo en China: en Beijing, el espacio construido en subterráneo avanza un 10% por año y sucede igual en Shanghai. Actualmente 30 km<sup>2</sup> de Beijing se sitúa en subterráneo y la cifra alcanzará 90 km<sup>2</sup> de aquí al 2020. La ciudad subterránea de Beijing fue construida en 1969 como laberinto de refugios contra eventuales incursiones



*Durante siglos, los Halles eran el mercado de alimentos más importante de la ciudad. A principios de los años 1970 fue transferido a las afueras de París y los Halles se convirtieron en un punto de convergencia en el corazón de la ciudad para la red ferroviaria subterránea que se extiende hasta la periferia. Allí fue construido un centro comercial parcialmente subterráneo con restaurantes y cines*

aéreas en los momentos más fuertes de las tensiones chino-soviéticas. Al no utilizarse nunca para ese fin, la mayor parte de la red se convirtió en lo que actualmente son comercios y centros de negocios, teatros e incluso, en un vasto mercado subterráneo.

En Montreal, 40 km de espacios subterráneos se suceden en tres niveles, conectados mediante ascensores, y grandes espacios libres permiten ampliamente penetrar la luz del día a través de vidrios instalados en el techo.

Para construir en subterráneo de forma sostenible, es indispensable tener tanta información como sea posible sobre el subsuelo. Las condiciones son muy diferentes según se trate de roca dura o de sedimentos móviles y saturados de agua. Por otra parte, una roca dura pero fragmentada en una zona de falla frágil, en caso de terremoto se comportará de forma muy diferente

de la de un banco de granito sólido.

Un estudio geológico puede revelar la presencia de grandes rocas revestidas por capas de arena. Estas, probablemente depositadas en los límites del hielo durante una glaciación, pueden causar daños a las excavadoras de túneles que intentan acceder al subsuelo.

Una buena gestión del subsuelo de la ciudad exige prever salidas de emergencia en caso de incendios, conductos de aeración confiables para garantizar la calidad del aire, etc. Los conocimientos geocientíficos pueden constituir un aporte esencial.

Estamos en vías de convertir el subsuelo en «transparente». Los sistemas de información geográfica (SIG), las técnicas de modelización, y los métodos geofísicos brindan una imagen mucho más fiel de las propiedades y de la estructura del subsuelo que antes. La construcción subterránea exige mucho más conocimientos esenciales que la construcción hacia arriba, incluidos los que respectan a sus cimientos.

### Las ciudades que se hunden

¿Cuál es el punto común entre las ciudades siguientes: Ámsterdam, Bangkok, Dacca, Yakarta, Shanghai y Venecia? Respuesta: todas están situadas sobre deltas y todas se hunden en el suelo. Los deltas están generalmente constituidos por capas relativamente móviles como las arcillas, las arenas suaves o la turba, que no pueden soportar edificios pesados, por lo que hay que cavar los cimientos. Es necesario enterrar «pilotes fundidos» en la arena, a veces profunda y firmemente, como se hizo en Ámsterdam, Dubai y Bangkok.

La ingeniería puede remediar la debilidad de los cimientos naturales. Puede también remediar la subsidencia de los terrenos que ceden tras una sobrecarga de peso desigualmente repartido en la superficie a causa de la construcción de grandes

## Los islotes de calor urbanos

Algunas megaciudades del mundo retienen tanto calor en las aceras de hormigón, calles asfaltadas y edificios de ladrillos que las calles se mantienen calientes largo tiempo luego de la puesta del sol. También existen otros factores, como el aire caliente expedido por los aires acondicionados y por los refrigeradores o los motores de automóviles, que hacen aumentar la temperatura. En sólo algunas décadas, este fenómeno de islote de calor urbano ha hecho elevar la temperatura de algunas ciudades del mundo, igual que si se tratase de un siglo.

### Mantener su frescor

En estos últimos años, los científicos de la NASA han utilizado satélites para estudiar el efecto del islote de calor en México, Nueva York y otras megaciudades (*sur Sao Paulo ver pág 8*). Según ellos, este recalentamiento tiene como consecuencia, entre otras, multiplicar las tormentas bajo el viento de esas ciudades.

En el verano de 2002, Stuart Affin, de la Universidad de Columbia (Estados Unidos) y sus colegas\* utilizaron los datos de temperatura obtenidos por satélites, los mapas de superficie del conjunto de una ciudad y los datos meteorológicos, además de un modelo de clima regional, para determinar las mejores estrategias de enfriamiento de la ciudad de Nueva York. La comparación de las imágenes satélites demostró que, allí donde la vegetación era densa, la temperatura era más baja. En consecuencia, los islotes de calor urbanos eran más intensos allí donde había poca o ninguna vegetación ya que la evaporación de la humedad emitida por el suelo y las plantas refresca el aire.

### Si usted no soporta el calor, tenga un jardín suspendido

Durante este estudio, Gaffin constató que los techos de color claro eran menos eficaces que las plantas para refrescar las ciudades. «Al reflejar la luz del sol, (los techos de color claro) pueden cuando más, evacuar una buena parte de la luz hacia los edificios de los alrededores, calentando aún más al vecindario. Pero en verdad, no envían la luz lejos de la ciudad. Y en invierno, los techos claros refrescarán innecesariamente los edificios, lo que aumenta la necesidad de calefacción».

Aunque el equipo de Gaffin concluyó que la vegetación era la mejor forma de refrescar una ciudad, muchas megaciudades conocen un crecimiento tan rápido, en un medio donde el terreno es tan caro, que ni los cinturones verdes ni los parques constituyen una prioridad para los urbanistas. Se puede prever también dobles alineaciones de árboles en las avenidas y jardines en las terrazas. En Tokio, donde el verano deviene cada vez más tropical\*\*, el pedido de jardines de terraza ha aumentado constantemente en estos últimos años.

### Buscadores de calor bajo tierra

Al pensar en el recalentamiento global, se tiende a imaginar solamente la superficie de la tierra. Ahora bien, si añadimos a este, el efecto de islote de calor urbano, podrá penetrar hasta más de 100 m bajo tierra. El problema incluirá entonces a las aguas subterráneas, ya que su calidad puede sufrir una alteración geoquímica y geomicrobiana bajo el efecto de elevación de la temperatura interna. Este riesgo fue estudiado con ayuda del proyecto de la UNESCO sobre la Evaluación de los Recursos en Aguas Subterráneas que sufren las Presiones ejercidas por la Actividad Humana y los Cambios Climáticos (GRAPHIC).

En agosto del pasado año, tres científicos japoneses publicaron un estudio comparado sobre los Efectos Acumulados de la Urbanización y del Recalentamiento

Global basados en la temperatura interna de cuatro ciudades de Asia: Tokio y Osaka en Japón, Seúl en República de Corea y Bangkok en Tailandia. Estas tienen la particularidad de « haberse urbanizado rápidamente durante el pasado siglo, sobre todo, después de la Segunda Guerra Mundial». Todas, excepto Seúl, están situadas al lado del mar y poseen las mismas características geológicas.

Como punto de partida, Makoto Taniguchi y Karen Jago-on, del Instituto de Investigaciones de Kyoto sobre la Humanidad y la Naturaleza (*Research Institute for Humanity and Nature*) y Takeshi Uemura, de la Graduate University for Advanced Studies de Kanagawa, leyeron trabajos que confirman una elevación de, aproximadamente, 0,5° de las temperaturas mundiales, atmosféricas y de superficie, durante el pasado siglo. Esto representaba mucho menos que el recalentamiento observado en la superficie de las cuatro ciudades estudiadas durante el mismo periodo de 100 años: Tokio (2,8°C), Seúl (2,5°C), Osaka (2,2°C) y Bangkok (1,8°C).



El centro de Nueva York (USA)

Los científicos analizaron las medidas de temperatura obtenidas durante los últimos 15 años en prospecciones subterráneas, y luego sacaron el promedio para cada una de las cuatro ciudades. Como las mencionadas prospecciones existían desde antes de los años 1980, los datos de temperatura obtenidos representaban los de las aguas subterráneas circundantes.

### Cavar profundo para remontarse en el tiempo

Al precisar la profundidad en la cual la temperatura del hueco se alejaba de la norma (el perfil lineal de la temperatura estimada en profundidad, llamado gradiente

térmico estable), los científicos han podido verificar en qué medida, durante el curso de la historia propia a cada una de las ciudades, la urbanización había comenzado a elevar la temperatura de la ciudad. Ello, debido a que el calor se conserva durante mucho más tiempo, bajo la tierra que en su superficie. Esta profundidad se establecía, aproximadamente, a 140 m para Tokio, 80 para Osaka y 50 para Seúl y Bangkok respectivamente, lo que significa que la urbanización de Tokio había influido en su temperatura desde hacía mucho más tiempo que la de las otras tres ciudades, menos grandes.

El estudio del efecto del calor emitido por las zonas urbanas sobre la temperatura interna no está muy difundido, y los datos de temperatura obtenidos bajo la superficie han sido escasamente interpretados para fechar el comienzo de la urbanización. Este estudio realizado en Asia representa el primer intento por evaluar el fenómeno a escala regional, aún cuando otros estudios han sido efectuados por separado para algunas ciudades de Europa y Asia.

*El estudio de caso descrito aquí será publicado el año próximo por el proyecto GRAPHIC en Groundwater and Climate Change. Ver también páginas 14 y 24.*

*Para leer el estudio de M. Taniguchi y coll.: [www.vadosezonejournal.org](http://www.vadosezonejournal.org) (vol 6, N°3, agosto 2007); contactar al autor principal: [makoto@chikyu.ac.jp](mailto:makoto@chikyu.ac.jp)*

\* Ver: [www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2005/nyc\\_heatisland.html](http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2005/nyc_heatisland.html)

\*\* En el New York Times en agosto 2002, James Brooke citaba a Takehiro Mikami, Profesor de climatología en la Universidad metropolitana de Tokio, cuando decía que el número de noches tropicales de verano en Tokio había pasado, en pocos años, de 0 a 30-40. El mismo prevé que pasaría, en pocos años, a 50-60 cada verano de aquí al 2010. Por su parte, el entomologista médico Matsuo Kobayashi observaba que el área de un mosquito vector del dengue había avanzado hasta 100 km al norte de Tokio

edificios de diferentes alturas. Las técnicas de ingeniería nos permiten construir incluso encima del agua, pero ¡a qué precio!

Antes de construir se comienza por medir el terreno, tomar las muestras y reunir todas las informaciones sobre la composición y la estructura del subsuelo. El resultado de estas investigaciones proporciona los datos para el establecimiento de un modelo confiable del subsuelo. Luego, el modelo sirve para concebir la construcción que culminará en un plan de cimientos apropiado.

Añadir varios pisos bajo un rascacielos aumenta normalmente su estabilidad. Estas construcciones subterráneas pueden estar conectadas entre ellas, por ejemplo, en el interior de una red de

transporte (metro) y de galerías comerciales, de forma que cree una vasta infraestructura de hormigón. Una red tal de hormigón puede contribuir a fortalecer la estabilidad del subsuelo de la ciudad al repartir la carga de manera más equilibrada, sobre un área más extendida. La utilización de los pilotes será, sin embargo, indispensable, sobre todo en las zonas sujetas a terremotos y en las que no reposan sobre un sustrato de roca dura.

En 2003, el *China Daily*<sup>1</sup> señalaba que el gobierno central había comenzado a construir dos redes de vigilancia de la subsidencia de la superficie, tras un estudio geológico que indicó que 46 ciudades chinas se hundían debido a un bombeo excesivo de las aguas subterráneas. En algunos casos, la construcción de

edificios de gran altura agravaba la situación ejerciendo una presión excesiva sobre el subsuelo.

En Shanghai, por ejemplo, la subsidencia provocó el hundimiento de la línea N° 4 del metro a orillas del río Huangpu, en julio 2003, causando la inclinación de varios edificios vecinos. Yan Xuexin, ingeniero en jefe adjunto del Instituto de Investigación Geológica de Shanghai, declaró al *China Daily* que, «las variaciones de altura y localización de los rascacielos ejercen una presión desigual sobre el suelo de la ciudad, lo que provoca una subsidencia desigual, fuente de riesgos para la seguridad».

Este instituto estima que «el bombeo excesivo de las aguas subterráneas es responsable en un 70% de la subsidencia del suelo en Shanghai, debiéndose el 30% restante al peso físico de los rascacielos». Más de 3000 edificios de la ciudad poseen 18 pisos o más, y otros 3000 estaban en construcción en 2003, reportaba el *China Daily*. Existen más de 100 edificios de más de 100 m de alto.

Lo peor es que las ciudades que se hunden al lado del mar o de los ríos, como Bangkok, Mumbai o Dacca, pueden verse sometidas también a inundaciones. Las técnicas actuales de interferometría radar de abertura sintética (InSAR) permiten medir desde el espacio la subsidencia de los terrenos (y su levantamiento) con una precisión evaluada en mm. Esta técnica permite obtener una imagen de alta resolución, diferenciada en el espacio, de zonas particulares sometidas a la subsidencia. Se puede así concebir la infraestructura –diques, rascacielos, estación de bombeo y conductoras de agua– pero también elaborar planes precisos de evacuación de las personas de los sitios amenazados de inundación, ya sea en caso de urgencia o de forma definitiva. Las zonas de más fuerte subsidencia están ahora bien identificadas gracias a las técnicas InSAR. Si esas zonas corren el riesgo de ser frecuentemente inundadas, sus municipalidades deberían convertirlas en tierras húmedas o de reservas de la naturaleza, por ejemplo. Pero si la zona sólo está sometida a inundaciones ocasionales, sería más conveniente establecer un plan de evacuación en caso de urgencia.

### ¿La primera ciudad fantasma del mundo?

Como ya lo hemos visto, un bombeo excesivo de las aguas subterráneas en los deltas es frecuentemente la causa de subsidencia. Se debe a que la disminución de la tasa de porosidad del agua hará contraer las capas móviles. Conocida la causa de la subsidencia, la mayoría de las municipalidades han resuelto el problema evitando el bombeo, o bien tomando medidas para frenarlo, como la infiltración del agua en el manto freático para reaprovisionarlo. Si no se puede bombear más las aguas subterráneas, será necesario purificar las aguas de superficie para aprovisionar a los ciudadanos. En el caso de Shanghai, desde que el bombeo fue interrumpido, la subsidencia disminuyó considerablemente. Actualmente, la ciudad debe hacer llegar el agua mediante canalizaciones que recorren grandes distancias.

El caso de Shanghai ilustra un fenómeno bien difundido. Entre 1950 y 1995, el ingreso promedio aumentó un 218%



En camino hacia el centro de la ciudad de Shanghai

en los países industrializados y un 201% en el mundo en desarrollo. Esto va acompañado de un aumento espectacular de la esperanza de vida que hizo duplicar la población mundial y reducir a la mitad la que vive en la pobreza. Junto a estos fenómenos, ha tenido lugar una rápida urbanización. Actualmente, una fuerte mez-

cla de crecimiento demográfico y del auge de una clase media, que reclama comodidades domésticas tales como múltiples salas de baños, césped bien verde, piscinas privadas y acondicionamiento de lugares de disfrute colectivo como parques y terrenos de golf, ha provocado finalmente un exceso del consumo del agua en muchas grandes ciudades.

El nivel del manto freático disminuye de forma alarmante en varias grandes ciudades de los Estados Unidos. Es el caso específico de Chicago sobre el lago Michigan, cerca de la frontera canadiense, o de Houston, en el sur.

Tim Flannery, medioambientalista australiano, habría predicho que Perth, en Australia Occidental, podría convertirse en la primera ciudad fantasma del mundo. Sus dos millones de habitantes consumen más agua que cualquier otra ciudad del país. Esta ciudad costera, que se enorgullece de sus inmensos parques verdes y cuidados jardines, se extiende a lo largo de un vasto desierto. El exceso de consumo coincide con una marcada disminución de la pluviosidad, de 15 a 20% en los últimos 40 años, que ha hecho caer muy bajo el nivel del manto freático<sup>2</sup>.

### Víctima y culpable a la vez

Las megaciudades son a la vez víctimas y causantes de riesgos. Pueden provocar la subsidencia al aspirar demasiada agua del manto freático, pero también resultar las primeras víctimas del hundimiento del terreno o de la rarefacción de las aguas subterráneas. Ellas contaminan el aire y el agua utilizada, y terminan por sufrir las consecuencias de estos males auto inflingidos.

Algunos males no se manifiestan inmediatamente. Las ciudades cuyo suelo o aguas subterráneas están contaminados, por ejemplo, podrían estar sentadas sobre una bomba sanitaria de tiempo. Los efectos de esta contaminación para la salud humana podrían manifestarse sólo a largo plazo ya que la transportación subterránea del material contaminado está regida por parámetros geológicos relativamente lentos.



Pequeña empresa de reciclaje en Dacca

## ¿Tu cinturón verde es bien verde, Sao Paulo?

Las colinas que rodean a Sao Paulo abrigan importantes vestigios del bosque atlántico brasileño (Mata Atlántica). Los servicios prestados por el ecosistema de este cinturón verde en términos de agua y alimentos, biodiversidad, regulación del clima y posibilidades de disfrute constituyen elementos vitales para esta megaciudad. Ahora bien, estos servicios comienzan a ser amenazados por el crecimiento tentacular de la ciudad, el desarrollo de su población, las actividades mineras, la industrialización, los incendios del bosque, la tala ilegal de árboles y la contaminación. La calidad de vida de esta megaciudad dependerá de su éxito en aliviar a este ecosistema de la presión constante que se ejerce sobre él.

### Antes lloviznaba, ahora llueve a cántaros

Sao Paulo sufre ya los efectos del cambio climático. En relación con los años 1950, la temperatura media de la ciudad ha aumentado en 1,5 °C, señala Magda Lombardo, de la Universidad de Sao Paulo\*. A esto, se asocia un curioso fenómeno: la llovizna, que era en otras épocas la marca distintiva de la ciudad, es remplazada ahora por fuertes aguaceros. Más curioso aún, este fenómeno se produciría en detrimento de las zonas boscosas periurbanas, las cuales parecen estar recibiendo menos lluvia que antes. Tarik Rezende de Azebedo, también de la Universidad de Sao Paulo, demostró este fenómeno mediante un estudio estadístico. Descubrió que, en los años 1990, la lluvia era más abundante en los días de la semana que en el fin de semana, en función ello de la intensidad de las actividades urbanas. En efecto, tanto la contaminación del aire, como la de los islotes de calor (ver pág. 6) afectan la pluviosidad modificando el régimen de los vientos. La elevación de la temperatura a la vertical de la ciudad actúa sobre la presión, hace converger los vientos de superficie hacia la fuente de calor, lo que intensifica el proceso de convección y hace aumentar la frecuencia y la intensidad de la caída de la lluvia.

### Disminuir la huella ecológica

La Reserva de Biosfera del Cinturón Verde de Sao Paulo, fue creada en 1994 bajo la égida del programa El Hombre y la Biosfera de la UNESCO. Apoyada por un movimiento cívico que recogió 150 000 firmas de residentes, en favor de su creación, la reserva aspira a conciliar el desarrollo urbano con la protección de la naturaleza, al precio de una gestión integrada, de programas comunitarios concertados y de una sólida base científica. Es la única reserva del mundo que circunda una megaciudad.

Constituido por representantes de organismos gubernamentales y municipales, del sector privado, de diversas ONG, de comunidades locales y universitarias, el Consejo de Gestión de la Reserva de Biosfera del Cinturón Verde de Sao Paulo fija las grandes líneas de su política y de su plan de acción. Igualmente, mantiene relaciones con el parlamento de Sao Paulo, con el sabio apoyo de su oficina de coordinación en el seno del Instituto Forestal de Sao Paulo.

Hacer valer la importancia y la fragilidad de los servicios de este ecosistema y sensibilizar al público, son las principales actividades de la Reserva. Una atención principal merece la creación de empleos ecológicos y a las perspectivas de eco-empresas en sectores tales como la agroforestal, la agricultura biológica, el ecoturismo, la gestión del agua y el reciclaje de los desechos. Se crearon además centros especiales en diversos puntos de la reserva para formar jóvenes desfavorecidos para empleos ecológicos.

«Pusimos en práctica políticas públicas en apoyo a la reforestación», explica Rodrigo Víctor, coordinador de la reserva en el Instituto Forestal de Sao Paulo. «El más prometedor de nuestros proyectos se refiere al mercado de neutralización voluntaria del carbono, que responsabiliza a las compañías con el costo de la plantación de árboles para compensar sus emisiones de carbono. Igualmente, los propietarios agrícolas están obligados a conservar en sus tierras al menos 20% de la superficie forestal, además de varias «zonas de preservación permanente» que constituyen los bordes de los ríos, las fuentes de agua y las cimas de las colinas».

«Asimismo, estimulamos la agricultura biológica en ciertos sectores periurbanos», afirmó. «La mayor parte de las legumbres consumidas en Sao Paulo venían anteriormente del cinturón verde. Esto protegía la zona de toda construcción, pero contaminaba el medio ambiente a causa de los pesticidas y de los fertilizantes químicos. Luego, la ciudad comenzó a crecer constantemente, las



Plantación de un árbol en el Centro de formación de empleos ecológicos de Embu Guaçu, en el marco de un proyecto de la reserva de biodiversidad



© Luarez Silva



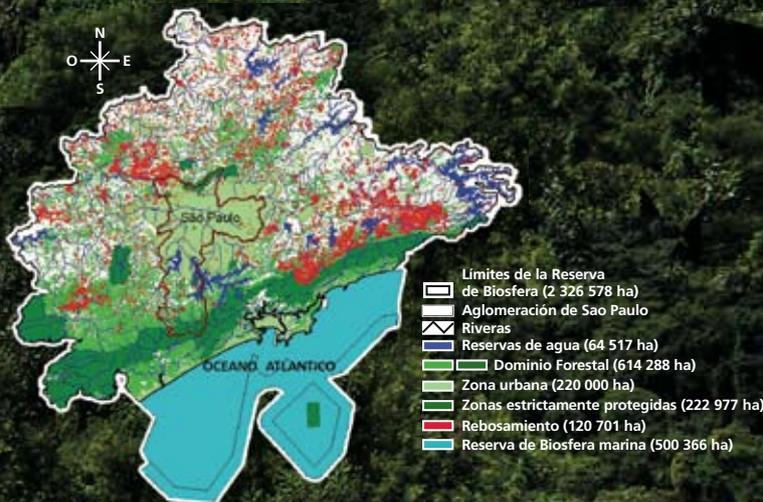
Estos dos residentes vagan libremente en la Mata Atlántica: un mono chillón pardo (*Alouatta fusca*) y el incapturable Puma concolor, clasificado como especie «vulnerable». Este bosque abriga 20 000 especies vegetales, de las cuales 8 000 son endémicas. De sus 1 711 especies de vertebrados, 706 son endémicas (Fuente: [www.rbma.org.br](http://www.rbma.org.br))

tierras fueron requeridas para la construcción, los precios aumentaron, los terrenos fueron divididos y vendidos. Actualmente, «comer bio» se ha convertido en una moda y vemos progresar la cantidad de productos provenientes de la agricultura biológica en el cinturón verde».

«El agua provoca un gran problema», subraya Víctor. Sao Paulo alcanzará el límite de sus posibilidades, ya que su capacidad de agua por habitantes es inferior a la de los ecosistemas semiáridos de la región del «Noreste». Tarde o temprano, la ciudad podría estar obligada a traer su agua desde lejos, lo que amenazaría otros paisajes preservados. Para evitar esto, es necesario realizar todos los esfuerzos posibles con el objetivo de proteger y restaurar los ecosistemas del cinturón verde propiamente dicho de Sao Paulo».

Para más detalles: [rbcv\\_sp@yahoo.com.br](mailto:rbcv_sp@yahoo.com.br); [p.dogse@unesco.org](mailto:p.dogse@unesco.org)

\*Fuente: Ferroni, Marcelo (2002) *Artificial Desert*. ISTOÉ, n° 1728, 14 Noviembre



Reserva de Biosfera del Cinturón Verde de Sao Paulo

A corto plazo, los problemas de salud pueden ser provocados por deficiencias de los servicios de sanidad, incapaces de adaptarse al ritmo de crecimiento de la población<sup>3</sup>, o debido al deterioro del entorno urbano a causa de vertederos clandestinos, las aguas estancadas en los barrios marginales, e incluso, debido a las burujas de calor de las ciudades (ver *Los islotes de calor urbanos*).

Las megaciudades albergan también la pobreza y la desigualdad. Podría decirse que las megaciudades del futuro en los países en vías de desarrollo tendrán que, como tarea de primer orden, encontrar soluciones concretas para mejorar la suerte de los pobres, reducir las desigualdades sociales y poner fin a la degradación del medio ambiente. Ésta es una esfera donde los geocientíficos y los geógrafos urbanistas pueden destacarse.

### La injusticia de las desigualdades

Cuando las personas de las áreas rurales emigran hacia las ciudades lo hacen frecuentemente impulsados por la pobreza. Incapaces de pagar los alquileres del centro de la ciudad, los pobres se ven separados de los vecinos ricos, hacia las alejadas periferias o barrios marginales. Ello da lugar a desigualdades en el plano social, ya que los servicios municipales de electricidad, canalizaciones de agua y alcantarillado no llegan siempre hasta esas zonas. Esto produce un sentimiento de abandono y alimenta una desconfianza mutua entre los ricos y los pobres que puede convertirse en un conflicto abierto (ver *La tensión aumenta en Yakarta*).

Los más desfavorecidos viven en general en las zonas urbanas de riesgo, en el borde de los ríos o en pendientes abruptas expuestas a catástrofes naturales, como las inundaciones o los deslizamientos de tierra provocados por lluvias abundantes. Frecuentemente no disponen de agua potable de buena calidad, lo que es peligroso para la salud, o bien viven en barrios marginales próximos a los vertederos de basura, si no es sobre ella misma.

Los geógrafos y otros geocientíficos pueden reducir estos problemas de desigualdad urbana ayudando a encontrar terrenos más estables para alojar a las familias pobres o, en las zonas de riesgo, buscar con las familias soluciones posibles tales como la consolidación de los lugares inestables. También pueden actuar más de cerca, al tomar parte en la planificación de la ocupación de los terrenos, lo cual ha dado buenos resultados en los proyectos llevados a cabo por la sociedad civil en Río de Janeiro, por ejemplo, o en Manila y en Mumbai.

Estos especialistas saben determinar qué reservas de aguas subterráneas convienen al consumo humano, y concebir espacios de descargas mejor adaptados, apoyados en barreras naturales con la finalidad de garantizar su seguridad a largo plazo. La urbanización produce montañas de desechos provenientes de las casas, las industrias y de la destrucción de edificios e infraestructuras. Conocer la composición del subsuelo de la ciudad es muy útil para elegir los mejores sitios de descargas. Como estas terminan siempre destilando, los más seguros a largo plazo son los que reposan sobre una barrera natural,



© F. Kraus

Desigualdades en Dacca

como una espesa base de arcilla impermeable o de esquisto arcilloso.

Actualmente la política de expulsión de los habitantes de los barrios marginales, frecuentemente vinculada a los programas de reubicación forzosa, es reemplazada cada vez más por proyectos de

rehabilitación de las chozas, acoplados con la repartición de las tierras. Nuevas formas de asociaciones pública-privada tienen lugar en aras de mejorar estos espacios, gracias a una inversión acompañada de una reubicación de las familias pobres en hábitat público.

En Mumbai por ejemplo, la administración, el sector privado y la sociedad civil trabajan juntos en el gran barrio marginal de Dharavi para reubicar a las familias sin recurrir a su expulsión. Programas de microcréditos, nuevas formas de financiamiento público y nuevos modelos de gobierno han permitido resolver los problemas más urgentes relacionados con la insuficiencia de los servicios y la superpoblación en los barrios marginales, fortaleciendo al mismo tiempo los derechos de los habitantes.

### Los riesgos naturales cada vez más costosos

Existen riesgos contra los que las megaciudades casi no pueden protegerse: los riesgos geológicos. Durante el pasado siglo, cinco de las veinte megaciudades del mundo sufrieron un terremoto de gran magnitud (ver *cuadro en la página siguiente*), y otras como Beijing, Calcuta, Delhi, Karachi, Manila o Mumbai, están sentadas sobre una bomba de tiempo.

Las megaciudades, grandes centros económicos –por el volumen de población y bienes materiales que allí se concentran– son lugares extremadamente vulnerables en tiempo de crisis. Cuando se produce una catástrofe natural, combatir los incendios, restablecer las redes de alimentación, las líneas de comunicación y de transporte y ocuparse de los heridos y los sin techo deviene una verdadera pesadilla para la logística. Basta con recordar la caótica evacuación de la ciudad de Nueva Orleans, en los Estados Unidos, inundada en 2005. En algunos casos, harán falta años ante que la economía se restablezca.

Conocer el tipo de riesgos a los cuales una ciudad está expuesta puede ayudar a prepararse en caso de catástrofe (ver *figura en la página siguiente*). Si es vulnerable a las erupciones volcánicas, pueden construirse canales para evacuar los principales flujos eventuales de lava, lejos de las zonas urbanizadas. Esto se hizo, por ejemplo, en Yogyakarta en Indonesia, y en Nápoles, Italia. En las zonas que suelen sufrir tsunamis, es posible construir con la condición expresa de conocer el ancho y la composición de la región de la zona costera.

Aunque no podemos impedir que se produzcan los terremotos, es posible predecirlos, pero no lo suficientemente temprano para que la población sea evacuada. Se han establecido, sin embargo, normas sísmicas para la construcción, que de ser respetadas pueden permitir resistir los sismos.

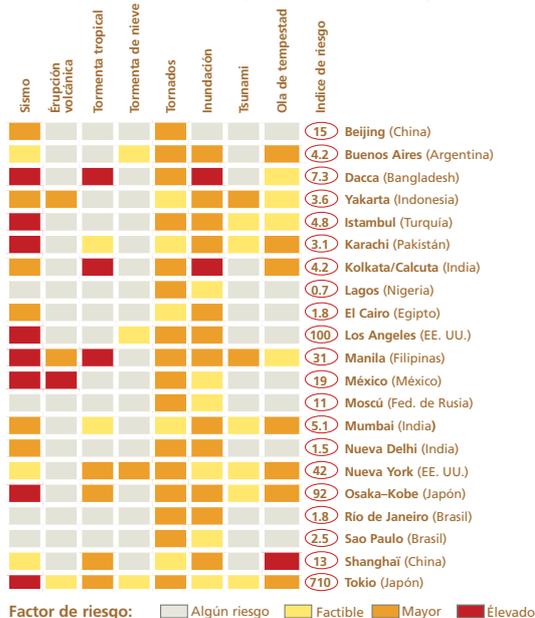
En el futuro, los efectos del clima sobre las megaciudades costeras serán múltiples y complejos. Además de la elevación del nivel del mar, el cambio climático podrá redefinir el trazo costero y obligar a las municipalidades a pensar



© F. Kraus

Construcción de una nueva vivienda en un proyecto de reubicación voluntaria para familias pobres de Manila (Filipinas)

Vulnerabilidad de megaciudades a riesgos naturales



Fuente: Münchner Rückversicherungsgesellschaft (2004) Megacities – Megarisks: www.munichre.com/publications/302-04271\_en.pdf

Megaciudades azotadas por catástrofes naturales desde hace un siglo

Ciudad	País	Año	Tipo de riesgo	Costo humano y material	Parte de la megaciudad en el PIB del país (%)
Istambul	Turquía	1999	Sismo magnitud 7.6	>17 000 muertos, 500 000 sin hogar y de 3 a 6 mil millones de dólares en daños en las provincias de Istanbul, Kocaeli y Sakarya	25
Dacca	Bangladesh	1998	Inundación	1 050 muertos, 4,3 mil millones de dólares en daños	60
Kobe-Osaka	Japón	1995	Sismo magnitud 6.9	> 6 000 muertos >102 000 edificios dañados o destruidos de los cuales algunos por el fuego, 300 000 sin hogar >100 mil millones de dólares en daños	20 (con Kyoto)
Los Angeles	Estados Unidos de América	1994	Sismo magnitud 6.7	60 muertos y >5000 heridos >40 000 edificios dañados, daños causados por el fuego. > 44 mil millones de dólares en daños	<10
Nueva York	Estados Unidos de América	1992	Tempestad de nieve	20 muertos, 3 mil millones de dólares en daños	<10
México	México	1985	Sismo magnitud 8.0	> 9 500 muertos	40
Manila	Filipinas	1978	Tifón Rita	340 muertos, 115 millones de dólares en pérdidas económicas	30
Karachi	Pakistán	1977	Inundación	375 muertos	20
Los Angeles	Estados Unidos de América	1971	Sismo	65 muertos, incendios, 533 millones de dólares en pérdidas económicas	<10
Rio de Janeiro/Sao Paulo	Brasil	1967	Inundación	> 600 muertos, 10 millones de dólares en pérdidas económicas	40
Calcuta	India	1955	Inundación	1 700 muertos, 65 millones de dólares de pérdidas económicas	<10
Nueva York	Estados Unidos de América	1938	Huracán	600 muertos, 400 millones en pérdidas económicas	<10
Tokio	Japón	1923	Sismo magnitud 7.9	>140 000 muertos, levantamiento permanente de 2 m de la costa norte de la bahía de Salami (donde un tsunami provocó olas de 12 m) y desplazamiento lateral de 4,5 m de la península de Boso	40

Fuente: Münchner Rückversicherungsgesellschaft (2004) Megacities – Megarisks: US Geological Survey

nuevamente en las modificaciones de los paseos costeros. Las infiltraciones de agua salada podrían contaminar las aguas subterráneas y un aumento de la pluviosidad provocar deslizamientos de tierra e inundaciones. Por el contrario, una disminución de la pluviosidad podría reducir las reservas de los mantos, como en Perth, y convertir en inhabitables ciertas ciudades.

Lo que sí es seguro es que los riesgos naturales cuestan caro y que este costo está en constante progresión. Esto se debe a que la expansión urbana se produce en las zonas donde los riesgos son mayores que antes puesto que los mejores lugares y los más estables ya están ocupados. México, por ejemplo, que suele sufrir terremotos; continúa extendiéndose, sin embargo, sobre sedimentos esponjosos, vestigios de un antiguo lago!

Ciudades para 2 mil millones de habitantes de más

La ciencia y la tecnología han contribuido a convertir las megaciudades en lo que son. Las técnicas modernas como el SIG, la modelización numérica, la observación desde el espacio, el método de los escenarios y las nuevas técnicas de laboratorio, han determinado el nivel actual del conocimiento geocientífico y la accesibilidad generalizada a los datos.

La ciencia y la tecnología pueden aún hacer mucho más por mejorar la vida de las megaciudades y hacerlas más sostenibles. La investigación en geociencias se orienta, por ejemplo, hacia la modelación de los escenarios modernos, y complejos, asistidos por SIG y hacia los sistemas de ayuda a la toma de decisiones. Se están desarrollando conceptos teóricos muy complejos,



El World Trade Centre de Bahrein se compone de dos torres gemelas de 50 pisos, elevándose a 240 m de altura. Los campos eólicos fijados a la estructura producen suficientemente energía para iluminar y climatizar los edificios

como los modelos de crecimiento de las megaciudades y la evaluación de su sostenibilidad.

Se llevan a la práctica ideas novedosas como la de desarrollar ciclos de recursos de origen local para que las ciudades sean más autónomas para sus necesidades energéticas, alimentarias y en agua (ver ¿Tu cinturón verde es bien verde, Sao Paulo?). Se construyen, por ejemplo, edificios con un gasto de energía igual a cero, equipados de paneles solares y campos eólicos, donde algunos son capaces de producir incluso más energía de la que consumen esos edificios. Otra idea novedosa: la compañía London Transport proyecta poner en circulación en 2012 autobuses híbridos capaces de funcionar a la vez, con petróleo y con electricidad; cuando el vehículo frena, la energía que sería normalmente perdida es recuperada para recargar las baterías. Las autoridades afirman que estos autobuses reducirán en 89% las emisiones de óxido de nitrógeno, en 83% el monóxido de carbono, en 38% el dióxido de carbono en 40% la cantidad de combustible utilizado, y en 30% el nivel sonoro<sup>4</sup>.

Las megaciudades son un terreno fértil para las ideas novedosas, quizás porque sus propias dimensiones amplifican el problema. «La necesidad es la madre de la invención», según el refrán y ¿qué mayor motivación puede existir que saber que las ciudades del mundo deberán alojar 2 mil millones de nuevos ciudadanos en los próximos 40 años?

Eduardo F.J. de Mulder<sup>5</sup> y Frauke Kraas<sup>6</sup>

La UNESCO organiza sesiones temáticas durante el Cuarto Foro Urbano Mundial, en noviembre. Detalles en p. 24.

1. Las ciudades se hunden debido a un bombeo excesivo del agua subterránea. China Daily (edición de Hong Kong), 11 de diciembre de 2003: www.chinadaily.com.cn/en/doc/2003-12/11/content\_289290.htm
2. Agrye, Maggie (2007) Metropolis strives to meet its thirst. BBC News, 3 mai
3. Un estudio de caso de Accra aparece en Un Mundo de Ciencia de julio 2008
4. www.tfl.gov.uk/corporate/projectsandschemes/environment/2019.aspx
5. Director ejecutivo, Secretariado, Año internacional del Planeta Tierra
6. Departamento de geografía, Universidad de Colonia, Alemania

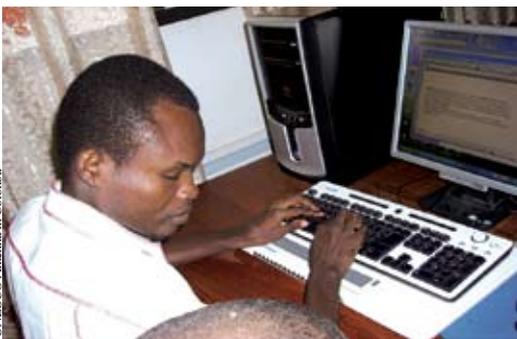
## Benin acoge el Campus Virtual Africano

Benin se convirtió, el 7 de julio, en el primer país de África Subsahariana en acoger el Campus Virtual Africano de Ciencia y Tecnología, durante la inauguración oficial de un centro de enseñanza en línea en la universidad de Abomey-Calavi de Cotonou, en presencia de Christine Ouinsavi y Vicentia Boco, respectivamente Ministra de la instrucción primaria y Ministra de educación superior e investigación de Benin, así como dirigentes de la UNESCO.

Uno de los ordenadores instalados en el campus virtual fue provisto de una terminal Braille con síntesis vocal para estudiantes deficientes visuales.

Aprobado por la Conferencia General de la UNESCO en su sesión de octubre pasado, el Campus Virtual Africano es uno de los elementos de apoyo a la puesta en marcha del *Plan de Acción Consolidado para la Ciencia y la Tecnología*, adoptado en enero de 2007 por la Unión Africana. El proyecto de la UNESCO pone progresivamente en marcha en toda África una red de centros nacionales de enseñanza en línea, a razón de uno por país, sostenida financieramente en un primer tiempo por el gobierno español, que será totalmente operacional de aquí al 2012. Esta red en Internet servirá para formar un gran número de estudiantes y de maestros.

*Estudiante de primer año, Germain Noudéhoué Loko usa un teclado estándar y terminal Braille durante la inauguración del Centro de Enseñanza en Línea, en la Universidad de Abomey-Calavi. «Hace tan solo tres días, no nos imaginábamos trabajando frente a una computadora Braille» declaró este, conjuntamente con Joseph Moussa, a Mohamed Miloudi, de la UNESCO, coordinador del proyecto. «Pero de aquí en adelante, gracias a ustedes, podemos al igual que nuestros otros hermanos, y sin ellos hasta cierto punto, evolucionar con el mundo». Luego, Mohamed Miloudi estuvo una semana en el Centro para*



El Campus Virtual Africano trabajará en estrecha colaboración con las universidades de la cuenca del mediterráneo enlazadas con la primera red creada en 2002 por la UNESCO y la Comisión Europea, el Campus Virtual Avicena. Desde el primer día, cada una de las universidades participantes de cada uno de los países africanos estará lista para utilizar los módulos elaborados durante los últimos cinco años por la red de Avicena. Hasta el día en que cada uno de los centros africanos produzca por sí mismo los módulos que se pondrán a disposición de todas las instituciones enlazadas al Campus Avicena y al Campus Virtual Africano. La UNESCO lanzará un campus virtual en la universidad de Abidjan, en Costa de Marfil en octubre, luego,

en la primera semana de noviembre, en Senegal, se inaugurará una red sub-regional para 15 países de África Oriental.

*Para más detalles: m.miloudi@unesco.org; en el Campus virtual Avicenne, ver Planète Science de octubre 2006*

## La UNESCO nombrada para el CMAST

La UNESCO fue nombrada miembro del Comité Principal del Consejo Ministerial Africano sobre la Ciencia y la Tecnología (CMAST), órgano que establece la agenda de ciencia y tecnología de la Unión Africana en el marco del *Plan de Acción Consolidado para la Ciencia y la Tecnología hasta 2010 (PAC)*. Esta decisión del 2 de mayo hace de la UNESCO la única agencia de las Naciones Unidas con escaño en el Comité Principal del CMAST. Esto equivale a reconocer la contribución que la organización aporta oficialmente desde hace un año a la puesta en marcha del PAC.

Diez meses después del pedido de asistencia dirigido a la UNESCO por la Unión Africana, la Conferencia General de la UNESCO adoptó, en noviembre 2007, el plan de acción de la Organización que incluye tres proyectos guía: reforzamiento de las competencias en política científica, tecnológica y de innovación (CTI); el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia y la tecnología; y la creación del Campus virtual africano.

El año pasado, 17 países africanos<sup>7</sup> presentaron a la UNESCO pedidos de asistencia para reformular sus políticas CTI, incluyendo ocho países que pertenecen a la Comunidad de Desarrollo del África austral (SADC). La División de Política Científica de la UNESCO, con el Instituto de Estadísticas de la UNESCO, planificó una reunión en Gaborone (Botswana), del 22 al 26 de septiembre, con el fin de permitir a los países de este grupo que ya han revisado sus políticas CTI –con o sin la ayuda de la UNESCO– intercambiar ideas y prácticas probadas con aquéllos que se preparan para hacerlo. Paralelamente, la UNESCO realizó un taller de formación en estadísticas y los indicadores de ciencia y tecnología, con el fin de hacer hincapié en la importancia de estos instrumentos en todo examen de CTI.

Gracias al apoyo financiero de España y Japón, los siguientes países empezaron a formular sus políticas científicas: Madagascar (mayo 2008), Burundi (junio 2008), República Centroafricana (julio 2008) y Benin (julio 2008).

El 1 de julio, la UNESCO organizó en Nueva York un desayuno ministerial, presidido por Koïchiro Matsuura, Director General de la UNESCO, durante la Reunión Especial de alto nivel organizada por el Consejo Económico y Social (ECOSOC) de las Naciones Unidas. El tema era: La política de CTI: clave del desarrollo sostenible. Los embajadores presentes –más de 50– subrayaron la contribución esencial que las políticas de STI aportan a la realización de los Objetivos del Milenio para el Desarrollo, brindando bases sólidas para el crecimiento económico y al desarrollo sostenible. Era la primera mesa redonda

*7. Benin, Botswana, Burundi, Costa de Marfil, Gabón, Ghana, Gambia, Madagascar, Malawi, Mauritania, Niger, República Centroafricana, República Democrática del Congo, Tanzania, Togo, Zambia y Zimbabwe*

organizada por la UNESCO durante una reunión del ECOSOC, y el primer debate sobre las políticas CTI en este foro.

La UNESCO preside el Grupo de las Naciones Unidas para la ciencia y la tecnología, grupo inter-agencias creado en el 2003 para coordinar las actividades de 13 agencias de las Naciones Unidas que trabajan en África. El 28 de abril pasado, la UNESCO era la organizadora de la 3<sup>ra</sup> reunión del Grupo sobre el tema de las políticas CTI, en la sede de la Comisión de la Unión Africana, en Addis Abeba. Desde entonces, la UNESCO ha sido elegida relator del nuevo Grupo africano para la ciencia y la tecnología. Lanzado el 18 de julio por la Unión Africana, el Grupo tendrá la tarea de fortalecer la coordinación panafricana y evitar así la duplicación de esfuerzos y el despilfarro de recursos durante la puesta en marcha del PAC.

Para más detalles: [www.unesco.org/science/psd](http://www.unesco.org/science/psd);  
[s.nair-bedouelle@unesco.org](mailto:s.nair-bedouelle@unesco.org)

## Polonia distingue al arquitecto de un Instituto de biología molecular

El 10 de junio, Maciej Nalecz fue uno de los tres científicos distinguidos por el Presidente polaco en la liste de Honor de este año por su papel desempeñado en la creación y el desarrollo del Instituto Internacional de Biología Molecular y Celular (IIMCB).

Esta distinción interviene 13 años después de la firma, en mayo de 1995, de un acuerdo entre el Director General de la UNESCO y el Primer Ministro adjunto polaco que trata sobre la creación del IIMCB bajo los auspicios de la UNESCO. Dos años después, el Instituto adquiriría una identidad jurídica bajo la autoridad del presidente de la Academia de Ciencia polaca, cuando se adoptó un Acta del Parlamento polaco a estos efectos.

Esta Acta sin precedentes abrió la vía a una serie de otros centros internacionales en tierra polaca. Se distinguirían todos por sus respectivos Consejo Consultivo Internacional compuesto de especialistas de primera línea, encargados de velar por los trabajos de cada centro, órganos que no existían antes en la legislación nacional.

En aquella época, Maciej Nalecz dirigía en Varsovia el Instituto Marcei Nencki de biología experimental. Es por consiguiente, a iniciativa de las autoridades polacas, que creó el IIMCB del cual sería el primer presidente del Consejo Consultivo Internacional.

Incluso después de su nominación en octubre de 2001, como Director de la División

de Ciencias Básicas y Ciencias de Ingeniería en la UNESCO, el Prof. Nalecz continuó sus actividades en el Consejo Consultivo, pero esta vez en calidad de representante del Director General de la UNESCO, como el acta del Parlamento estipulaba.

En diez años apenas, el IIMCB obtuvo los primeros lugares: fue el primer centro científico de Europa del Este en albergar un equipo de científicos de la Max-Planck Society, el laboratorio de biología estructural, dirigido por el Dr Matthias Bohler; el primero en compartir con la universidad de Utrecht un programa de doctorado; y el primero en acumular bolsas de investigación del Wellcome Trust británico y de la Fundación americana Howard Hughes.

En el 2003, fue declarado Centro de excelencia en bio-medicina molecular por la Comisión Europea. Cuatro años después, el ministerio polaco de educación superior e investigación lo clasificaba como el mejor instituto de investigación en ciencias de la vida, de Polonia.

El Instituto emplea actualmente más de 80 investigadores distribuidos en nueve secciones, y dispone de un presupuesto anual de aproximadamente 20 millones de euros.

Para más detalles: [www.iimbc.gov.pl](http://www.iimbc.gov.pl)

## UNCLOS concede tiempo a los países para tomar aliento

En una decisión histórica, los Estados partes de la Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho del mar (UNCLOS) encontraron una solución para los países con dificultades para demostrar cuáles son los límites externos de su plataforma continental, antes de la fecha tope del 13 de mayo de 2009.

Hasta ahora, los Estados partes de la UNCLOS estaban en la obligación de dar a la Comisión de los Límites de la Plataforma Continental, antes del 13 de mayo de 2009, la prueba geocientífica de que su plataforma continental se extendía más allá de las 200 millas marinas. Sin embargo, muchos Estados miembros no estaban en condiciones de presentar a tiempo la totalidad de los datos científicos y técnicos, lo que los privaba de la posibilidad de hacer valer sus justas reivindicaciones.

La decisión adoptada durante la reunión de la UNCLOS en Nueva York, del 13 al 20 de junio, especifica que la fecha tope será considerada como respetada a partir del momento en que «sea sometida al Secretario General [de la ONU] una información preliminar que indique los límites externos de su plataforma continental más allá de las 200 millas marinas, así como las precisiones del estado de los preparativos y la fecha prevista para la entrega del expediente, de acuerdo con las disposiciones del artículo 76 de la Convención (...)».

«Esto significa que un país al cual se le aplica la fecha límite tiene de todos modos la obligación de presentar al Secretario General, en la fecha prevista, las informaciones preliminares requeridas», explica Aurora Mateos, de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO, «pero está autorizado a indicar, en el momento en que lo hace, la fecha que mejor le conviene para completar su expediente».

Para más detalles, ver Un Mundo de Ciencia de julio 2008; [e.desa@unesco.org](mailto:e.desa@unesco.org); [a.mateos@unesco.org](mailto:a.mateos@unesco.org)



©Academia de Ciencias Polacas

Maciej Nalecz recibe la Cruz de Oficial del Orden de Polonia Restituta, de manos del Prof. Michal Kleiber, presidente de la Academia de Ciencias polaca, en Varsovia el 10 de junio. Los profesores Jacek Kuznicki y Maciej Zylcizes, respectivamente Director y Jefe del departamento de biología molecular en el IIMCB, recibieron la misma condecoración

## Kanawinka se une a la red mundial de geoparques

El geoparque de Kanawinka, en Australia, se convirtió, el 22 de junio, en el miembro 57 de la Red mundial de geoparques nacionales de la UNESCO, durante la apertura de la 3ª Conferencia Internacional Sobre Geoparques, reunida en Osnabrück (Alemania). Kanawinka también es el primer geoparque australiano en unirse a la Red mundial.

Otros geoparques deseosos de integrar la red –en África del Sur, Brasil, Canadá, Corea, Croacia, Finlandia, Hungría, India, Japón, Malasia, Noruega, Eslovenia, Suecia y Omán– hicieron valer en Osnabrück sus encantos geológicos, ya que sólo los sitios excepcionales pueden unirse a la red. Seis de los 11 geoparques nacionales alemanes ya han sido admitidos, entre los cuales TERRA Vita, que acogió la reunión de junio.

Durante estos cuatro días, más de 350 especialistas de las ciencias de la tierra expusieron algunos medios para compartir con el público general su pasión por la geología, a través de una inmersión en los geoparques ornamentada de geoturismo, pedagogía y esteticismo.

Paralelamente, el geoparque de TERRA Vita creó un campamento para más de 40 adolescentes de 12 a 15 años procedentes de diez geoparques de toda Europa y reunidos alrededor de la consigna «Descubra su geoparque». Los jóvenes aprendieron a conocer la Tierra por vía del arte, por talleres de fotografía de la naturaleza, de taxidermia de fósiles y la arqueología experimental. El éxito del campamento de jóvenes convenció a los administradores de TERRA Vita de crear un programa



©City of Mount Gambier

Cuando regresa el mes de noviembre, el lago Azul del monte Gambier del geoparque de Kanawinka empieza a pasar misteriosamente del azul-acero del invierno a un tono turquesa vivo, antes de regresar a un tono oscuro de azul-acero, a partir de marzo. Ningún otro lago en el mundo cambia de color tan

espectacularmente con las estaciones. Este proceso comienza cuando el agua que cae en el lago luego de haber corrido por las rocas se carga de caliza; las algas muertas y la vegetación terrestre (sustancias húmicas) experimentan entonces una atracción química por la calcita, y se adhieren ahí mientras caen al fondo del lago cuando este se calienta. Cuando desaparecen las sustancias húmicas sobre las rocas, el color azul natural se vuelve más destellante

de intercambios regular de personas jóvenes entre los geoparques europeos. «Si queremos hablar de desarrollo sostenible», señaló Timo Kluttig, uno de los organizadores de la conferencia, «comencemos por hablar de ello a los jóvenes».

Es el geoparque de Langkawi, en Malasia (ver p.20) quien será el anfitrión, en el 2010, de la próxima conferencia internacional de la UNESCO sobre geoparques.

Informaciones: [m.patzak@unesco.org](mailto:m.patzak@unesco.org); [www.mountgambiertourism.com.au](http://www.mountgambiertourism.com.au)

## Presentación del Proyecto europeo sobre la acidificación del océano

La Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO se asoció a un consorcio que reagrupa más de 100 científicos que vienen de 27 organizaciones que pertenecen a nueve países, en un proyecto de investigación de la Unión Europea (UE) sobre la acidificación del océano.

El Proyecto europeo sobre la acidificación del océano (EPOCA) fue lanzado el 10 de junio. Dotado de un presupuesto de 16,5 millones de euros para cuatro años, recogerá informaciones sobre la acidificación del océano, estudiará su impacto en los procesos biológicos, preverá sus consecuencias durante los próximos 100 años y aconsejará a los encargados de formular políticas sobre los eventuales umbrales y puntos de variación a no sobrepasar.

A través de su Proyecto Internacional de Coordinación de Datos sobre el Carbono Oceánico, la COI de la UNESCO colaborará con EPOCA para asegurar la coordinación de las actividades de investigación con los socios que no pertenecen a la UE. Esta creará también un grupo de trabajo sobre el establecimiento de normas internacionales y mejores prácticas en materia de experimentos de acidificación del océano.

Del 6 al 9 de octubre, la COI de la UNESCO efectuará una segunda conferencia sobre Los océanos en un mundo con elevada concentración de CO<sub>2</sub>. Unos 300 científicos revisarán los conocimientos actuales que conciernen al impacto de la acidificación del océano sobre los ecosistemas marinos y elaborarán prioridades y estrategias de investigación consensual en el plano internacional.

Para más detalles: <http://epoca-project.eu>; [www.ioccp.org](http://www.ioccp.org), [m.hood@unesco.org](mailto:m.hood@unesco.org); sobre la Red de acidificación del océano de la UNESCO-COI: [www.ocean-acidification.net](http://www.ocean-acidification.net)



©K. Zöttl

El arte imita la geología en esta representación del Nördlinger Ries, geoparque nacional de Alemania situado alrededor del cráter de impacto de un meteorito. La escena pintada por Klaus Zöttl fue realizada con minerales encontrados en el sitio, como la suevita y el Bunte Breccia, mezcla coloreada de arcilla y de diferentes piedras areniscas triásicas, y de arcillas oscuras Jurásicas. Hace aproximadamente 15 millones de años, un meteorito de alrededor de 1 km de diámetro chocó con la meseta de Alb a la velocidad de aproximadamente 70 000 km/h y creó un cráter de impacto de 12 km de diámetro (que mide hoy 25 km), por 1 km de profundidad en la corteza terrestre, destruyendo toda la vida en un radio de 100 km. El impacto dio lugar a un tipo de piedra inédito, la suevita, mezcla de roca en fusión y roca cristalina del pedestal quebrado, que se depositó en el cráter y en los alrededores

## Inicio de **GRAPHIC-África**

**Tenemos pocos conocimientos sobre el impacto de la variabilidad y del cambio climático sobre las aguas subterráneas de África. Para colmar estas lagunas, expertos en aguas subterráneas y climatólogos reunidos en Kampala (Uganda), del 24 al 28 de junio, lanzaron la variante africana del Proyecto de la UNESCO sobre la Evaluación de los Recursos en Aguas Subterráneas que sufren las Presiones ejercidas por la Actividad Humana y los Cambios Climáticos (GRAPHIC).**

En numerosos países, particularmente en África, las aguas subterráneas son la fuente principal de agua dulce. Si bien conocemos la reacción de los flujos de superficie con los cambios climáticos, no es así con el impacto de los cambios climáticos y las actividades humanas sobre las aguas subterráneas en el mundo, por la evidente razón de su invisibilidad y la dificultad para valorarlos.

Para remediar esto, el proyecto GRAPHIC creó redes regionales de expertos en las regiones de América Latina y El Caribe, Asia y el Pacífico, Europa, y América del Norte. Al relacionar entre sí a los investigadores de todo el mundo, GRAPHIC les permite compartir sus resultados y sus experiencias. Aunque cada caso es único, algunos fenómenos comunes han sido observados, como una correlación entre la elevación de las temperaturas de superficie y las temperaturas subterráneas (*ver p. 6*).

Al confirmarse, el año pasado, por el Grupo de Expertos Intergubernamentales sobre la Evolución del Clima que África es el continente más vulnerable a los cambios climáticos, se hizo urgente la creación de redes de puntos de referencia y de vigilancia que permitirán aclarar algunas tendencias a mediano y largo plazo y formular previsiones. Éstas, a su vez, servirán de fundamentación para la toma de decisiones políticas.

Entre los participantes en la conferencia de Kampala, había especialistas en ciencias del agua y del clima, administradores y políticos de 23 países africanos. La activa participación de una decena de parlamentarios y de varios ministros ugandeses, etíopes y de Sudan-Sur, fue particularmente significativa, dada la importancia de este diálogo entre políticos y científicos: la gestión sostenible de las aguas subterráneas en África deberá necesariamente apoyarse en instituciones nacionales fuertes y marcos jurídicos sólidos. Unos 60 expertos de 16 países africanos estaban presentes en el lanzamiento de GRAPHIC-África, durante la conferencia.

GRAPHIC-África podrá hacer uso del cuerpo de conocimientos complementarios adquiridos por otros proyectos de la UNESCO, como el de la Iniciativa sobre la Gestión de los Recursos Acuíferos Transnacionales (ISARM), que ha cartografiado hasta ahora 39 acuíferos transfronterizos de África<sup>8</sup>.

En septiembre, la UNESCO lanzó una petición de contribuciones para la preparación de estudios de casos nacionales en el marco de GRAPHIC-África. Teóricamente, cada uno de estos estudios debe trazar nuevamente la historia de las aguas subterráneas en una parte precisa del país. Esto constituirá un punto

8. *Ver Un Mundo de Ciencia de julio 2007*

de partida para prever cómo el recurso podría reaccionar a las variaciones futuras del clima. La fecha tope de presentación de las contribuciones está fijada para el 31 de diciembre.

*Para más detalles: [h.treidel@unesco.org](mailto:h.treidel@unesco.org); [makoto@chikyu.ac.jp](mailto:makoto@chikyu.ac.jp); ver también el nuevo documento de ajuste de GRAPHIC, página 24*

## Unas maravillas geológicas ingresan en el Patrimonio mundial

**Varios de los 27 sitios agregados, entre el 6 y el 10 de julio, a la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO, presentan un carácter excepcional en el plano geológico. Son, por ejemplo, en Canadá los acantilados fósiles de Joggins, en China el parque nacional del monte Sanqingshan, con sus 48 picos de granito, en Islandia la isla volcánica de Surtsey, en Suiza las alturas tectónicas de Sardona y en Francia las lagunas de Nueva Caledonia con sus arrecifes vivos o fósiles.**

Los otros tres sitios naturales añadidos a la Lista son la estepa-Saryarkas y lagos del Kazakstán septentrional (Kazakstán), la Reserva de Biosfera de la mariposa reina (México) y el archipiélago de Socotra (Yemen).

Diecinueve sitios culturales fueron también registrados en la Lista, como Al-Hijr (Madáin Sâlih) en Arabia Saudita que incluye 111 tumbas monumentales y pozos que dan testimonio del dominio de la arquitectura y los conocimientos hidráulicos de la civilización de los Nabateenses de hace 2000 años.

El Comité del Patrimonio Mundial inscribió estos nuevos sitios en la ciudad de Québec (Canadá), sitio del Patrimonio Mundial desde 1985, quien celebra actualmente su 400 aniversario.

La Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO cuenta hoy con 878 sitios en 145 países: 679 culturales, 174 naturales y 25 mixtos.

*Para más información y fotos: [www.unesco.org/en/whc/](http://www.unesco.org/en/whc/)*



*La isla de Surtsey nace, entre 1963 y 1967, de una serie de erupciones volcánicas. Apartada de toda influencia humana, este laboratorio natural virgen de 141 ha, situado a 32 km al sur de Islandia continental, es una fuente inestimable de información sobre el proceso de colonización de un nuevo territorio por la flora y fauna. Desde que estudian esta isla, los científicos vieron llegar semillas traídas por las corrientes marinas y aparecer mohos, bacterias y champiñones, seguidos, en 1965, de la primera planta vascular de la cual 10 especies estaban representadas al cabo de una década. Al término del 2004, había 60, junto con 75 briofitas, 71 líquenes y 24 champiñones. Ochenta y nueve especies de aves han sido observadas en Surtseys y 335 especies de invertebrados*

Patricia M. Glibert

## Los científicos rechazan la fertilización del océano mediante la urea



El alarmante aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera da lugar a innumerables planes de «ingeniería geológica» con el objetivo de disminuir los efectos del cambio climático. ¡Uno de los más extravagantes propone poner en órbita una sombrilla gigante que refrescaría el planeta! Algo más realistas, son los planes que prevén inyectar CO<sub>2</sub> en el suelo o en el océano, a profundidad, con el fin de «fertilizarlo». El océano es un blanco tentador ya que absorbe, aproximadamente, un tercio de CO<sub>2</sub> de la atmósfera. En estas últimas décadas, muchos experimentos controvertidos han «fertilizado» regiones del océano con hierro para intentar estimular el crecimiento del plancton en la superficie. Hoy es la urea quien desempeñaría este papel. Como el plancton absorbe el carbono por fotosíntesis, la aceleración del crecimiento llevaría a la atmósfera de una gran masa de carbono, según la teoría. Luego, al morir, estas plantas microscópicas transportarían el carbono al fondo del océano, lo que volvería a depositarlo cómodamente sobre el suelo oceánico durante miles de millones de años. Esta idea hace estremecer a muchos especialistas en biología y en climatología marinas, conscientes de la enorme interrogante que suscita la fertilización del océano. Sencillamente, no sabemos si esta operación desencadenaría una proliferación incontrolable de algas perjudiciales, que pudieran privar de oxígeno a vastas porciones de océano. Esta sospecha no ha impedido a algunas empresas proponer verter en el mar grandes cantidades de urea.

En un documento aprobado el 30 de mayo y calificado por algunos especialistas como moratoria de facto, los delegados de 191 países a la 9<sup>na</sup> Conferencia de las Partes en la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) solicitaron a todos los países velar para que no se lleve a cabo ninguna actividad de fertilización del océano mientras no exista una base científica satisfactoria. Los delegados acordaron que la CDB debería buscar el asesoramiento de la Convención de Londres para decidir la conducta a seguir en materia de regulación de la fertilización. En la entrevista que sigue, Patricia Glibert, del Centro para la Ciencia del Medio Ambiente de la Universidad de Maryland en los Estados Unidos, nos adentra en las particularidades de este apasionado debate.

### ¿Por qué pasar del hierro a la urea para la fertilización?

Desde hace 20 años se han realizado en el océano más de una docena de vastos experimentos de enriquecimiento mediante hierro. En la mayor parte de estos se ha añadido hierro en el Pacífico norte ecuatorial, el Pacífico sur ártico y el Océano austral, conocidos por contener amplias reservas de nitrógeno y de fósforo pero poco hierro y por ello, poco fitoplancton.

Estos experimentos han demostrado de forma consistente que es posible «manufacturar» una proliferación de fitoplancton. Pero han tenido menor éxito en demostrar que la biomasa de carbono producida (las algas) podría ser exportada hacia los grandes fondos oceánicos, incluso por periodos cortos, sin hablar de un tiempo lo suficientemente largo para producir un efecto sobre el clima. Mientras, el mercado de la reducción del carbono que se desarrolla rápidamente, atrae a nuevas empresas. Si la proliferación del fitoplancton puede eliminar el carbono haciéndolo sumergirse hacia el fondo del mar, el mercado de estas trampas de carbono podría ser enorme, sobre todo si un sistema internacional de cuota de intercambios de carbono fuera adoptado.

En regiones donde la escasez de nitrógeno y no de hierro, limita el crecimiento del fitoplancton, se propone un aporte de nitrógeno para estimular nuevas proliferaciones. De esta forma, asistimos a la emergencia de nuevos proyectos «para cebar la bomba» que proponen fertilizar los océanos gracias a una de las formas del nitrógeno, la urea. Este es el principal fertilizante nitrogenado utilizado en la agricultura: se deduce por ello que su efecto en el crecimiento de los vegetales puede repetirse en el mar. Los partidarios de este plan no se contentan solamente con sugerir que el carbono sea bombeado a la atmósfera: afirman además que la producción de peces aumentará al mismo tiempo.

Si bien la urea es un producto natural excretado por numerosos organismos en forma de orina, puede producirse igualmente de forma industrial haciendo reaccionar CO<sub>2</sub> y anhídrido de amonio bajo una presión y temperatura elevadas. La mezcla de fusión es transformada entonces en líquido o en granulado para ser cómodamente utilizado. Para el enriquecimiento del mar, la idea consiste en inyectar urea por un canal proveniente de una industria situada en el litoral. Este proceso consume mucha energía, suministrada generalmente mediante gas natural. Hay algo irónico en la idea de utilizar un producto obtenido de los combustibles fósiles para crear una biomasa que servirá para secuestrar un carbono atmosférico derivado de la combustión de productos fósiles!

Varias empresas esperan sacar provecho de la fertilización del océano. Una de ellas tiene su sede en Australia: la Ocean Nourishment Corporation acaba de proponer enriquecer el mar de Sulu, en las Filipinas, el que alberga el Parque del Arrecife Marino de Tubbataha, inscrito en el patrimonio mundial de la UNESCO, mediante el vertimiento de 1000 toneladas de urea. Asimismo, han identificado el golfo Pérsico como sitio potencial para un experimento similar.

### ¿Por qué este plan ha sido juzgado como poco razonable?

El enriquecimiento por urea suscita inquietudes similares a las que han sido expresadas a propósito del enriquecimiento por hierro. Suponiendo que se produzcan vastas proliferaciones, que estas se depositen y se descompongan, la zona podría encontrarse privada de oxígeno (en hipoxia). Las «zonas muertas» con escasez de oxígeno tendrían no sólo pocas posibilidades de estimular la producción de peces, sino que podrían producir además otros gases con efecto invernadero, ya que el metano (CH<sub>4</sub>) y el ácido nítrico (N<sub>2</sub>O) pueden

ser producidos por la degradación microbiana de la materia orgánica en un medio pobre en oxígeno. La producción de este gas anularía los beneficios potenciales de la retirada del carbono atmosférico.

Todos los planes de enriquecimiento y de fertilización del océano tropiezan con la imposibilidad de evaluar sus resultados. Cuantificar el flujo de carbono hacia el fondo del océano –o la ganancia de la productividad de la pesca debido a un aumento de la producción de algas– no es cosa fácil. Una buena parte del carbono es reciclada antes de ocultarse en la cadena alimenticia microbiana. Otra parte puede ser transportada por las corrientes, y sus efectos pudieran sentirse entonces lejos del lugar de la fertilización. La imagen satelital, método propuesto por la Ocean Nourishment Corporation, no es suficiente, ya que esta puede verificar la proliferación subsuperficial, pero no su composición ni la velocidad a la que se ocultará.

Uno de los riesgos que entraña el enriquecimiento por urea en preferencia al hierro, y que puede ser aún más serio, es la posible proliferación de microalgas productoras de toxinas, los dinoflagelados. En numerosas zonas costeras del mundo, donde la urea es el principal elemento de fertilización de la agricultura por nitratos, y donde el vertimiento de este nutriente enriquece las aguas litorales, la frecuencia y la duración de vida de los dinoflagelados con toxinas han aumentado.

En las Filipinas, lugar de la reciente proposición de fertilización por urea, se encuentra entre los dinoflagelados con toxinas conocidas, el *Pyrodinium bahamense* y el *Gymnodinium catenatum*. Ambos provocan la intoxicación paralizante por mariscos, al igual que la *Cochlodinium sp.*, que provoca la mortalidad de los peces. En el país, numerosas personas han muerto por haber consumido mariscos conteniendo toxinas paralizantes. Existe por ello un cierto riesgo de aumento potencial de la contaminación de los mariscos. Se ha constatado incluso que, al menos para algunas especies, la tasa de toxinas de los dinoflagelados aumenta bajo el efecto de la urea añadida. Por otra parte, los dinoflagelados conocen, en su ciclo vital, períodos de reposo durante los cuales las células pueden producir una nueva proliferación si las condiciones son favorables, incluso, posterior al enriquecimiento por urea.

Existe otro grupo de algas susceptibles de reaccionar al enriquecimiento por urea, las algas azul-verdes, las cianobacterias. Según estudios de laboratorio, conocemos que este grupo tiene una fuerte capacidad de absorción de urea en relación con otras especies de fitoplancton. Es curioso constatar cómo muchas de estas especies no tienen tendencia a hundirse. Una de ellas, el *Trichodesmium*, puede formar grandes mantos de espuma. ¡Son visibles desde el espacio pero, sin embargo, no conducen el carbono hacia el fondo del océano!

### ¿Cómo la comunidad científica ha puesto fin a la experiencia de las Filipinas?

En el plano específico del plan de enriquecimiento por urea en las Filipinas, un equipo de 57 científicos de 18 países<sup>9</sup> conjugó sus conocimientos acerca del metabolismo de la urea, la fisiología de las algas, las proliferaciones de algas perjudiciales, la eutrofización, la hipoxia y la oceanografía regional local, así como de la economía de los programas de «captura y negociación» del carbono, para publicar en junio<sup>10</sup> un artículo científico sobre sus inquietudes. Los argumentos expuestos anteriormente –que resumí arriba– fueron, por otra parte, presentados a los responsables filipinos por científicos nacionales.

El Fondo Mundial para la Naturaleza y otros organismos, también expresaron sus preocupaciones. Estas fueron escuchadas y el gobierno filipino ha negado a la Ocean Nourishment Corporation la autorización para llevar a cabo su plan.

### ¿La comunidad científica se muestra entonces más bien unánime en su apreciación?

La inquietud sobre la fertilización del océano es general. Respecto a los experimentos que utilizan el hierro, ésta se ha manifestado desde hace varios años. Independientemente de la inquietud sobre estos experimentos, expuestos en las revistas científicas por los ciudadanos a sus propios gobiernos, varios organismos han emitido alertas contra los experimentos de enriquecimiento del océano y el deseo de que los resultados sean verificados por árbitros imparciales. Alertas han sido formuladas por el Comité Científico de Investigaciones Oceánicas (SCOR) y por el Grupo Mixto de Expertos encargado de estudiar los aspectos científicos de la protección del medio ambiente marino (GESAMP), órgano independiente e internacional consultivo de las Naciones Unidas, al igual que por dos programas internacionales: el Estudio de la interrelación entre la baja atmósfera y la capa de superficie oceánica (SOLAS) y la Ecología y la oceanografía de las proliferaciones algales perjudiciales a escala mundial (GEOHAB). Este último, auspiciado por la COI de la UNESCO y el SCOR.

Igualmente, varias convenciones han adoptado posiciones sobre la fertilización del océano. La Convención de Londres, bajo los auspicios de la Organización Marítima Internacional (OMI), hace estudiar por un grupo de trabajo los aspectos científicos y reglamentarios de las experiencias de fertilización a gran escala en alta mar. En mayo de este año, la COI de la UNESCO fue invitada a participar en los debates de este grupo de trabajo que, en respuesta a las preguntas científicas y técnicas formuladas por otro organismo –el Grupo Científico sobre la Convención de Londres– ha emitido una opinión unánime confirmando estas inquietudes. A fines de ese mismo mes, la Convención sobre la Diversidad Biológica expresó la opinión de que, en vista de las incertidumbres referente al resultado de la fertilización del océano, las operaciones a gran escala en ese sentido no se justifican.

Aún cuando nos quedan todavía muchas cosas por comprender sobre la manera en que reaccionarían los océanos frente a experiencias de enriquecimiento de gran envergadura, ya sea por urea, hierro, o por otros elementos, su impacto sobre el medio puede ser considerable, sobre todo en las zonas donde la diversidad biológica y los recursos marinos vivos son importantes para la economía local. Existen grandes inquietudes sobre la fertilización por urea y sobre la posible aparición de algas perjudiciales y de hipoxia. La esperanza de aumentar la producción de peces o de vender créditos de carbono, fundada en los beneficios esperados del secuestro a largo plazo del carbono es, cuando menos, prematura.

Entrevista realizada por Henrik Enevoldsen<sup>11</sup>

Para más detalles: [glibert@hpl.umces.edu](mailto:glibert@hpl.umces.edu)

Sobre los crecientes efectos de algas perjudiciales en la pesca y la salud humana, ver *Las mareas rojas* en *Un Mundo de Ciencias* de julio 2006

9. Provenientes de América del Sur, Alemania, Australia, China, República de Corea, Dinamarca, Estados Unidos, Francia, Indonesia, Irlanda, Japón, Kuwait, Malasia, Omán, Filipinas, Reino Unido, Suecia y Vietnam

10. Glibert, P. M. y coll. (2008) Ocean urea fertilization for carbon credits poses high ecological risk. *Marine Pollution Bulletin* 56: 1043-1236

11. Programa GEOHAB : [h.enevoldsen@unesco.org](mailto:h.enevoldsen@unesco.org)

# El conocimiento de los Mayangna en el corazón de Mesoamérica



Una de las últimas áreas extensas del bosque pluvial tropical de Centroamérica se encuentra en la frontera entre Nicaragua y Honduras. Esta zona transfronteriza, que comprende la Reserva de Biosfera de Bosawas en Nicaragua y la de Río Plátano en Honduras, es conocida ahora como el Corazón del Corredor Biológico Mesoamericano. Al ser este el segundo bosque pluvial más grande de las Américas después de la Amazonía, la zona reviste una importancia extrema para la preservación de la biodiversidad de Centroamérica. Esta región también es el hogar de los pueblos indígenas Mayangna y Miskito, quienes ocupan estos territorios desde hace siglos.

Lamentablemente, el constante avance de la frontera agrícola, la tala ilegal de árboles y el tráfico organizado de especies vegetales y animales, amenazan la diversidad biológica y cultural de la región. Las comunidades mayangnas y miskitos de la Reserva de Biosfera de Bosawas se niegan a ser testigos pasivos.

Estos pueblos indígenas comenzaron la lucha por la defensa de sus territorios ancestrales, al entablar un proceso de reclamo territorial que culminó, en mayo de 2005, con el otorgamiento por parte del gobierno nicaragüense de títulos de propiedad a 86 comunidades mayangnas y miskitos. Este acuerdo territorial les garantiza plenos derechos sobre las tierras utilizadas para la agricultura, la caza y la recolección, así como un derecho compartido con el Estado sobre las zonas protegidas menos accesibles de las altas tierras de la Cordillera Isabelia. Juntos, los territorios indígenas y las zonas cogestionadas con el Estado, cubren la mayor parte de la zona núcleo de la Reserva de Biosfera de Bosawas.

Estudios recientes revelaron que los Mayangna y los Miskito, al establecer sus límites territoriales y al patrullarlos de forma pacífica, han logrado detener la deforestación en Bosawas. Este resultado, documentado a través de imágenes satelitales, es aún más relevante puesto que el avance de la frontera agrícola, que había barrido ya con vastos espacios de la zona núcleo de la reserva penetrándola sin dificultad, solo pudo ser detenido gracias a la vigilancia y determinación de las comunidades indígenas<sup>12</sup>.

## Nuestro pueblo es humilde pero digno

¿Quién podría presentar mejor a los Mayangna que ellos mismos?

*Somos un grupo indígena que vive a la orilla de ríos pequeños, afluentes de los ríos Prinzapolka, Coco y Wawa. Somos personas humildes y a la vez muy orgullosas... Nuestra cultura es muy diferente a la cultura de otros grupos indígenas y a la de los mestizos. Como etnia somos*

*conservadores de la naturaleza y todavía vivimos rodeados de seres vivos tanto vegetales como animales.*

En Nicaragua, la población mayangna está estimada en 20 000 personas, de las cuales aproximadamente un tercio vive en los territorios indígenas de la Reserva de Biosfera de Bosawas. El modo de vida contemporáneo de los Mayangna descansa esencialmente sobre una agricultura basada en la producción de arroz, frijoles, plátanos y yuca, aunque las actividades tradicionales de caza, pesca y recolección sean aún de gran importancia. De hecho, en muchas de las comunidades mayangnas, la pesca continúa siendo la principal fuente de proteínas.

Al término de las reuniones celebradas a fines de 2003 con asambleas de líderes mayangnas y miembros de las comunidades de Amak, Arangdak y Santo Tomás de Umra, el programa Sistemas de Conocimientos Locales e Indígenas (LINKS) de la UNESCO lanzó un proyecto orientado a registrar el conocimiento colectivo y la cosmovisión del pueblo Mayangna. Al año siguiente, un grupo de trabajo colectivo de los Mayangna dirigido por Nacilio Miguel de la comunidad de Arangdak, comenzó

*Una mujer mayangna expone sus conocimientos sobre el pez que acaba de pescar, mupih, un centropome (Centropomus undecimalis)*



un estudio de campo en dicha comunidad del río Lakus, bajo la dirección científica de la bióloga Paule Gros, y con la asesoría del etnobiólogo Douglas Nakashima, autores del presente artículo.

Con la finalidad de adquirir un profundo entendimiento del conocimiento mayangna en una localidad determinada, el proyecto se concentró en las comunidades del río Lakus. Sin embargo, a partir de 2005, numerosas consultas fueron organizadas con representantes de las otras comunidades mayangnas. Esto tuvo como objetivo el garantizar que el trabajo y la publicación que resultasen formen parte del bien común de todos los Mayangna de Bosawas. Tal como había sido solicitado por sus líderes indígenas.

Para los Mayangna, esta obra, titulada *Conocimientos del pueblo Mayangna sobre la convivencia del hombre y la naturaleza: peces y tortugas*<sup>13</sup>, tiene un doble objetivo. Por un lado, responde al deseo expresado por las comunidades mayangnas de salvaguardar su patrimonio inmaterial, sobre todo sus conocimientos de la naturaleza y del universo; y con este propósito crear una herramienta pedagógica en mayangna y en español que pueda ser utilizada en las escuelas. Por otro lado, esta publicación permitirá dar a conocer a la comunidad científica, la profundidad y amplitud del conocimiento local sobre el medio ambiente natural y, por consiguiente, el rol primordial que los Mayangna deben desempeñar en el uso sostenible y la gestión de los vastos territorios de donde obtienen sus medios de subsistencia. Dichos territorios incluyen la zona núcleo de la Reserva de Biosfera de Bosawas.

### Legenda de las dos tortugas

Una de las leyendas que los Mayangna comparten aún con sus niños es la de las dos tortugas, llamadas en su lengua *kuah* y *ahsa*: la tortuga blanca (*Trachemys venusta venusta*) y la tortuga negra (*Rhinoclemmys funerea*). Según este relato, en otros tiempos, la tortuga blanca y la tortuga negra vivían juntas en las profundidades de la gran poza de un río. Ahora bien, *yapu*, el cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) devoraba muchas tortugas, con una clara preferencia por las tortugas negras, ya que al parecer, era amigo de la tortuga blanca. Muy a su pesar, la tortuga negra decidió huir para sobrevivir. Se refugió en la cabecera del río donde no habitaba ningún cocodrilo. Es por eso que la tortuga blanca vive hoy en la parte inferior de los ríos junto al cocodrilo, mientras que la tortuga negra frecuenta los arroyos río arriba, donde se hizo amiga del *was nawahni*, el «tigre de agua», con quien comparte cuevas a lo largo de las orillas.

La leyenda de *kuah* y de *ahsa* entrelaza los entendimientos ecológicos de los Mayangna, con la cosmovisión única

que ellos tienen del mundo en el que viven. Por un lado, esta leyenda explica claramente las diferencias de distribución y los hábitats preferidos de estas dos especies de tortuga, así como las relaciones ecológicas con grandes predadores o “compañeros” con los que cohabitan: el cocodrilo y el tigre de agua. Esta última criatura es, por otro lado, un ser misterioso, desconocido para la ciencia, sus orígenes podrían tener raíces en las cosmologías compartidas entre numerosas culturas amerindias, según las cuales el mundo terrestre posee su equivalente en un mundo acuático subterráneo poblado de seres acuáticos.

La leyenda de la tortuga blanca y de la tortuga negra es uno de los innumerables tesoros que los Mayangna están registrando y que se preparan a publicar a fines de este año en *Conocimientos tradicionales del pueblo Mayangna sobre la convivencia del hombre y la naturaleza*. Este volumen, ricamente ilustrado, se centra en *was dini balna*, las “cosas vivas del medio acuático”, y especialmente en los peces y las tortugas.



Dibujo de Cristóbal Thamy que ilustra la leyenda mayangna de la tortuga blanca y de la tortuga negra, así como las felices alianzas con el cocodrilo para una y con el tigre de agua para la otra

### Revelando el secreto de los peces y las tortugas de Bosawas

Si bien algunas investigaciones científicas se han llevado a cabo, aún no se ha efectuado ningún estudio sistemático sobre los peces y tortugas de la Reserva de Biosfera de Bosawas. Por esta razón, los conocimientos científicos al respecto son aproximados y se fundan esencialmente en la extrapolación de investigaciones practicadas en otras partes de América Central, o incluso más lejos. El conocimiento de los Mayangna brinda informaciones e interpretaciones que complementan los datos científicos actuales y pueden llenar algunas lagunas, al menos de manera parcial.

Las informaciones proporcionadas por los Mayangna en el marco de este proyecto de LINKS revelan la amplitud y precisión de sus conocimientos sobre los peces y tortugas de Bosawas. Describen hábitats fluviales ubicados lejos hacia las cabeceras para *angh-angh*, el roncador (*Pomadasy crocro*), especie que los científicos asocian en general al medio costero.

Sus descripciones del mulalah (*Parachromis dovii*), revelan que las hembras de las poblaciones locales son frecuentemente de color amarillo. Si bien este color es común en Bosawas, en otras partes es muy raro. Los Mayangna evocan además, las migraciones invernales masivas de *susum*, el barbudo (*Rhamdia guatemalensi*), hacia las cabeceras de los ríos. En ciertos lugares bien conocidos de su itinerario de migración, el *susum* se deja capturar fácilmente y en gran cantidad. La literatura científica no menciona este fenómeno.



Un hombre en una canoa con su perro, pesca con arpón

*Los peces susum hacen kikilwi (la travesía) en lugares específicos. Eso lo hacen solamente en invierno. Cuando hacen la travesía, es fácil capturarlos en grandes cantidades ya que son muy mansitos. Se pueden capturar hasta 30 libras (14 kg) de una sola vez.*

En otro ámbito, algunas especies sirven como indicadores de un cambio de estación o de acontecimientos excepcionales. Por ejemplo, cuando *musiwa*, un centropome (*Centropomus spp.*), salta fuera del agua, es el signo certero de la llegada del invierno. Ahsa, la tortuga negra, es otro indicador importante pero señala un fenómeno muy diferente. Los Mayangna saben que las tortugas negras no son tan fuertes como para resistir una poderosa corriente. Cuando las ven irse a la deriva, una detrás de la otra, eso les anuncia una crecida inminente.

*Cuando veo que el río arrastra ahsa a la deriva, y esto se produce una segunda vez, estoy seguro que el río va a tener una fuerte creciente.*

Un último ejemplo de la gran amplitud del conocimiento de los Mayangna y de su aplicación en la gestión de recursos, es el conocimiento sobre la introducción de nuevas especies de peces. *Pahwa*, por ejemplo, el cíclido de cinturón negro (*Vieja maculicauda*), no es nativo del río Waspuk. Hace algunas generaciones, este pez, de gran importancia alimenticia, fue transportado intencionalmente en grandes cantidades por los Mayangna, del río Wawa al Waspuk. La introducción tuvo éxito y actualmente el abundante *pahwa* es pescado en grandes cantidades. La etimología del nombre actual de ese pez en lengua mayangna evoca este acontecimiento ya que *pah Wawa* significa «proveniente de Wawa».

Pero los Mayangna también tienen conocimiento de una introducción mucho más reciente que provoca gran inquietud. Se trata de una especie invasora a la cual los Mayangna aún no han dado nombre, la tilapia (*Oreochromis spp.*). Ellos utilizan el nombre miskito *krahna*. Se dice que *krahna* se escapó de los criaderos situados en el reservorio de Apanas, o bien en el curso superior del río Coco e invadió el sistema este río durante las inundaciones provocadas por el huracán Juana en 1988. Año tras año, los Mayangna han observado con impotencia como esta especie invasora progresa desde una cuenca de río

a otra, a lo largo del río Coco. Los Mayangna han documentado este fenómeno, el cual ha provocado la disminución de las especies nativas de peces debido a la competencia y depredación originadas por *krahna*.

### Entrelazando la diversidad biológica, cultural y lingüística

El conocimiento de los Mayangna no se limita a una colección de observaciones empíricas, por útiles que puedan ser como complemento del conocimiento científico y base de la gestión conjunta entre el Estado y los indígenas. Como lo muestra la leyenda de las dos tortugas, el conocimiento mayangna es un complejo tapiz que entrelaza lo empírico y lo simbólico, la naturaleza y la cultura, en una única y unificada visión del mundo que es la de los indígenas.

Este proyecto de LINKS documenta una vasta gama de información sobre treinta especies de peces y seis tortugas conocidas en las comunidades mayangnas de Bosawas. Esto abarca las técnicas, tanto nuevas como antiguas, para localizar, atraer y capturar a esos animales, así como la forma de prepararlos para el consumo u otros fines.

El proyecto se interesa igualmente por la visión del mundo en la cual están anclados el conocimiento y las técnicas referentes al mundo acuático. Comprende, por ejemplo, importantes prescripciones y proscripciones referentes al *liwa*, el principal espíritu de este mundo, al cual algunos peces y tortugas están estrechamente asociados. Si estos no son tratados con el debido respeto, el culpable puede sufrir enfermedades u otros males. El respeto significa, entre otras cosas, no capturar más peces que los necesarios.

En este año, proclamado Año Internacional de las Lenguas por las Naciones Unidas, el alcance de este proyecto no podrá ser subestimado. *Conocimientos tradicionales del pueblo Mayangna sobre la convivencia del hombre y la naturaleza*, que se publicará a finales de 2008, aporta a las comunidades mayangnas una obra de referencia única y valiosa, en su propia lengua y en español. Esta publicación contribuirá a mejorar la calidad de la enseñanza promovida por el Decenio de las Naciones Unidas para la Educación con miras a un Desarrollo Sostenible, que reconoce el valor de ambos, las lenguas y los conocimientos indígenas.

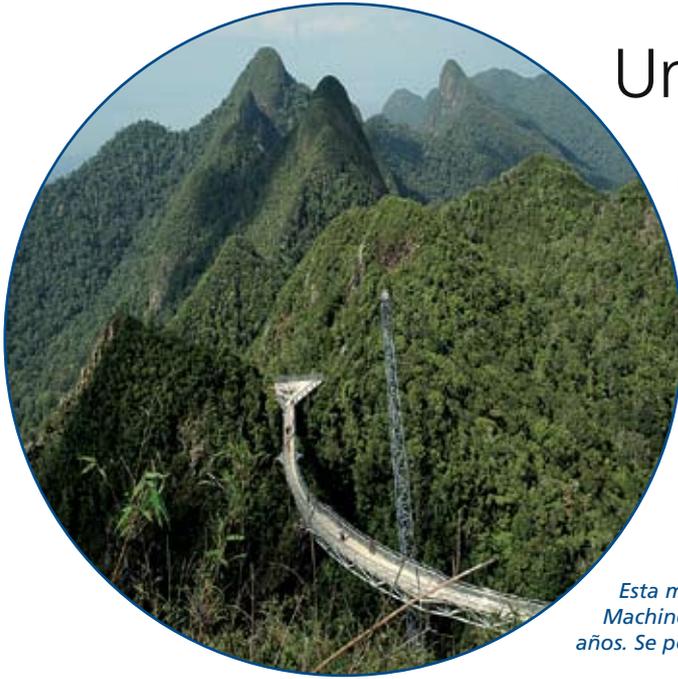
Paule Gros<sup>14</sup> y Douglas Nakashima<sup>15</sup>

Para más detalles: [www.unesco.org/links](http://www.unesco.org/links)



Una mujer pesca con vara pahwa, el cíclido de cinturón negro

12. Stocks, A., McMahan, B and P. Taber (2007) *Indigenous, colonist and government impacts on Nicaragua's Bosawas Reserve*. Conservation Biology 21: 1495-1505
13. *Umani kulnini lani balna sangnika duwa satni mahni yaka muh al karak yalalahwi: waspa dini dawi kuah*
14. *Antes de trabajar con la UNESCO como consultora, colaboré estrechamente, entre 2000 y 2003, con los Mayangna de Bosawas en calidad de director de estudio de terreno del Proyecto de Biodiversidad del Zoológico de Saint Louis, en los Estados Unidos.*
15. *Jefe, en la UNESCO, de la sección Ciencia y Sociedad, y del programa LINKS*



## Un paraíso geotropical

Langkawi es el primer geoparque de Malasia y el primero de su tipo en los trópicos. Es notable por su paisaje quebrado de islas cársticas, esculpidas durante millones de años, y por la secuencia de rocas sedimentarias del paleozoico<sup>15</sup> más completa de la región, verdadero archivo de la evolución del clima y la biota de Malasia durante 500 millones de años. Con su admirable localización, su clima tropical y la riqueza de su historia geológica –sin olvidar la extensión de sus playas de arena– Langkawi se está convirtiendo en un floreciente destino turístico. El pasado año resultó el primer geoparque del sureste asiático en ocupar un lugar en la Red Mundial de Geoparques Nacionales de la UNESCO.

*Esta magnífica cadena de montañas del parque del geobosque cámbrico de Machinchang es la formación rocosa más vieja de Malasia, con 500 millones de años. Se percibe el sistema de apoyo vertical del puente colgante*

Langkawi es el lugar de nacimiento de la roca más antigua de Malasia. El archipiélago se compone de capas (estratos) de todo tipo de rocas sedimentarias que recorren la historia de la isla, exactamente como los círculos de un tronco de árbol cortado revelan su edad, sólo que el tiempo geológico es mucho más largo: en Langkawi se remonta, casi sin interrupción en los estratos, desde el cámbrico inferior, hace 542 millones de años (Ma), hasta el triásico superior, hace aproximadamente 210 Ma. Es por ello la imagen más fiel de la historia del paleozoico del sureste asiático.

La formación Machinchang (*ver mapa*) data del cámbrico inferior. Se constituyó cuando una gran masa de arena se depositó en un delta marino poco profundo, probablemente durante más de 50 Ma. A ello siguió un largo período en el que la tierra se sumergió durante el ordovícico (499-435 Ma) y el silúrico inferior, como lo demuestra la presencia de depósitos calcáreos de Setul. La presencia calcárea indica que los mares eran calientes, en una época en que Malasia –el antiguo territorio de Langkawi– estaba cerca del ecuador.

El estrato siguiente se llama formación Singa. Esta se depositó en un medio marino poco profundo mientras la Tierra estaba sumergida bajo el efecto alterno de glaciaciones polares y del deshielo, durante todo el carbonífero (355-296 Ma) y el pérmico inferior (296-280 Ma). Es en este último período que el antiguo territorio de Langkawi se separó del Gondwana para comenzar su deriva hacia el ecuador. Este medio más caliente produjo la formación del depósito continuo calcáreo de Chuping hasta el Triásico superior.

### Recuérdeme los tres grandes tipos de rocas...

*Las rocas sedimentarias se forman cuando se depositan partículas transportadas por el aire, el hielo o el agua. A medida que van depositándose, la presión de las capas superiores comprime el sedimento y lo solidifica. Entre las más comunes tenemos: la tiza, la caliza, la arenisca y los esquistos.*

*Las rocas ígneas (del latín ignis, fuego) provienen del magma endurecido al aire libre o bajo la tierra (en la superficie, es la lava). Cuando esto se produce en profundidad, la roca ígnea que toma forma se llama roca intrusiva (plutónica); cuando se forma en la superficie, se nombra roca extrusiva (volcánica). Bajo tierra, el magma se enfría muy lentamente, lo que le da tiempo, ampliamente, de formar cristales. En el granito, por ejemplo, los cristales se distinguen claramente a simple vista. Cuanto más rápidamente se enfría la roca volcánica, más lisa es su superficie, ya que los cristales tienen menos tiempo de formarse. Las rocas volcánicas extrusivas se enfrían rápidamente, y su superficie es más lisa que las rocas intrusivas. Entre las formas más corrientes de rocas ígneas extrusivas: el basalto, la lava de burbuja, la lava petrificada, la piedra pómez y las escorias.*

*Las rocas metamórficas han estado sometidas a una temperatura o una presión tan intensa que esto ha desencadenado un cambio químico y/o físico (una metamorfosis). Bajo tierra este cambio pudo ser provocado por la presión ejercida por las rocas subyacentes. Entre las más comunes están: el gneis, el mármol, el esquisto y la pizarra.*

Estos estratos sedimentarios fueron, más tarde, sometidos a un poderoso movimiento tectónico que provocó en ellos fallas y pliegues.

Durante este tiempo se provocó una intrusión del magma en los estratos de Langkawi.

Rocas enteras fueron entonces transportadas a la superficie, constituyendo las antiguas islas Langkawi. Las rocas expuestas sufrieron una meteorización y una erosión constantes, que las trabajaron y esculpieron hasta alcanzar el paisaje geológico actual, tan singular.

### Mogotes y manglares

Los paisajes cársticos tropicales son escasos en las islas. En Malasia se encuentran solamente en el archipiélago de Langkawi. También existen en Tailandia y en Vietnam.



El archipiélago de Langkawi presenta cadenas de colinas de Carst (los mogotes) seccionadas por gargantas y estrechos y fragmentados valles, y de otra parte, islas rocosas aisladas, separadas por estrechos, pequeños y poco profundos.

Las orillas son sobre todo rocosas, rodeadas de laderas verticales interrumpidas por pasajes marinos, agujeros, túneles, cuevas, bóvedas y rocas puntiagudas. Estas últimas son abruptos islotes que emergen del océano como acerados dientes de tiburones.



**Paisaje geológico del parque del geobosque de carst de Kilim. La yuxtaposición de las colinas de carst y de los manglares costeros cuyas raíces se bañan en un mar acogedor, produce paisajes prodigiosos en la costa oriental de las islas Langkawi**

©Tasak D. Bunting

En el interior de las tierras, el paisaje cárstico comprende eminencias cónicas, colinas cóncavas y mogotes de cima aplanada o redondeada, que pueden alcanzar hasta 400 m. La belleza del paisaje cárstico de Langkawi se debe al armonioso enlace entre mogotes y bosques de manglares.

### Cuna de una vida pasada

En la geología del archipiélago lo que predomina son las rocas sedimentarias de mar poco profundas, donde los fósiles son generalmente abundantes. Esta paleofauna comprende varias especies que vivían en el fondo oceánico cuando Langkawi estaba sumergido. Entre los fósiles se encuentran ciertas familias (filos) aún vivas: braquiópodos, bivalvos, corales, briozoos –animales que, como los corales, desarrollan esqueletos de carbonato de calcio–, gasterópodos, algunas especies de la fauna cefalópoda nectónica; varias especies de formas de plancton como los graptolitos, tentaculados, crinoideos y diversos tipos de restos fósiles. El fósil más grande que ha sido descubierto pertenece a un crinoideo pedunculado de 20 cm, llamado lirio de mar, que recuerda un poco la estrella de mar.

El descubrimiento que bien podría ser el más importante en este archipiélago, es el de varias especies de braquiópodos de agua fría que sólo habitaron la subprovincia cimeria templada. Coincidiendo con la distribución aleatoria de los diamictitas de hielo de mar (los dropstones), estas especies corroboran la teoría según la cual, en el carbonífero superior y en el pérmico inferior, una parte del antiguo territorio de Langkawi se encontraba en la periferia del Gondwana, cerca del polo sur. Los fósiles de Langkawi se convierten así en preciados índices para fechar los sedimentos y determinar su paleosituación y su paleoclima.

### Aprender a amar las maravillas geológicas

Hasta ahora, los esfuerzos por preservar el patrimonio geológico de las islas Langkawi no han tenido éxito; ello se debe a que Malasia no cuenta con un instrumento jurídico



**Fósil de braquiópodo del pérmico inferior, que data aproximadamente de 290 Ma. Nos hace pensar que el antiguo territorio de Langkawi tenía un clima muy frío. Es el caracol quien lo revela ya que, en general, es más espeso en los climas fríos que en los calientes**



**Fósil de gasterópodo (Malayaspira rugosa) de 490 millones de años descubierto en Palau Anak Tikus**

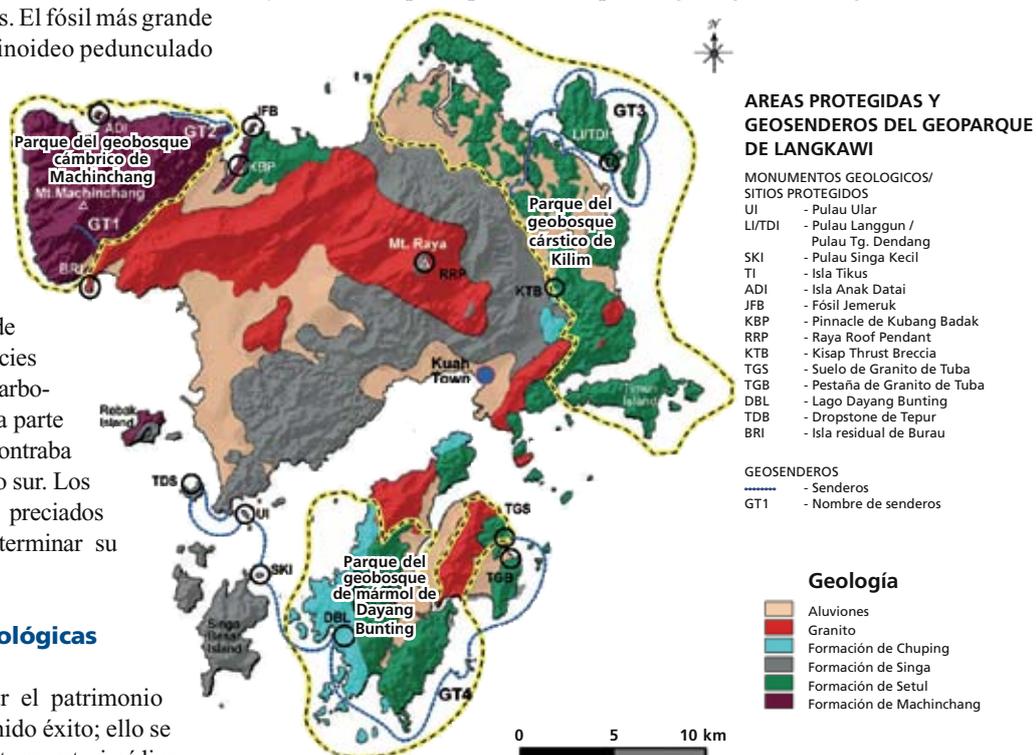


©M.S. Leman

**Estos dropstones, a los que se les ha yuxtapuesto una navaja para dar la escala, prueban que Langkawi tenía un clima frío a fines del carbonífero y a principios del pérmico**

apropiado. Por lo que los dos únicos apoyos jurídicos *ad-hoc* son el Acta de los Parques Nacionales y el de las Reservas Forestales. De manera más precisa, el fracaso puede imputarse al hecho de que los políticos, como la sociedad en general, no reconocen y menos comprenden el interés de este patrimonio. El geoparque de Langkawi brinda, mediante la educación, la oportunidad de llenar estas lagunas.

Una forma de turismo cultural ha sido implementada con este objetivo. La División del Geoparque de Langkawi ha creado para el público un Centro de Información sobre los Geoparques, además de varios museos y galerías. Los visitantes de cualquier geoparque encontrarán allí los carteles, prospectos y manuales, que explican los aspectos geológicos, biológicos



## Del exento de impuesto en el geoturismo

La decisión tomada en 1987 de hacer de la isla de Langkawi una zona exenta de impuesto y un destino turístico, tenía una motivación política. Esta intentaba mejorar los medios de existencia locales y corregir la fractura económica entre zonas rurales y urbanas. La Langkawi Development Authority (LADA) fue creada con ese objetivo en 1990. Idea personal del antiguo ministro, el Dr. Mahatir Mohamad, la LADA estaba encargada de dotar a la isla de una infraestructura de base.

En 1996, la Universidad Kebangsaan Malasia (Ukm) firmó un primer memorando de acuerdo con el Grupo Malasio del Patrimonio Geológico, bajo los auspicios del Instituto de Medio Ambiente de esta universidad para convertirse en la avanzada de la investigación sobre la diversificación del turismo referente a los recursos naturales. La LADA no se contentó sólo con brindar sus servicios administrativos sino que comenzó a aplicar los resultados de sus investigaciones con el fin de explotar el patrimonio geológico de la isla en interés del turismo. Primero intermitentes, estos resultados se transforman en un flujo regular de informaciones, gracias a la creación, en 2002, del Centro de Investigaciones de Langkawi por la Ukm. Los tres programas de investigación del Centro son: la geología y el paisaje, la investigación biológica y marina, y las tradiciones socioculturales y locales.

El punto fuerte del consorcio entre la Ukm y la LADA ha sido la creación del geoparque nacional de Langkawi en 2006, seguido inmediatamente de los preparativos de su candidatura a la Red Mundial de Geoparques Nacionales de la UNESCO. Langkawi se convirtió oficialmente en julio 2007, en el miembro 52 de la red. La próxima etapa podrá ser la creación de una red de geopatrimonio y de geoparques de Asia y del Pacífico con los miembros de la red mundial en China o en Irán.

y sociológicos del sitio. Se preparan programas de divulgación en forma de seminarios interactivos y de conversatorios con el fin de animar al público a participar en las actividades del geoparque. En cuanto a los escolares, se están desarrollando programas educativos específicos para ellos. Estas actividades son organizadas en general por el Centro de Investigaciones de Langkawi, la Universidad Kebangsaan Malasia y la División del Geoparque de Langkawi.

### Una destinación con un plus

Es bien evidente que Langkawi es célebre por sus playas de arenas blancas. Pantai Chenang, Teluk Datai y Tg Rhu son algunos ejemplos de inmensas playas inmaculadas que bordean paisajes cársticos, devenidas para los turistas el paraíso de las estancias junto al mar. Actualmente, es la principal atracción para los turistas de todos los países que visitan la isla.



En el geoparque de Langkawi, un curso para mejorar la comprensión de los guías turísticos y los alumnos sobre el patrimonio geológico y la necesidad de preservarlo. Los guías y agentes de turismo son los principales destinatarios de los módulos de instrucción que el geoparque desarrolla actualmente

Pero Langkawi posee igualmente playas rocosas o cubiertas de piedras. Las playas rocosas rodeadas de laderas verticales y fragmentadas, que se inclinan sobre plataformas de piedras cortantes, también tienen su encanto: y el enamorado de la naturaleza que

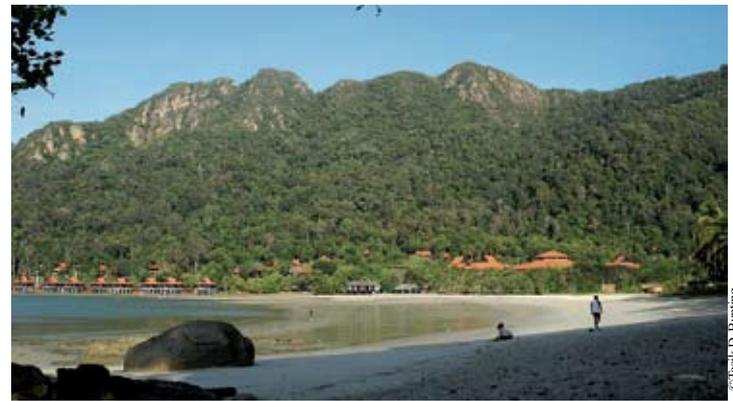
las descubre al azar durante su paseo, sucumbe a su misteriosa atmósfera. Allí, donde la energía de las olas es débil, la playa está ocupada por vastos bosques de mangles.

Es el amor a la naturaleza quien ha guiado siempre la economía turística de Langkawi. Pero la revelación de las especificidades geológicas del sitio ha fortalecido la atracción de la isla, presentándola como un destino dotado de una diferencia.

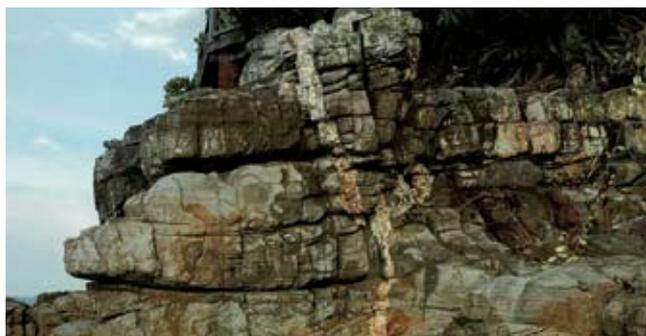
Uno de los productos que el geoturismo desarrolla actualmente es la creación de «geosenderos». Varios geositios que presentan características singulares, como cuevas, paisajes cársticos y de fósiles, han sido reagrupados en excursiones turísticas de una media jornada a pie o en barco, acompañadas de un guía. Cada sitio está equipado de carteles explicativos que hacen de la visita una experiencia educativa y atractiva.



El lago de La Muchacha Embarazada es uno de los más bellos sitios del parque del geobosque de mármol de Dayang Bunting. Este lago de dolina, o pozo de derrumbe, se debe a la ruptura de un sistema de cuevas. Quizás formó parte de una depresión en una topografía cárstica. La Muchacha Embarazada siempre ha atraído a los turistas en las islas Langkawi



Estas residencias hoteleras frente al mar fueron concebidas en armonía con el bosque situado bajo el flanco del Machinchang



Capas de arenisca maciza halladas a lo largo de la playa rocosa de Pasir Tengkorak. Su estratificación oblicua se traduce por una línea frecuentemente horizontal en la roca, sugiriendo la dirección de la salida de las aguas en el momento en que se sumergió en mares poco profundos del cámbrico (542-500 Ma). La arenisca sufrió la intrusión de una roca de color claro en un plano inclinado; es un dique de cuarzo de origen ígneo, que data aproximadamente de 220 Ma. La estratificación oblicua es un fenómeno muy frecuente en la parte superior de la formación Michinchang

©Tasik D. Bunting



Este centro de informaciones globales del geobosque del Machinchang cámbrico presenta una colección de grandes tipos de rocas, muestras de piedras y fósiles excepcionales, además de mapas geológicos y afiches ilustrando la evolución geológica de Langkawi

©Tasik D. Bunting

Hasta ahora, este tipo de senderos se prevé para los parques del geobosque de Carst, de Kilim, el parque del geobosque de mármol de Dayang Bunting y el del geobosque cámbrico de Machinchang (ver mapa p.21).

### Fortalecer el sentimiento de pertenencia

De las islas Langkawi, hay habitadas solamente tres. Pulau Langkawi, Pulau Tuba y Pulau Dyang Bunting (*pulau* significa isla en malasio). La mayoría de los 88 000 habitantes viven en la más grande, Pulau Langkawi. En otros tiempos era un pueblo tranquilo de pescadores donde la vida de los malasios dependía esencialmente de las actividades tradicionales como la pesca, la cultura del arroz y la cosecha del caucho. El pequeño comercio se limitaba sobre todo a la ciudad de Kuah, en manos de una pequeña comunidad china.



©Tasik D. Bunting

Villa tradicional típica del geoparque de Langkawi. Los pescadores utilizan pequeñas embarcaciones y redes para capturar el pescado a lo largo de la costa

De 2000 a 2006 el número de turistas que visitan cada año el geoparque de Langkawi pasó de 1,5 a 1,8 millones antes de alcanzar el pasado año los 2,3 millones. Gracias a una infraestructura bien planificada, existe un número adecuado de municipios y hoteles que sostienen una floreciente industria turística. A su vez, el turismo ha contribuido a mejorar las infraestructuras al financiar el desarrollo del hospital, de las escuelas y de colegios de la isla.

La llegada del turismo ha transformado la isla. Ha creado, para la población local, nuevos empleos de guías, barqueros, personal hotelero y gastronómico. La mayoría de los productos del mar son suministrados a los hoteles por los pescadores locales y las frutas y vegetales por los productores locales. Algunos habitantes son conductores de taxis, otros, han abierto establecimientos de alimentación o de souvenir.

Otros, trabajan también como empresarios u obreros en pequeños proyectos de infraestructura.

Recientemente, tras la creación de los geosenderos, la comunidad ha abierto una cooperativa que controla las salidas en barcos y los guías. Una segunda cooperativa, en el geobosque de carst de Kilim, permite a los pescadores diversificar sus ingresos: en lugar de trabajar como antes con los agentes de viajes, la propia cooperativa administra las actividades turísticas.

El concepto de geoparque es ciertamente un fenómeno reciente en la conciencia de la población, pero el geoturismo, en general, es bien aceptado. Mantener ese estado de ánimo será determinante para la protección de los georecursos de Langkawi, además de incorporarle el sentido de pertenencia.

Las personas cuyos ingresos dependen de la naturaleza han recibido muy bien el geoturismo.

Un grupo de pescadores ha expresado recientemente su opinión sobre lo que han aprendido al asistir en su pueblo, a una campaña de sensibilización hacia los geoparques: «Debemos tener cuidado cuando recojamos caracoles en las rocas», comentó uno de ellos, «ya que podemos dañar fósiles que están ahí desde hace millones de años».

Ibrahim Komoo, Sharina Abdul Halim y Tanot Unjah<sup>16</sup>

15. Para la cronología del paleozoico, ver *Un Mundo de Ciencias* de enero 2008; para los paisajes cársticos, ver el número de abril 2008

16. Los tres pertenecen al Instituto de Medio Ambiente y Desarrollo (LESTARI) de la universidad Kebangsaan Malasia

## Agenda

### 6-9 Octubre

#### El océano en un mundo con elevada concentración de CO<sub>2</sub>

2ª Conf. interdisciplinaria para evaluar los conocimientos sobre la acidificación del océano y fijar prioridades de investigación. Respecto a la 1ª conf., ver *Planète Science* de octubre 2004. Ver también p.13 de este número. Monte Carlo (Mónaco): [m.hood@unesco.org](mailto:m.hood@unesco.org)

### 8-10 Octubre

#### Explotación y gestión sostenible de las tierras y del agua

Conf. internacional del proyecto chino-alemán de investigación ecológica para asegurar el futuro del desarrollo en China (ERSEC), con el fin de intercambiar e integrar los resultados de la investigación. Min. de C&T, Min. de educación, Oficina Municipal de Beijing de los bosques y los parques, CNC-IHDP/IGSNRR, Academia de Ciencias de China, UNESCO Beijing: [www.unesco.org/beijing-new/index.php?id=2478](http://www.unesco.org/beijing-new/index.php?id=2478)

### 13-14 Octubre

#### Recursos en aguas subterráneas no renovables

1ª Conf. internacional Para una gestión mejorada en el marco del Año Internacional del Planeta Tierra. Organizado por la National Ground Water Association (EE. UU.), Institute for Water and Watersheds at Oregon State University (EE. UU.), UNESCO-PHI y Banco Mundial. Portland (EE. UU.): [www.ngwa.org/development/conferences/details/0810135055.aspx](http://www.ngwa.org/development/conferences/details/0810135055.aspx)

### 14-16 Octubre

#### Papel de la hidrología en la gestión de los recursos hídricos

Cómo los hidrólogos pueden influir más sobre la gestión de proyectos y los administradores sacar mejor provecho del peritaje hidrológico. Organizado por el Comité Italiano del PHI, copatrocinado por AISH y la UNESCO. Capri (Italia): [crescenzo.violante@iamc.cnr.it](mailto:crescenzo.violante@iamc.cnr.it)

### 15-17 Octubre

#### Apoyo a las redes de observación del Ártico

Taller del Año Internacional Polar para realizar el informe SAON que será sometido al Consejo Ministerial del Ártico en noviembre. La UNESCO-COI contribuirá en el tema oceánico gracias al Sistema Mundial de Observación del Océano (GOOS). Helsinki (Finlandia): [www.arcticobserving.org/](http://www.arcticobserving.org/)

### 21-23 Octubre

#### Arbitraje de los litigios sobre recursos en aguas, nacionales e internacionales

Curso para altos funcionarios internacionales que intervienen en difíciles problemas profesionales de gestión del agua dulce, en el marco del programa Del Conflicto Potencial al Potencial de Cooperación (CPPC). En el Instituto UNESCO-IHE de Educación Referente al Agua, Delft (Países Bajos): [l.salame@unesco.org](mailto:l.salame@unesco.org)

### 28-31 Octubre

#### Emplear especialistas de la cooperación referente al agua en el Medio Oriente

Curso de perfeccionamiento para formadores en materia de cooperación y relaciones de confianza en el reparto de las aguas en el Medio Oriente. Organizado por el CPPC de la UNESCO-PHI. En la Secretaría del Programa Mundial de Evaluación de Recursos Hídricos, Perugia (Italia): [l.salame@unesco.org](mailto:l.salame@unesco.org)

### 31 Octubre

#### Premio Mundial de ingeniería

Fecha límite para la presentación de los proyectos de estudiantes sobre la reducción de la pobreza y el cambio climático: [www.mondialogo.org](http://www.mondialogo.org); [t.marjoram@unesco.org](mailto:t.marjoram@unesco.org)

### 3-6 Noviembre

#### Foro mundial sobre la ciudad

4ª sesión organizada por UN-Hábitat para mejorar el acceso de los ciudadanos pobres a un techo, una agua sana, servicios sanitarios, etc. La UNESCO presentará proyectos que ilustran la educación con vistas a un desarrollo urbano duradero, la administración del agua y la forma de preservar el tejido social al mismo tiempo que se rehabilitan los barrios históricos de una ciudad, gracias al maletín *Historic districts for all* de la UNESCO/UN-Hábitat. Nanjing (China): [www.unhabitat.org](http://www.unhabitat.org); [www.unesco.org/shs/urban](http://www.unesco.org/shs/urban); [www.unesco.org/mab](http://www.unesco.org/mab)

### 4-7 Noviembre

#### La utilidad de las Reservas de Biosfera para probar la llegada del desarrollo sostenible

Taller Internacional de recopilación de ideas en vista del futuro plan de acción del MAB para Ruanda (2009-2013). UNESCO Nairobi con el ComNat de Ruanda para la UNESCO, Consejo del turismo de Ruanda (ORTPN) y Dirección de la gestión del medio ambiente Ruanda. Kigali (Ruanda): [n.raondry@unesco.org](mailto:n.raondry@unesco.org)

### 10 Noviembre

#### Jornada Mundial de la ciencia

En favor de la paz y el desarrollo: [www.unesco.org/science/psd](http://www.unesco.org/science/psd); [d.malpede@unesco.org](mailto:d.malpede@unesco.org)

### 10-12 Noviembre

#### Biodiversidad y servicios eco-sistémicos

1ª Conf. Intergubernamental para la creación de una plataforma intergubernamental sobre la biodiversidad y los servicios eco-sistémicos (IPBES). Kuala Lumpur (Malasia): <http://ipbes.epeerreview.com/app/Index.aspx>

### 13 Noviembre

#### Agua para la paz

Conf. Internacional con 2 mesas redondas: Estados frágiles, situaciones de crisis y conflictos y; el agua, vector de cooperación y marcos jurídicos e institucionales. Contribución al Foro mundial del agua de marzo 2009. UNESCO-PHI con la Fundación Chirac (Francia): [l.salame@unesco.org](mailto:l.salame@unesco.org)

### 17-19 Noviembre

#### Investigaciones sobre la salud

Foro ministerial mundial copatrocinado por el Consejo de Investigación para la Salud, el gobierno de Malí, la OMS, la UNESCO, y el Banco Mundial. Bamako (Malí): [www.bamako2008.org](http://www.bamako2008.org); [j.hasler@unesco.org](mailto:j.hasler@unesco.org)

### 18-21 Noviembre

#### 1er Foro mundial sobre deslizamientos de terreno

Puesta en marcha del plan de Acción de Tokio sobre el Programa Internacional Sobre los Deslizamientos de Terreno. Tokio (Japón): [b.rouhban@unesco.org](mailto:b.rouhban@unesco.org)

### 25-27 Noviembre

#### Foro regional del GOOS

Guayaquil (Ecuador): [t.gross@unesco.org](mailto:t.gross@unesco.org); [www.ioc-goos.org](http://www.ioc-goos.org)

### 2-5 Diciembre

#### Promover las políticas y las capacidades de gestión del STI en las universidades africanas

Foro regional del Plan de Acción UNESCO-Unión Africana para catalizar la creación de programas de 3er ciclo en C&T en las universidades del continente. Universidad Obafemi Awolowo de Ife-Ife (Nigeria): [sc.stp@unesco.org](mailto:sc.stp@unesco.org); [f.osotimehin@unesco.org](mailto:f.osotimehin@unesco.org)

## Nuevas publicaciones

### Water and Peace for the People

Jon Martin Trondalen. UNESCO-PHI PCCP/Ediciones de la UNESCO. Presentado el 11 de septiembre en la UNESCO. En inglés. Ediciones en árabe y en hebreo previstas para finales de diciembre.

¿Y si los países del Medio Oriente no tuviesen otra perspectiva que la de entenderse para compartir los escasos recursos en agua de la región? Mientras que las necesidades de agua aumentan bajo la presión demográfica y el desarrollo económico, los científicos declaran que el Medio Oriente podría ser la primera región confrontada a una dramática reducción de sus recursos en agua. La situación es ya alarmante. La salobridad aumenta en los principales ríos, como el Éufrates, y la mitad de la población de las grandes ciudades de la región sufre de un déficit de agua potable. Un informe del PNUD (2005) indica que 80% de las familias iraquíes bebe un agua impropia para el consumo. El informe revisa los conflictos del curso superior del Jordán entre Israel y Siria por la meseta del Golan, entre Israel y el Líbano por el Wazzani, y el viejo litigio entre palestinos e israelitas. Estudia también los problemas a los que están confrontados Turquía, Siria e Irak por el reparto de las aguas del Tigris y el Éufrates.

### Arsenic in Groundwater

#### A World Problem

Producido por el Capítulo Holandés de la Asociación Internacional de Hidrólogos (AIH) y el Comité Nacional Holandés del PHI, patrocinado por la División de Ciencias del Agua de la UNESCO. ISBN 978-90-808258-2-6, en inglés, 125 p.

Si la proporción en arsénico de las aguas subterráneas es elevada, contamina el agua potable y los cultivos irrigados. El arsénico puede tener un origen natural o ser producido por la corrosión o la acción microbiana, pero también por actividades antrópicas tales como la explotación minera, la extracción de aguas subterráneas y la fabricación de pesticidas a base de arsénico. La obra resume los conocimientos sobre todos los aspectos del arsénico en las aguas subterráneas. Para descargarlo: [www.iah.org](http://www.iah.org). Para solicitarlo al AIH: [janpiet.heederik@infram.nl](mailto:janpiet.heederik@infram.nl); para más detalles, escribir a Michael van der Valk: [info@hydrology.nl](mailto:info@hydrology.nl).



### Groundwater Resources Assessment under the Pressures of Humanity and Climate Change (GRAPHIC) - Documento de ajuste

Producido por la UNESCO-PHI en colaboración con el US Geological Survey, el Instituto Japonés de Investigación para la Humanidad y la Naturaleza, la University College London (Reino Unido), 2ª edición, en inglés, 32 p. Ver también páginas 6 y 14.

para la Humanidad y la Naturaleza, la University College London (Reino Unido), 2ª edición, en inglés, 32 p. Ver también páginas 6 y 14.

Puesta al día del programa GRAPHIC de la UNESCO, luego de sus cuatro años de existencia. GRAPHIC trata problemas de alcance mundial mediante estudios de casos de grandes sistemas de acuíferos y de prototipos de investigación para el mundo entero. La amplia gama de los temas, de los métodos y de las regiones estudiadas se adaptará para dar cabida a nuevos socios y nuevas tendencias a todo lo largo de este continuo trabajo colectivo. El documento presenta los primeros bocetos de líneas principales y de criterios de selección de los casos a estudiar. Para descargarlo: [www.unesco.org/water/ihp/graphic](http://www.unesco.org/water/ihp/graphic)

### Maletín educativo EDUSIDA

Producido por la UNESCO, líder del EDUSIDA, en estrecha cooperación con los ministerios de educación, las agencias de las Naciones Unidas y otros. Existe en inglés y en portugués. Ediciones en otros idiomas se encuentran en preparación.

El documento presenta consejos técnicos para concebir y poner en marcha políticas de educación en materia de VIH y sida, e ubicar sus programas en el marco de la Iniciativa Mundial Sobre el VIH/sida y la educación del ONUSIDA (EDUSIDA). Cubre cinco temas fundamentales: educación de calidad; contenidos, programas y materiales pedagógicos; formación y apoyo de los educadores; políticas, gestión y sistemas; y finalmente ejemplos de métodos y de entradas en materia. Incluye 35 expedientes técnicos. Lanzado durante la 17 conferencia internacional sobre el SIDA (México, 3-8 de agosto 2008).

Para más detalles: [www.educaids.org/](http://www.educaids.org/); [aids@unesco.org](mailto:aids@unesco.org)