



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

Asia del Sur mira hacia
las biotecnologías, p. 2

Un Mundo de **CIENCIA**

Boletín trimestral
de información sobre las
ciencias exactas y naturales

Vol. 9, No. 2
Abril-junio 2011

SUMARIO

ENFOQUES ...

- 2 Asia del Sur mira hacia
las biotecnologías

ACTUALIDADES

- 9 Buen comienzo para el Año
de la Química
- 9 Lanzamiento del *African Journal of
Chemical Education*
- 10 ¿Qué tipo de explotación minera
para las Reservas de Biosfera?
- 11 Seis ciudades de América del Sur
preparadas para los tsunamis
- 12 ¡He aquí por qué la ciencia
necesita de las mujeres!
- 13 Romain Murenzi va a dirigir
la TWAS
- 13 La UNESCO ayuda a Iraq a
desarrollar su política científica
- 14 Festival de películas científicas para
la juventud de Camboya
- 14 TIC para las universidades de
África occidental

ENTREVISTA

- 15 Moneef Zou'bi estima que grandes
trastornos eran previsible en el
mundo árabe

HORIZONTES

- 17 Reaccionar frente a las condiciones
extremas en Pakistán
- 21 Vivir en tierras inundables

BREVES

- 24 Agenda
- 24 Nuevas publicaciones

EDITORIAL

Una triple catástrofe

«**Mi** corazón esta con el pueblo Japonés» declaró Irina Bokova, pocas horas después de que el país se vio golpeado por el terremoto y el tsunami del 11 de marzo. De una magnitud estimada en 9,0 por la Agencia Meteorológica Japonesa (AMJ), el terremoto ocurrió a escasa profundidad, apenas 24 kilómetros bajo el fondo del océano, su epicentro ubicado a 130 Km de la costa noreste de Japón. Debido a normas muy estrictas de construcción, ningún edificio se ha derrumbado en Tokio, con una población de 35 millones de habitantes.

Tres minutos después del sismo, la AMJ ya había emitido el aviso de alerta. Por desgracia, la primera ola golpeó después de 25 minutos, lo que dejó poco tiempo para alertar a la población. El sismo submarino provocó una serie de olas de tsunami de más de 10 metros de altura que arrasó con los pueblos y ciudades costeras. Dos semanas más tarde, el recuento provisional superó los 10 000 muertos, y todavía hay más de 16 000 desaparecidos.

El curso del tsunami por el Pacífico fue monitoreado de cerca por el Sistema de Alerta contra los Tsunamis en el Pacífico, creado por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO (COI) conjuntamente con los países de La Cuenca del Pacífico hace cerca de 50 años. El Sistema de Alerta se basa en unas cuarenta boyas situadas en alta mar, alrededor de La Cuenca del Pacífico. Las boyas próximas a las costas de Japón registraron una ola de 1,08 m de altura el 11 de marzo, lo que confirmaba la aproximación de un tsunami moviéndose hacia el este.

La preparación técnica es indispensable en caso de tsunamis. Los países situados desde Venezuela hasta Canadá y todas las islas del Caribe acaban de participar, el 23 de marzo, en el primer ejercicio en gran escala de simulación de alerta de un tsunami para el Caribe y las regiones adyacentes. Este Sistema de Alerta fue creado en 2005 por la UNESCO-COI, en cooperación con los países de la región. Es igualmente indispensable preparar a las poblaciones costeras mediante planes de educación y de emergencia para la posibilidad de enfrentar un tsunami. La UNESCO acaba de llevar a cabo un proyecto de esa naturaleza de 15 meses en Chile, Colombia, Ecuador y Perú. Usted encontrará la descripción en este número.

Japón ha sufrido una tercera catástrofe este mes. Cuando la central nuclear en Fukushima fue inundada por el tsunami, se vio privada de la electricidad que garantizaba su sistema de enfriamiento. Eso implicó un sobrecalentamiento de las barras de combustible en varios reactores provocando varias explosiones, en días sucesivos, que liberaron a la atmósfera partículas radiactivas. Más de 200 000 personas fueron evacuadas en un radio de 30 Km de la central. A mediados de marzo, la situación fue clasificada como de nivel 6, sólo un nivel inferior al de la catástrofe de Chernobyl en Ucrania en 1986. En el momento que ponemos en prensa este número, la situación de la central sigue siendo muy incierta.

Este terremoto ha sido el más potente jamás registrado en Japón, y el cuarto del mundo. El segundo mayor por su potencia en la misma zona (magnitud de 8,3) se remonta al año 869 de nuestra era. Es más necesario que nunca llevar a cabo investigaciones para determinar dónde estos grandes terremotos y los tsunamis que generan podrían ocurrir. Las investigaciones sobre los paleo-tsunamis y la geofísica nos enseñarán más acerca de estos fenómenos y en consecuencia mejorarán nuestra preparación para la próxima catástrofe.

Gretchen Kalonji
Sub Directora General para las
Ciencias Exactas y Naturales

Wendy Watson-Wright
Sub Directora General y
Secretaria Ejecutiva de la COI

Asia del Sur mira hacia las biotecnologías

Consideradas en otros tiempos como de lento despegue, las economías de Asia del Sur han experimentado un crecimiento anual promedio de alrededor de 5,5% durante los dos últimos decenios. Las perspectivas son incluso más optimistas, a pesar de la recesión económica mundial. En cuanto a los objetivos de desarrollo que se proponen los países de Asia del Sur, apuntan fundamentalmente hacia la inversión en las infraestructuras que permitan producir personal instruido y competente. Los otros sectores de inversión son los servicios públicos básicos de agricultura, salud y energía, que exigen cada vez más tecnología.

La biotecnología aparece desde entonces como la tecnología dotada del mayor potencial para resolver los problemas de baja productividad, de sistemas de salud sobrecargados, de encarecimiento de los aprovisionamientos de energía no sostenible y finalmente para abastecer de nuevos materiales para las necesidades de la industria y del medio ambiente. Analizaremos los campos de las biotecnologías que ofrecen buenas perspectivas para el desarrollo socioeconómico de Asia del Sur. Estos campos prometedores asocian específicamente la Biología, la Química, la Ingeniería, las Ciencias del Medioambiente, la Informática y la Física, entre otros.

Será imperativo elevar el nivel de la cooperación regional para que Asia del Sur pueda aprovechar sus beneficios. Aparecen signos alentadores tales como la creación del Centro Regional para la Enseñanza, la Formación y la Investigación en Biotecnología, bajo los auspicios de la UNESCO, así como la Universidad de Asia del Sur.

Muchos gobiernos ya son conscientes, en general, del hecho de que la biotecnología tiene valiosos instrumentos para enfrentar muchos desafíos del desarrollo. En el campo agrícola, por ejemplo, la FAO estima que de aquí al 2050 el mundo tendrá que elevar un 50% la producción agrícola si se quiere evitar una escasez mundial de alimentos. La biotecnología puede ofrecer soluciones gracias a la genómica vegetal, a los abonos orgánicos y a la gestión integrada de las plagas. La biotecnología tiene los medios para acrecentar la resistencia de los vegetales a la sequía, a las inundaciones y a las enfermedades; ella puede fortificar los cultivos para combatir las enfermedades humanas como la carencia en Vitamina A o la anemia provocada por carencia de hierro, en las poblaciones subalimentadas; puede también producir fuentes alternativas de combustible (los biocombustibles). Ella ya ha revolucionado el sistema de salud con nuevos instrumentos de diagnóstico, medicamentos y sistemas de administración de medicamentos a los enfermos.

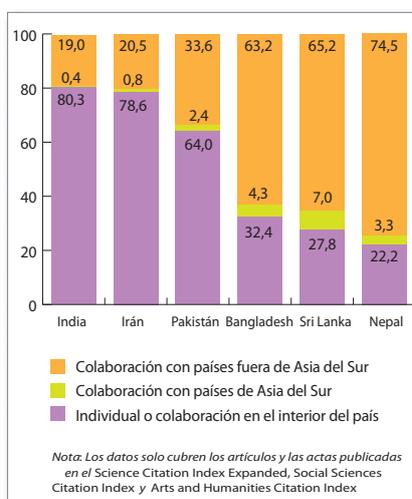
Las ganancias de la biotecnología de la región Asia y Pacífico han aumentado de 25% en 2008, según el informe 2009 *Beyond Borders: Global Biotechnology Report* de la Sociedad Ernst and Young. Actualmente varios países realizan grandes inversiones en ese sector, como China, Singapur, la India, Indonesia, Malasia, Filipinas y Tailandia. Ellos siguen en este aspecto tras las huellas de Japón y de la República de Corea, según el informe *Bioeconomy 2030* de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico.

Sin embargo, a pesar de estas brillantes perspectivas, existen enormes diferencias en la forma en que los países se benefician de la biotecnología, sobre todo en Asia del Sur. El Departamento de Biotecnología de la India informa que el país ha realizado grandes inversiones en este sector, recibiendo beneficios que superan los 2 mil millones de dólares en 2006–2007 y depositando alrededor de 3 000 patentes relacionadas con la biotecnología en el período 1995–2004. El Bangladesh, Pakistán y Sri Lanka, en cuanto a ellos, todavía están utilizando tecnologías de primera generación y, en Nepal, Bután y las Maldivas, la biotecnología aún esta lejos de ser expandida. En estos últimos países los esfuerzos se centran fundamentalmente en el cultivo de tejidos vivos.

En Asia del Sur los científicos tienen tendencia a ignorar a sus vecinos y buscar a colaborar con los Estados Unidos o Europa, en parte porque esto los hace creíbles a los ojos de sus universidades o instituciones de tutorías. El *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010* estima que «solo 3% de los artículos de investigación son publicados en colaboración con científicos establecidos en Asia del Sur» (ver gráfico). Sin negar la importancia de la colaboración internacional, la cooperación regional debería ser netamente mayor. Al prever las áreas de interés comunes a la región, se pueden realizar alianzas entre científicos que amplían y diversifican su campo de investigación. Esto es aún más imperativo en estos momentos en que rompe la ola de los campos pluridisciplinarios de la



Los obreros agrícolas baten el arroz en la región pakistani de Mohenjo Daro.



Colaboración científica entre los autores de Asia del Sur, 2007 (%)

Fuente: Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010

biotecnología, que anuncian un cambio de paradigma en la forma de resolver los problemas críticos de la agricultura y la medicina. Algunos de estos campos están descritos más abajo.

Biomateriales y bioingeniería para la salud

Biomateriales y bioingeniería aplican a los problemas biológicos y clínicos los principios de la ingeniería. Simultáneamente los descubrimientos en campos tales como la nanotecnología mejoran considerablemente la forma de fabricar biomateriales y la complejidad de sus funciones: pueden, por ejemplo, regenerar tejidos para curar heridas.

El (o la) bioingeniero (a) emplea las metodologías y las técnicas de campos más tradicionales, que él (ella) desarrolla o adapta en función de las especificidades de los sistemas biológicos. Tomemos el ejemplo de los aparatos de inducción de médula ósea, objetos compuestos que utilizan a la vez elementos tradicionales de la prótesis y un poco de ingeniería de tejidos con el fin de asegurar la estabilidad de los tejidos de la médula espinal en espera de su consolidación. La bioingeniería es solicitada de diversas formas, desde la concepción, elaboración y funcionamiento de complejos aparatos médicos de prevención, diagnóstico y tratamiento, hasta el estudio del comportamiento de los tejidos en pacientes sanos y enfermos, y la elaboración de programas y modelos teóricos que mejoran nuestro conocimiento sobre temas biomédicos complejos. Evidentemente la aplicación deriva en fabricar y administrar más eficazmente los medicamentos.

Según la OMS, el porcentaje de la población asiática a la que se ha diagnosticado diabetes, de naturaleza hereditaria o factores ambientales, aumenta constantemente. En estos pacientes, el páncreas ya no produce la hormona insulina, y deben por consiguiente mantener su nivel de glucosa en sangre con inyecciones hipodérmicas diarias de insulina. Pero estas inyecciones diarias no pueden reemplazar el mecanismo natural del organismo en la distribución de insulina. Sin mencionar que la inyección es dolorosa y que los riesgos de infección durante la misma son muy grandes. La administración de medicinas por la vía oral es la corriente y la mejor aceptada por el paciente, pero no es conveniente en el caso de la insulina porque la hormona sintética es



© V. Durruyt y P. Guesq/Fundación L'Oréal

Una de las cinco laureadas del premio L'Oréal-UNESCO de este año, la Prof. Vivian Wing-Wah Yam trabaja sobre materiales emisores de luz que pueden actuar como quimiorreceptores para detectar la glucosa en sangre de los diabéticos o la presencia de células malignas (ver también p. 12).

neutralizada por los ácidos y las enzimas que descomponen las proteínas (las proteasas) en el tracto gastrointestinal. La bioingeniería pudo resolver este problema creando una cápsula de insulina oral sensible al pH. Innovaciones en la forma de fabricar biomateriales, a menudo derivadas de técnicas físicas o Químicas, han permitido también nuevos enfoques del diagnóstico.

La bioingeniería no se limita a la investigación médica. La purificación del agua potable sigue siendo un problema mayor, notablemente en una región en desarrollo y superpoblada como Asia donde la mayoría de la población es rural y no tiene el acceso a un agua potable de calidad. Según los científicos del Instituto Nacional Indio de Ingeniería e Investigaciones Medioambientales, el agua disponible en la India está contaminada en la asombrosa proporción de 70%, y las aguas residuales producidas por 25 ciudades muy contaminantes del país causan el 75% de la contaminación de los ríos. El Yamuna en el que se vierten diariamente 200 millones de litros de aguas residuales y no tratadas por el Sistema de Alcantarillados de Delhi, se ha convertido en uno de los ríos más contaminados del mundo, según el PNUD.

Los productos de purificación Química actualmente en el mercado contienen plata, yodo y cloro en forma de comprimidos. Ellos son eficaces, en general, pero presentan algunos inconvenientes como la descontrolada liberación de desinfectantes que perturban el sistema biológico humano, y tienen efectos tóxicos si su uso es excesivo. Además, se modifican el color y el olor del agua filtrada y, después de varios ciclos, algunas materias sólidas están presentes en el agua debido al carácter friable de los componentes. El Instituto Indio de Tecnología de Delhi creó un polímero micro poroso no friable que puede matar los microbios en solo minutos sin liberar desechos tóxicos.



Foto: S Rajib, Concurso de fotos sobre el agua del 50 aniversario UNESCO-IHE

Hombre joven ante el Taj Mahal. Situado a 200 Km al sudeste de Delhi, la ciudad de Agra cuenta con una población de alrededor de 1,7 millones de habitantes. Un 80% de las aguas usadas de la ciudad corren hacia el río Yamuna.

Genómica vegetal

Fue a mediados de los años 1990 que fueron cultivados, a escala comercial, los primeros cultivos genéticamente modificados (GM). A pesar de que son cultivados mayormente en los países desarrollados, un número creciente de países en desarrollo se han dado a esa tarea. En 2008, el International Service for the Acquisition of Agri-biotech Application estimaba¹ que los agricultores de 12 países en desarrollo habían sembrado cultivos GM el año anterior y que, por primera vez, su número sobrepasaba el de los países industrializados. Argentina estaba a la cabeza del movimiento para los países en desarrollo, con 18,9 millones ha de maíz, soja y algodón GM. Brasil estaba en segundo lugar, con un poco más de 14,9 millones de ha de algodón y soja GM. En cuanto a la India, esta cultivaba 6,10 millones de ha de algodón GM en 2007, su único cultivo biotecnológico. Casi todos los cultivos GM comerciales se modifican según dos características: la tolerancia a los herbicidas (63% de las cosechas en 2008) o la resistencia a los insectos (15%). Cerca de un 22% se califica bajo las dos categorías.

Asia tendrá que enfrentar un desafío importante en los próximos 20 a 25 años: el crecimiento en términos absolutos de su población, el mayor del mundo, que pasaría de 3 a 4,5 mil millones según los recientes informes de la FAO y el PNUD. El cambio climático también reduciría, según las previsiones, la productividad de los cereales en el conjunto de Asia del Sur, y amenazaría la seguridad alimentaria de más de mil millones de personas, en la medida en que los países dispondrán de menos agua y tierras para aumentar la productividad agrícola y alimentar este suplemento de población.

Estos últimos dos años, según la FAO, una fuerte infraestructura en investigación y desarrollo (I&D) en materia de agricultura ha nacido tanto en China como en la India, entre otros países en desarrollo. Sin embargo, parece ser que, para enfrentar la crisis actual de la agricultura, la región necesita de una estrategia bien definida que le permitiría sacar provecho de la biotecnología. Es más aun urgente para los países asiáticos pequeños como Sri Lanka, Nepal, Camboya, la República Democrática Popular Lao, etc. cuya infraestructura y acceso a la tecnología son más problemáticos.

La buena productividad agrícola depende grandemente de la fertilidad de los suelos y la irrigación, que faltan a los campesinos más pobres. Como lo demostró la experiencia de los pequeños cultivadores de algodón GM en Sudáfrica, la tecnología de los cultivos GM debe poder contar con una infraestructura e instituciones de base para beneficiar a la categoría de la población más pobre. También es indispensable tener sólidas relaciones entre los sectores público-privado que favorezcan la colaboración a nivel local como internacional, y evidentemente organizar campañas de sensibilización.

La aplicación de la biotecnología no se restringe sólo en mejorar sus cultivos incrementando su rendimiento. Esta también puede favorecer la resiliencia de las plantas con respecto a otras condiciones medioambientales como la sequía y las inundaciones. En un artículo publicado por *Nature* el 20 de agosto de 2009, un equipo japonés dirigido por el Dr Hatori afirma haber identificado dos genes, los SNORKEL1 y SNORKEL2, que permiten a variedades de arroz cultivado en el agua alargar sus tallos por encima del agua, lo que tiene por efecto aumentar la producción. El trabajo de este equipo ayudará a aumentar la producción de arroz en las zonas sujetas a inundaciones. Hace 13 años, el Instituto Internacional de Investigación del Arroz, en Filipinas, descubrió un gen, el Sub 1A, que permitía a una variedad india de arroz resistir su inmersión durante más de dos semanas. Si el Sub 1A es eficaz para períodos cortos, los SNORKEL1 y 2 permanecen activos durante inundaciones más largas y más fuertes. Este descubrimiento se adapta sobre todo al contexto asiático donde alrededor del 30% de los campos arroceros son cultivados en régimen de lluvias de nivel variable (ver también página 17).



Au Bhoutan, différentes variétés de arroz sont cultivées en terrasses.

Biología sistémica para el suministro de medicinas

Si es difícil lograr algo de la nada, puede ser así de difícil lograr algo de cualquier cosa. Pero es de hecho lo que intentan hacer numerosas compañías farmacéuticas al buscar nuevos usos a las medicinas combinando la masa infinita de información biológica disponible en un nuevo campo de la ciencia llamado biología sistémica.

La biología sistémica acumula una cantidad sin precedentes de datos sobre las células, y luego saca de ellas información con la ayuda de modelos matemáticos. En su forma más elaborada, esta puede abarcar la totalidad de los datos moleculares de

alto débito, tales como las secuencias de ADN, las moléculas de ARN, las proteínas y otras sustancias producidas por el metabolismo (los metabolitos), así como datos más descriptivos como los diagnósticos clínicos de los pacientes y sus reacciones a las medicinas (el campo de la fármaco-genómica). Programas informáticos modelan estos procesos del interior de nuestras células. Los datos se integran entonces en los modelos que también deben tener en cuenta las indicaciones de tiempo y espacio, ya que las moléculas cambian de lugar y función a cada micro segundo. No es suficiente modelar lo que uno sabe de la célula: los modelos también deben predecir lo desconocido, para que los científicos puedan probar sus hipótesis.

Subsisten, sin embargo, en los medios industriales y universitarios, personas reticentes con respecto a la biología sistémica. Nadie puede estar seguro de que logrará aumentar el número de medicinas en estudio que pasan con éxito las pruebas clínicas. Es sin embargo una apuesta que casi todos los industriales parecen deseosos de hacer, incluso con inversiones a veces modestas. En un informe publicado en 2009, titulado *Diagnostics*, los expertos de la sociedad Price Waterhouse Coopers sostuvieron

que la industria farmacéutica debía apoyarse más en la biología sistémica si quisiera sobrevivir al presente estancamiento de los descubrimientos en el campo de la medicina. Ellos previeron que este acercamiento se haría más evidente de aquí al 2020.

La biología sistémica también puede mostrarse útil en el campo de la medicina tradicional. Las compañías farmacéuticas se han abierto mucho más a las medicinas tradicionales chinas y ayurvédicas durante esta última década. Pero su estudio por exploración de los conocimientos ha sido típicamente occidental: aislar los ingredientes activos y probarlos uno por uno. Este estudio reduccionista resultó en aprobar el uso de medicinas tales como la artemisiana para la malaria que, en la medicina china, sirve para tratar la fiebre, o el trióxido de arsénico que se ha tomado prestado a la medicina china para el tratamiento de la leucemia mielocítica aguda. Pero identificar los ingredientes activos no es fácil. La mayoría de los remedios de la medicina china son fórmulas complejas que pueden contar hasta 50 especies de hierbas que contienen miles de químicos. Para profundizar en el conocimiento de los tratamientos chinos tradicionales, los investigadores piensan que deben intentar entender cómo las mezclas de ingredientes actúan entre ellos. La biología sistémica se esfuerza por conocer las funciones y la conducta de un organismo estudiando las interacciones entre sus elementos. Por esta razón, algunos la consideran como el equivalente perfecto de la medicina china tradicional. Al medir al mismo tiempo muchos genes, proteínas y metabolitos, la biología sistémica podría proporcionar una idea de la reacción del conjunto del cuerpo a una mezcla compleja de hierbas.

La mayoría de los países en desarrollo de Asia del Sur están aún en la primera fase del aprendizaje tecnológico donde el acceso a las patentes existentes es indispensable para el desarrollo industrial. Todavía no existen modelos generales que les permitieran fusionar en una estrategia común los diferentes descubrimientos. Por ejemplo, las compañías de biotecnología agrícola buscan los medios para compartir sus patentes con los países en desarrollo en el marco de acuerdos institucionales específicos que flexibilizan sus condiciones de asignación. Podría ser ventajoso para ellos adoptar medidas similares en el campo de la biotecnología industrial y medioambiental².

Un ejemplo feliz de un acuerdo institucional es la iniciativa Open Source Drug Discovery tomada por el Consejo de la Investigación Científica e Industrial de India. Esta iniciativa tiene como objetivo producir medicinas accesibles para las poblaciones



Vacunación en la India

© WHO/P. Viot

de pobres gracias a un subsidio de investigación en colaboración, abierta a todos y que cubre el conjunto del proceso de creación de la medicina. Esta iniciativa india aún está en sus inicios y el éxito a largo plazo podría depender de su capacidad de encontrar suficientes incitaciones financieras y no financieras.

El desarrollo de vacunas

La inmunización es probablemente el medio más eficaz de prevenir y enfrentar las enfermedades animales. Las vacunas ofrecen en general considerables ventajas por un costo relativamente poco elevado, consideración fundamental para los países en desarrollo. Además, para enfermedades infecciosas muy extendidas, el desarrollo de buenas vacunas puede reducir el uso de antibióticos. Entre los países que contestaron en 2005 una encuesta de la Organización Mundial de Salud Animal, 7 países asiáticos de 14 declararon producir o utilizar algunas vacunas para los animales originadas por la biotecnología, algunas en fase experimental, otras vendidas en el comercio.

Paralelamente al progreso logrado en la creación de vacunas, existen métodos mejorados de administración de vacunas y medicinas. Como subrayó la OMS, miles de niños mueren todos los años de enfermedades que pueden ser evitadas gracias a las vacunas, debido al precio prohibitivo de su administración. Los gastos de transporte y almacenamiento refrigerado cuestan muy caros a las campañas de vacunación. El recurso al personal médico calificado se agrega a los gastos. Algunos tratamientos médicos largos y complejos causan problemas a las poblaciones, sobre todo si incluyen visitas a los centros médicos. Su interrupción no sólo puede traer consigo la muerte sino también la aparición de cepas de bacterias resistentes a las medicinas. A medida que se desarrollan técnicas para la administración de vacunas y medicinas sin necesidad de inyectar y nuevos sistemas de distribución controlada, muchos de los problemas expuestos serán resueltos. Actualmente los científicos exploran diferentes alternativas en ese sentido.

Algunas vacunas se usan también para mejorar la salud de los peces por la selección convencional de su resistencia a las enfermedades y para la investigación molecular de los agentes patógenos para fines del examen y el diagnóstico. Estas técnicas se usan actualmente en el mundo entero para descubrir las enfermedades virales de los camarones marinos y, en numerosas regiones, los agentes bacterianos y fúngicos en los peces. Esto permite ajustar a las normas de cuarentena y de



Montañas del centro del Bhutan, donde abundan las plantas medicinales y (detalle) un investigador en agronomía realizando una micropropagación de plantas durante un taller organizado por la UNESCO en Bhutan en junio 2009.

comercialización de especies acuáticas decretadas por la Organización Mundial del Comercio y el Buró Internacional de los epizootias.

Los diagnósticos fundamentados en la biotecnología también tienen su importancia en el análisis de los alimentos. La mayoría de los métodos microbiológicos clásicos dependían de los cultivos de microorganismos puestos en placas de agar y detectadas por su sello bioquímico. Estos métodos son a menudo fastidiosos, consumidores de personal y lentos. Los sistemas de diagnóstico y de identificación genéticas pueden mejorar grandemente la especificidad, la sensibilidad y la rapidez de las pruebas microbianas. Las metodologías de tipificación molecular sirven para la alimentación, para buscar y vigilar la presencia de bacterias dañinas (flora y microflora de cambio). Estos métodos se basan en general en la técnica de reacción en cadena por polimerasa, capaz de amplificar minúsculas cantidades de ADN para lograr un examen eficaz y robusto. Al combinar estas tecnologías con otras pruebas genéticas, los científicos pueden describir e identificar los organismos a nivel de género, de especie, de subespecie e incluso de la cepa, lo que permite determinar con precisión las fuentes de la contaminación³.

© S. Abdul Sattar, Centro de Investigaciones Marinas de Las Maldivas

Un científico del Centro de investigaciones marinas de las Maldivas analiza en laboratorio el crecimiento de micro-algas.



En 2009, la Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico (CESAP) y el Banco Mundial designaron algunas esferas cruciales en las cuales la nanotecnología pudiera ser de una gran utilidad al impulsar en la región un desarrollo integrado y un crecimiento económico. Estos son, por ejemplo, la producción de nanopartículas para la purificación del agua, la utilización de nanotubos de carbono en la transformación y conservación de los alimentos, la aplicación de

sets de diagnósticos poco costosos y efectivos para una serie de enfermedades comunes, sistemas innovadores de administración de medicamentos y vacunas y una mayor eficiencia de la conversión de energía en las tecnologías fotovoltaicas solares gracias a los nanotubos y las nanopartículas.

Para muchos expertos, la bionanotecnología parece como una perspectiva a largo plazo: se necesitará primero hacer investigaciones y numerosos ensayos, principalmente en la esfera médica, antes de pasar a los procedimientos rigurosos de prueba y validación. No obstante, todo va rápido. Si las naciones en desarrollo quieren beneficiarse de los beneficios que esta tecnología puede ofrecer, será necesario administrar con sumo cuidado las numerosas cuestiones de financiamiento, infraestructura, formación y política relativa a los aspectos tanto técnicos como medioambientales.

También se plantean las cuestiones de ética. En sus recomendaciones publicadas en 2008 tituladas *Las Nanotecnologías: políticas y estrategias*, la Comisión Mundial de la UNESCO de ética de los conocimientos científicos y de las tecnologías examinó algunas, como: ¿Cómo garantizar la distribución equitativa de las ventajas extraídas de una tecnología creada en gran medida por el sector privado pero dotada de importantes implicaciones humanitarias? ¿La falta de competencia entre las naciones en desarrollo en la adopción y utilización de la nanotecnología implica que sus empleos manufactureros llegarán a ser obsoletos desde el momento que las naciones más avanzadas tecnológicamente hayan reemplazado sus procedimientos tradicionales por procedimientos que benefician de la nanotecnología?

Bionanotecnología

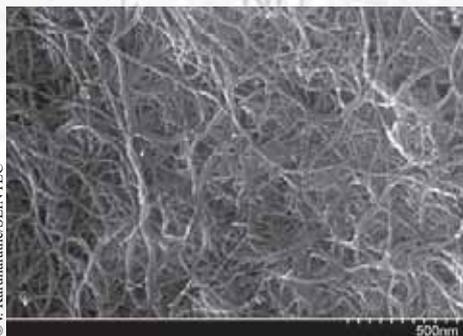
La bionanotecnología tiene el potencial para revolucionar la industria agroalimentaria por los nuevos recursos de que dispone para detectar rápidamente las enfermedades vegetales y mejorar la capacidad de las plantas para absorber los nutrientes. Captadores inteligentes y sistemas sofisticados de administración de los tratamientos ayudarán a la industria a combatir los virus y otros agentes patógenos de los cultivos.

Muchos son los países emergentes que tienen proyectos ambiciosos de I&D en nanotecnología, como África del Sur, Brasil, China, India, Irán, Malasia, México y Singapur. Sin embargo, mientras que los países pobres siempre deben fortalecer, por ejemplo, sus sistemas sanitarios y ampliar el acceso de la población a los cuidados médicos, la nanotecnología pudiera, a largo plazo, salvar vidas al mejorar sensiblemente los diagnósticos y los tratamientos. Varios países en desarrollo del Asia del Sur, del Sudeste asiático y del Pacífico se esfuerzan por comprometerse en esta vía.

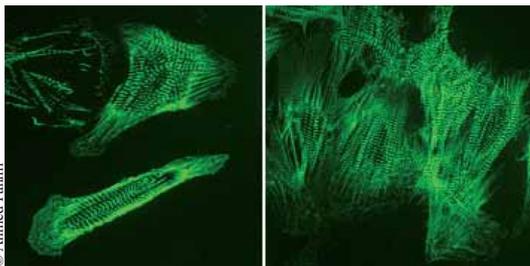
Bioseguridad y bioética

En laboratorio, el riesgo y el peligro físico plantea problemas técnicos. Las políticas y los reglamentos destinados a administrar estos riesgos dependerán en gran medida de la capacidad científica, incluido la experiencia humana, así como la calidad de los equipos de laboratorios. Ahora bien, esta capacidad no existe aún en una gran cantidad de países en desarrollo.

El Protocolo de Cartagena sobre la bioseguridad, primer acuerdo especialmente destinado a tratar sobre los productos de ingeniería genética, aplica el principio de precaución en la evaluación de los riesgos vinculados a los organismos GM. Según este principio la ausencia o escasez de prueba científica del riesgo no deben ser consideradas como prueba concluyente de la inocuidad de un organismo dado: debe por consiguiente



Estos nanotubos de carbono producidos por el Instituto de Nanotecnología de Sri Lanka están constituidos por grafito de la veta srilankesa de la que el carbono es puro un 99%. En presencia de nanotubos, el crecimiento de las plantas es más vigoroso y más rápido, lo que hace esperar que estos nanotubos se vuelvan un preciado adyuvante para los fertilizantes.



Músculos cardíacos neonatales de una rata de laboratorio teñidos de verde. Realizado en Rayne Instituto de Londres, Reino Unido, esta experiencia respetó el estricto reglamento de bioseguridad y los protocolos de bioética. A la izquierda, imagen de control y, a la derecha, los mismos músculos a los que se añadió interleuquina. Esta proteína estimula la reacción inmunitaria post traumatismo principalmente los ataques a los tejidos que provocan una inflamación.

ser sometido a un análisis riesgo/beneficio. Ello tranquiliza algo a los países en desarrollo que aún no están en capacidad de efectuar evaluaciones profundas. No obstante, si este principio de precaución permite sostener que ninguna tecnología está totalmente exenta de riesgo, también puede ser utilizado de forma tergiversada para obstaculizar los intercambios comerciales y al desarrollo ulterior de la biotecnología. Ello hace pensar que hay que trabajar para armonizar algunas cláusulas del Acuerdo sobre los aspectos de los derechos de propiedad intelectual que afectan el comercio con las del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Ante la complejidad creciente de las cuestiones bioéticas—relativas, por ejemplo, a la manipulación de los datos genéticos humanos, la bio-piratería, investigación sobre las células madres embrionarias, el clonaje animal o la ingeniería genética de plantas para producir las vacunas y los productos farmacéuticos— los países de Asia del Sur cada vez son más numerosos en instituir comités nacionales de bioética, según la UNESCO. Estos comités asesoran a los decisores sobre las formas de reflejar en la legislación y los reglamentos nacionales las normas universales enunciadas en los instrumentos jurídicos internacionales, a fin de afianzarla firmemente en la política y las prácticas nacionales en materia de ciencias biológicas.

Por ejemplo, las compañías farmacéuticas cada vez realizan más ensayos clínicos en países en desarrollo, pero en muchos casos con prácticas dudosas. Si los ensayos fueran efectuados en sitios aceptados mundialmente, se podría ahorrar tiempo y dinero. Sería más rápido alcanzar el número de pacientes objetivo, y la aceleración de la puesta en el mercado de los medicamentos podría proporcionar a las compañías productoras un año extra de exclusividad en la patente. Los propios países ganarían en términos de finanza, formación de personal hospitalario, escuelas de medicina y organismos de investigación.

La cantidad de ensayos efectuados en China e India en particular está en constante aumento, pero estos dos países tienen puntos débiles en cuanto a habilidades y exigencia ética. Un estudio reciente de Normile indica que solo 207 de los 2 235 ensayos «aleatorios» citados en las publicaciones chinas habían tenido correcta aleatoriedad y que, en India, la mayoría de los expertos potenciales no tenían las competencias necesarias para efectuar estos ensayos. Los pacientes son frecuentemente incitados a participar en los ensayos, pero el analfabetismo muy expandido lleva a eludir los protocolos de expreso consentimiento y los publicitarios atraen a menudo a los participantes potenciales mediante distribuciones de dinero y de medicamentos costosos. Aplicar las normas de la bioética a los registros y las publicaciones científicas permitiría tener

en cuenta la participación creciente del mundo en desarrollo en los ensayos clínicos.

La cooperación regional es imperativa

Desde 1990, los jefes de gobierno de la Asociación de Asia del Sur para la cooperación regional (AASCR) reconocieron la necesidad de institucionalizar y promover la cooperación en biotecnología. Pero esta fue muy poca y solo produjo un compromiso formal y tardío en junio de 2009 cuando el Grupo de Trabajo de la AASCR sobre la biotecnología reunido en Colombo (Sri Lanka) lanzó la cooperación entre estados miembros mediante programas comunes de investigación y de becas.

Es imperativo desarrollar la cooperación regional a fin de disponer de muy buenas universidades y centros de investigación, financiar generosamente la investigación fundamental y aplicada, forjar poderosos lazos internacionales y abrir ampliamente los canales de comunicación. Esto dicho, la cooperación regional no debe necesariamente limitarse a una circulación en un solo sentido, entre donantes y beneficiarios. Hay evidentemente posibilidades de cooperación regional en forma de investigaciones conjuntas y aplicación y transferencia de tecnologías.

En los años 1980, la ONUDI dirigió la creación del Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGEB) cuyas oficinas están situadas en Trieste (Italia) y Nueva Delhi (India) y desde 2007 en Cabo (Sudáfrica). Desde entonces la CIIGEB ha desarrollado las competencias de los países en materia de biotecnología industrial agronómica, farmacológica y sanitaria-animal y humana. Más de 30 centros se han unido a ella en todo el mundo, de ellos algunos devinieron centros de excelencia. A menudo, se encuentran en los países en desarrollo y de economías en transición. La importancia de las capacidades de investigación *locales* en el establecimiento de una base industrial *local* es puesta en evidencia.

La Universidad de Asia del Sur: un adelanto para la región

Un salto cualitativo se produjo en la cooperación regional en junio pasado, con el nacimiento de la Universidad de Asia del Sur, provisionalmente situada en un campus de la universidad Jawahariar Nehru de Nueva Delhi. Fundada por AASCR, la universidad acogerá en un primer momento 50 estudiantes en una media docena de cursos para masters, de los cuales uno dedicado a la biotecnología. Las candidaturas serán examinadas en julio y los cursos deberán iniciarse en agosto. Los estudiantes procederán esencialmente de los ocho países de la AASCR⁴ y sus gastos de estudios serán subvencionados en una gran parte. Los estudiantes

de países ajenos a la AASCR podrían ser admitidos pagando la totalidad de los gastos. Los profesores también serán reclutados preferentemente en los ocho países de la AASCR.

¡A los médicos la ingeniería y a los ingenieros la biología!

Según Narasimharao⁵, muy pocas instituciones en India, o incluso en la totalidad de Asia del Sur, ofrecen una formación o una enseñanza multidisciplinaria, mientras que es una condición crucial para el logro de cualquier estrategia nacional de biotecnología. En las universidades convencionales, la propia estructura de los departamentos universitarios, divididos en disciplinas distintas, obstaculizan este objetivo.

Para ser eficiente, la colaboración debe hacerse intelectualmente productiva para todas las disciplinas en juego. Ella puede emanar, en un primer momento, de la necesidad de los biólogos de dirigirse a los físicos o a los matemáticos para crear las técnicas o construir modelos que respondan a las cuestiones puramente biológicas, lo que establece una relación en un solo sentido. O bien, el atractivo de los modelos simples y elegantes puede comprometer a los teóricos con objetivos que no aportan necesariamente claridad sobre la biología. Pero en los mejores ejemplos de trabajos interdisciplinarios, el descubrimiento y la explicación se hacen en beneficio de las dos partes. Los biólogos tienen así la posibilidad de responder a las cuestiones claves de su esfera y los matemáticos y los físicos de crear y utilizar las técnicas de investigación que mejor convengan a sus conocimientos del medio natural.

Hay que deplorar también la falta de reconocimiento debido a que la biotecnología exige una multitud de especialistas. De manera que existe una escasez aguda en numerosas profesiones cuya formación exige la multidisciplinaria, como las de médicos, ingenieros, especialistas de la elaboración clínica de productos y expertos en reglamentación de la ciencia y en garantía de calidad. Esta cuestión fue tratada en el informe de la UNESCO sobre *La Ingeniería: Retos y Desafíos para el desarrollo*, publicado el año pasado.

Consciente de la situación, el gobierno de la India creó un Centro Regional para la enseñanza, la formación y la investigación en biotecnología, en virtud de un acuerdo firmado con la

UNESCO en julio 2006, en el marco del Programa Internacional para las Ciencias Básicas. Locales provisionales con tecnología de avanzada han sido habilitados y, fueron reclutados para la unidad de investigación tres investigadores principales. La construcción de los locales permanentes en Faridabad, en los suburbios de Delhi, deberán terminarse dentro de algunos años. A pesar de que los estudiantes de todo el mundo pueden presentar candidaturas, la preferencia será dada a los de Asia.

La formación está esencialmente caracterizada por la apertura a las otras disciplinas. Los futuros médicos se matriculan no solo en las disciplinas médicas sino que siguen también cursos de ingeniería biomédica, de nanotecnología y de bio-empresariado. Durante su formación médica, colaboran con los biólogos e ingenieros gracias a la puesta en red de los hospitales y escuelas de medicina locales.

Como una enseñanza y una formación de primer orden van a la par con un medio ambiente de investigación estimulante los trabajos de investigación efectuados en el Centro, se situaron en la interfaz de múltiples disciplinas y se concentraron en la elaboración de tecnologías. Está previsto establecer programas especializados en esferas específicas que ofrezcan nuevas oportunidades tales como la ingeniería celular y tisular, la nanobiotecnología y la bioinformática, especialidad que establece la sinergia entre tecnología de la información y biomateriales de punta. Los puntos fuertes de la formación serán la reglamentación, la elaboración de productos, el paso a la fase comercial la fabricación y el bio-empresariado.

Es de esperar que este Centro regional se convierta en una plataforma para suscitar y aplicar programas conjuntos, tanto en el marco regional para responder a los desafíos del desarrollo de Asia del Sur como en un marco más amplio para abastecer el mercado mundial en productos y servicios.

Ahmed Fahmi⁶

Para más detalles sobre el Centro Regional: www.rcb.res.in/ ;

Sobre la Universidad de Asia del Sur: www.southasiainiversity.org

Este artículo se basa en una serie de conferencias sobre la biotecnología y el desarrollo en Asia patrocinado por la Oficina de la UNESCO en Nueva Delhi desde 2004. Un artículo similar, del mismo autor, se publicará en mayo 2011 en el *Journal of Biotechnology de Elsevier*.



Maqueta del Centro Regional para la Enseñanza, la formación y la Investigación en Biotecnología (a la izquierda) y el Instituto Transnacional de Ciencias Médicas (a la derecha) en construcción en Faridabad. Los mismos forman parte del cluster único de ciencias biotécnicas que el gobierno indio establece actualmente.

1. Ver Clive James (2008) *Global status of commercialized biotech/GM crops*: www.isaaa.org/
2. Ver S. Charturvedi y K. Ravi Srinivas (2011) *Contours of South-South Cooperation and Biotechnology in Asia: Strategising for Agricultural and Industrial Growth*. *RIS Policy Brief*. No.49
3. Ver J. Ruane y A. Sonnino (ed) (2006) *The Role of Biotechnology in Exploring and Protecting Agricultural Genetic Resources*, Background document, pp. 151-172. *FAO, Roma*
4. *Reuniendo Afganistán, Bangladesh, Bhutan, India, Las Maldivas, Nepal, Paquistán y Sri Lanka*
5. B.P. Narasimharao (2009) *Need for new trends in biotechnology education and training*. *Asian Biotechnology and Development Review*, 11, 89-114
6. *Especialista del Programa, Oficina Cluster de la UNESCO en Nueva Delhi para Bangladesh, Bhutan, India, las Malvinas, Nepal y Sri Lanka*: a.fahmi@unesco.org

Buen comienzo para el Año de la Química

El Año Internacional de la Química (AIQ) fue inaugurado oficialmente por la UNESCO y la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (UIQPA) en una conferencia celebrada el 27 y 28 de enero en la sede de la UNESCO, París. Durante todo el Año, los estudiantes de las escuelas primarias y secundarias están invitados a participar en el intento de batir el récord de lo que será el mayor experimento científico nunca antes realizado.

El Experimento Química Mundial forma parte del objetivo general del Año de apreciar mejor la Química. Con el título «El Agua una Solución Química», el proyecto invita a los estudiantes de primaria y secundaria a llevar a cabo cuatro experimentos sobre la calidad del agua: analizar su salinidad y su acidez, aprender a filtrarla y destilarla. El 22 de marzo, Día Mundial del Agua, la experiencia fue lanzada oficialmente por la UNESCO cuando 1 000 estudiantes de Ciudad del Cabo (Sudáfrica) realizaron este experimento.

Una vez realizada esta prueba, los niños en todo el mundo tendrán la oportunidad de entrar los resultados de sus experimentos en un mapa interactivo en línea en una página web creada especialmente. Este experimento de Química podría ser el mayor de este tipo nunca antes realizado. En la UNESCO, Rovani Sigamoney explica que «estos cuatro experimentos son fáciles de realizar en los laboratorios de la mayoría de las escuelas, ya que no requieren equipos adicionales. Sin embargo, para muchas escuelas en el mundo que carecen de laboratorios, el equipo de la AIQ ha desarrollado un set de juegos especializados en experiencias del agua».

Una segunda iniciativa, Visualizar y Entender la Ciencia del Cambio Climático, está dirigida a escolares y estudiantes en todo el mundo. Mediante nueve lecciones interactivas en línea, los jóvenes serán capaces de comprender los fenómenos científicos responsables del cambio climático y evaluar el papel desempeñado por el hombre en este fenómeno.

La conferencia inaugural del Año fue declarada abierta por la Directora General de la UNESCO y Nicole Moreno, Presidenta de la UIQPA. El 27 de enero, los debates se centraron sobre todo en la contribución de la Química a la vida moderna, el lugar de la mujer en la Química y los vínculos entre la Química y el desarrollo sostenible. El segundo día se dedicó a analizar las relaciones entre la Química y una amplia gama de temas tales como la salud, la energía, los materiales, la nutrición y la economía.

Entre los ponentes se encontraban el Prof. Jean-Marie Lehn (Francia), Premio Nobel de Química en 1987, la Prof. Ada Yonath (Israel), Premio L'Oréal-UNESCO para Mujeres en la Ciencia 2008 y Premio Nobel de Química en 2009, y también, el Prof. Yuan Lee (Taiwan, China), Premio Nobel de Química en 1986.

La Prof. Hélène Langevin-Joliot (Francia), Directora de Investigación en el Centro Nacional de Investigación Científica y nieta de Marie Skłodowska Curie, dio un giro más personal a su discurso. Al recordar la extraordinaria vida de su abuela,



© EPCA/UNESCO/UIQPA

Vista extraída del filme de tres minutos: Chemistry – all about you, realizada por la Asociación Europea de la petroQuímica, la UNESCO y la UIQPA con el objetivo de mostrar cómo la creatividad de la Química está presente en nuestra vida cotidiana. Presentada en el lanzamiento del Año, la película está libremente disponible para cualquiera que desee darla a conocer.

contó cómo, cuando Pierre y Marie Curie descubrieron el polonio y el radio en 1898, la Academia de Ciencias de Francia sólo presentó los nombres de Pierre Curie y Henri Béquerel al comité del Nobel. Al enterarse de esta discriminación a través del matemático sueco Gösta Mittag-Leffler, Pierre «protesta enérgicamente». Así que en 1903 el Premio Nobel de Física fue compartido entre Henri Béquerel, Pierre y Marie Curie «en reconocimiento de los servicios extraordinarios que hicieron a través de sus investigaciones conjuntas sobre los fenómenos de radiación descubiertos por el profesor Béquerel» [en 1896]. En 1911, cinco años después de la muerte accidental de su amado esposo, Marie Curie recibió el Premio Nobel de Química «por sus descubrimientos y su estudio de los elementos radio y polonio».

La celebración de la contribución de las mujeres a la Química es parte de los principales objetivos de la AIQ. En su inauguración, María Garson, de la Universidad de Queensland, Australia, comentó un cortometraje que muestra algunas de las 5 000 mujeres de 44 países que participaron, el 18 de enero, en el desayuno en red con el tema: Las Mujeres comparten un momento químico.

Para más detalles: r.sigamoney@unesco.org; j.hasler@unesco.org; www.chemistry2011.org; www.explainingclimatechange.ca

Lanzamiento del African Journal of Chemical Education

El primer número del African Journal of Chemical Education fue publicado en enero por la Federación de las Sociedades Africanas de Química. La publicación premia varios años de esfuerzo del editor Temechegn Engida del Instituto Internacional de la UNESCO para el Desarrollo de Capacidades en África (IIDCA), con el fin de mejorar la enseñanza de la Química en el continente.

Fundada en Etiopía en febrero de 2006 con el apoyo de la UNESCO, la Federación de las Sociedades Africanas de Química cuenta actualmente con diez países miembros y ocho países de habla francesa en África Occidental, agrupados en una sola sociedad de Química⁷. La revista en línea aparecerá en Inglés dos veces al año, en enero y julio. No fue casualidad el que fuera lanzado el mismo mes que el Año Internacional de la Química. La Federación de las Sociedades Africanas de Química, así como la Sociedad Etiope de Química, han impulsado la adopción del Año, al ser mandatados por la UIQPA para proponer en 2007 el Año a los órganos rectores de la UNESCO.

La Federación reconoce que los principales objetivos del Año –aumentar el reconocimiento y la comprensión del

público para la Química, en tanto que ésta satisface las necesidades del mundo, y alentar a los jóvenes a participar en ello—constituye un reto para los africanos que enseñan Química.

«Nosotros, profesores de Química de este continente, que constantemente nos quejamos de que la Química no sea la primera opción, ni la segunda o la tercera, de la joven generación que ingresan a la universidad o en las clases preparatorias», escribe el Dr Engida en el editorial del primer número del *African Journal of Chemical Education*. «Muchos de nuestros estudiantes no tienen una visión clara de lo que es la Química, lo que reduce sus posibilidades de ser creativos más tarde. Además, el público tiene una imagen distorsionada de la Química, la disciplina es percibida negativamente por analogía con los explosivos, toxicidad, etc.» El Dr. Engida también deplora la baja proporción de mujeres entre los químicos y la visibilidad «muy limitada» de las sociedades africanas de Química en el escenario internacional.

Sostiene que África sólo estará en condiciones de alcanzar los objetivos del Año cuando los químicos y los profesores africanos sean capaces de ofrecer a la joven generación, en la enseñanza de la Química en todos los niveles —desde el primer hasta el 3^{er} ciclo universitario— experiencias a la vez prácticas, pertinentes y significativas. «Estimo que se ha hecho poco en este sentido», escribe, «y dudo que esto pueda ser reconocido por muchos de nosotros en África».

También hace un llamamiento a los químicos profesionales, profesores y diseñadores de la política tecnológica y la educación con vistas a que unan sus esfuerzos para responder a preguntas tales como: la forma de diseñar y validar estrategias de enseñanza basadas en el uso de productos locales, cómo hacer el mejor uso de estos recursos en las escuelas y colegios, se han adaptado los métodos tradicionales de enseñanza a «nuestras aulas numerosas y nuestros recursos limitados», y qué beneficios África puede sacar de la experiencia de los países desarrollados.

El *African Journal of Chemical Education* tiene dos editores asociados, Sileshi Yitbarek, del Colegio Kotebe de formación de maestros de Etiopía, y Ahmed Mustefa, de la Universidad de Addis Abeba.

Para leer la revista: www.faschem.org; para más detalles: t.engida@unesco.org; etemchegn@unesco-iicba.org; www.unesco-iicba.org

¿Qué tipo de explotación minera para las reservas de biosfera?

El 15 de febrero, expertos que participaban en una reunión internacional en la sede de la UNESCO en París recomendaron la creación de un grupo de trabajo para tratar sobre la explotación y extracción de minerales, petróleo y gas en las reservas de biosfera.

Se sugirió que el grupo esté integrado por miembros del Comité Asesor del Programa el Hombre y la Biosfera (MAB) y del Consejo Científico del Programa Internacional de

Geociencias (PICG) y de expertos invitados. Esta sería la primera colaboración entre estos programas.

Eran más de 30 expertos que venían de los gobiernos, la industria, organizaciones de investigación y de la sociedad civil para abordar el difícil problema de cómo extraer de forma sostenible minerales en las reservas de biosfera. Estas no son sólo áreas protegidas debido a que incluyen una «zona central» bajo protección nacional, rodeada de una zona tapón y zonas de transición que están abiertas a actividades comerciales e industriales controladas. Es en esta zona que se permite realizar proyectos en el conjunto de cada reserva para su uso equitativo, de un doble objetivo de conservación y desarrollo económico como la aplicación de mejores técnicas en la extracción minera.

En la mayoría de los casos, la extracción minera en las reservas de biosfera ha sido considerada una amenaza para la conservación de la biodiversidad. Pero como estas reservas sirven como laboratorios para el desarrollo sostenible, y como el desarrollo sigue dependiendo en gran medida de los recursos minerales, las mismas se aplican en la búsqueda de mejores prácticas y para establecer asociaciones con empresas de los sectores público y privado. La creciente demanda de energía y metales preciosos ha aumentado la especulación y aumenta la presión sobre las reservas de biosfera. «Esta tendencia es evidente», declaró Sarah Gaines, especialista del programa en la UNESCO. «Lo que no queda claro, es cuál es la mejor forma para la reserva de biosfera de responder a esa presión».

En la reunión se mencionó el éxito de las alianzas entre asociaciones del sector minero y reservas de biosfera en Canadá y Brasil, al mismo tiempo que se llama a establecer herramientas y marcos para la sostenibilidad de la industria minera. También se discutió sobre la explotación artesanal de subsistencia en el África Central. Según los secretarios del MAB y del PICG, esta reunión anunciaba el inicio de un diálogo en la UNESCO, cuyo primer asunto sería: ¿cuáles son los principales problemas de la minería en las reservas de biosfera o en sus alrededores? «Nos interesa dar a los administradores de reservas de biosfera la oportunidad de describir la situación en ese lugar y discutir con los expertos que han resuelto problemas similares», declaró Aaron Welch, becario Fulbright en la UNESCO y coordinador de la reunión, con Sarah Gaines.

Los expertos sugirieron que un grupo de trabajo conjunto, integrado por el MAB y el PICG, podría considerar:

- ▶ Mostrar mejor al público la finalidad y la estructura de las reservas de biosfera con el objetivo de suscitar una mejor comprensión de su función potencial como laboratorios para la extracción sostenible de los recursos de la Tierra;
- ▶ Recopilar y difundir un conjunto de estudios de casos que ilustran prácticas de extracción sostenible de los recursos de la Tierra y atraer la atención de las empresas mineras sobre las directrices y herramientas existentes para la protección;
- ▶ Mejorar la comunicación y la circulación transparente de la información entre las partes interesadas para lograr una mejor coordinación de diálogo político a todos los niveles.

Para más detalles: s.gaines@unesco.org; a.welch@unesco.org

7. Sudáfrica, Bostwana, Egipto, Etiopía, Ghana, Kenya, Marruecos, Nigeria, Uganda y Túnez y la Sociedad Occidental-Africana de Química: Benin, Burkina Faso, Costa de Marfil, Guinea, Mali, Níger, Senegal y Togo.

Seis ciudades de América del Sur preparadas para los tsunamis

Un proyecto de la UNESCO para preparar las ciudades costeras de Chile, Colombia, Ecuador y Perú en caso de tsunami, de una duración de 15 meses, se terminó de implementar el 15 de octubre. La preparación se realizó a través de la educación y los planes de contingencia.

Financiado con un monto de 779 000 dólares en el marco del Sexto Plan de Acción para la Prevención de Desastres en América del Sur auspiciado por el Departamento de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea (programa DIPECHO), el proyecto ha sido impulsado por la COI de la UNESCO y la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe de la UNESCO con sede en Santiago de Chile, e implementado conjuntamente con las oficinas de la UNESCO en Quito (Ecuador) y Lima (Perú). El proyecto implicó a ciudades de la costa del Pacífico, especialmente vulnerables a los tsunamis: Penco, Tomé y Coronel en la región del Bío Bío de Chile, Tumaco en la región de Nariño en Colombia, Esmeraldas en Ecuador y El Callao en Perú.

Los especialistas en educación de las tres oficinas de la UNESCO, los Ministerios de Educación, las universidades de los cuatro países participantes y la Cruz Roja Colombiana trabajaron con maestros de primaria y secundaria y con más de 10 000 alumnos. En cada uno de los países se había elaborado material educativo sobre los tsunamis que debía ser coherente con el programa educativo del país y adaptado a las circunstancias nacionales. En Chile, este material incluso fue adaptado para su uso en las

guarderías. Por otra parte, las escuelas de todos los países que participan en el proyecto aprovecharon la oportunidad para probar y revisar sus planes de seguridad escolar en forma de ejercicios de evacuación.

Al mismo tiempo, el proyecto ha desarrollado una campaña de concienciación de las asociaciones de padres y dirigentes comunitarios. Los principales mensajes se difundieron a través de carteles, volantes, anuncios de radio y videos transmitidos a través de Internet y la televisión. En Ecuador, la campaña también ha utilizado el puerta a puerta.

Con la finalidad de mejorar la planificación de contingencia en caso de tsunamis, los expertos han ayudado a las autoridades locales a actualizar sus planes y revisar los sistemas locales de alerta temprana de tsunamis mediante la instalación de sirenas y paneles que señalan las áreas de seguridad, las zonas de riesgo y las rutas de evacuación. La eficacia de cada uno de los planes de emergencia fue probada en las comunidades seleccionadas mediante simulaciones por computadoras y ejercicios.

Uno de los objetivos era crear o fortalecer los mecanismos de coordinación tanto a nivel nacional como

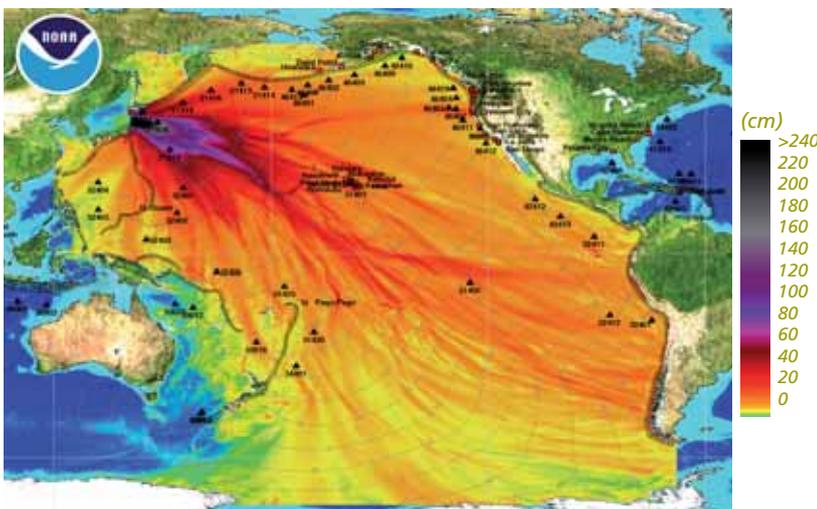
entre países, lo que constituye un primer paso hacia el establecimiento de una alerta temprana contra los tsunamis regionales. Dos reuniones regionales se celebraron en Quito en septiembre de 2009 y en Santiago de Chile en octubre de 2010 para permitir el intercambio de información sobre las fortalezas y debilidades de los sistemas nacionales de alerta temprana y buscar oportunidades para el intercambio regular de la información. La UNESCO ha puesto sobre la mesa su propio diagnóstico de la situación con una serie de recomendaciones.

Durante dos años, la Comisión Permanente del Pacífico Sur y su Comité de Coordinación sentó las bases para un sistema regional de alerta temprana de los tsunamis que permitiría el intercambio en tiempo real de informaciones sismológicas y oceanográficas entre países e instituciones. Al asociar los ministerios de educación, la UNESCO ha podido hacer énfasis en la importancia de un sistema de alerta que vaya de la educación a la evacuación.

Los países ribereños del Pacífico son vulnerables a los terremotos y a los tsunamis. No es sin razón que a los alrededores de este océano y los mares que lo bordean se le ha llamado el Cinturón de Fuego. No sólo el Pacífico cubre un tercio de la superficie de la Tierra, sino que está rodeado de una sucesión de cadenas montañosas, fosas oceánicas profundas y de arcos insulares. El 27 de febrero de 2010, Chile fue sacudido por un devastador terremoto que ocasionó un tsunami. El país también había sido



Ejercicios de evacuación en caso de un tsunami, organizado en 2010 por profesores de la Institución Educativa Heroínas Toledo, una escuela secundaria en El Callao, Perú



Mapa elaborado por el Centro de Alerta de Tsunamis de la Costa Oeste/Alaska, que muestra el primer estimado del tiempo del recorrido, dirección y altura de la ola del tsunami generado por el terremoto de Japón el 11 de marzo.

víctima, el 22 de mayo de 1960, del terremoto más violento jamás registrado (magnitud 9,5).

Para más detalles: a.hollander@unesco.org; b.aliaga@unesco.org; para ver un filme (en español): www.youtube.com/user/UNESCOsantiago

¡He aquí por qué la ciencia necesita de las mujeres!

El 3 de marzo, a cinco laureadas que habían hecho una excepcional contribución tanto a la Física como a la Química, se les otorgó en la sede de la UNESCO en París un premio de 100 000 dólares a cada una de ellas en ocasión de la decimotercera edición de los Premios L'Oréal-UNESCO para Mujeres en la Ciencia. La víspera, 15 mujeres especialistas de las ciencias de la vida fueron dotadas, cada una de ellas, de becas que podían llegar hasta 40 000 dólares por dos años consecutivos.

La **Prof. Faiza Al-Kharafi** es la laureada por África y los Estados Árabes. Prof. de Química en Kuwait, debe su distinción a sus trabajos sobre la lucha contra la corrosión, riesgo fundamental para la explotación minera, la agricultura, la industria petrolera y el tratamiento del agua. El costo de la corrosión, que afecta todas las máquinas fabricadas con hierro y acero cuando son expuestas al oxígeno del aire, es valorado en alrededor de 2% del PIB mundial y, cada segundo, son unas ¡cinco toneladas de acero las que enmohecen! La Prof. Al-Kharafi dedica sus investigaciones al estudio de dos metales muy utilizados en la industria: el cobre y el platino.

La **Prof. Vivian Wing-Wah Yam** es la laureada por Asia y el Pacífico. Profesora de Química y Energía en la Universidad de Hong Kong (China), es recompensada por sus trabajos sobre los materiales emisores de luz (foto activo) y métodos innovadores

para capturar la energía solar. Un 19% de la electricidad en el Mundo es dedicada al alumbrado. La aplicación de materiales para diodos electroluminiscentes orgánicos blanco tendrá un impacto importante, al facilitar el advenimiento de un sistema eficiente de alumbrado, mediante semiconductores. Pero sobre todo, la biología es uno de los campos de aplicación más espectaculares. Al emitir la luz cuando son expuestos al petróleo o los iones de metales pesados, estos materiales permiten detectar los peligros medioambientales tales como una marea negra o una contaminación radioactiva (*en cuidados de salud, ver también foto en la página 3*).

La **Prof. Anne L'Huillier** es la laureada de Europa. Profesora de Física Atómica en la Universidad de Lund en Suecia, es recompensada por sus trabajos en el desarrollo de un aparato de fotos que puede grabar los movimientos en un attosegundo: una milmillonésima de una milmillonésima de segundo. Es así que se puede filmar el desplazamiento de un electrón en el interior de un átomo. Tecnología que nos permite observar en tiempo real el movimiento de los electrones dentro de los átomos y moléculas que va a ayudarnos a comprender mejor la estructura de la materia y su interacción con la luz.

La **Prof. Silvia Torres-Peimbert** es la laureada de América Latina. Profesora Emérita en el Instituto de Astronomía de la Universidad de México (UNAM), fue recompensada por su trabajo en la composición Química de las nebulosas. Los principales eventos del ciclo de vida de una estrella ocurren en las nebulosas, zonas del Universo donde la densidad de hidrógeno, de helio, de otros gases y de polvo es alta. Algunas, llamadas nebulosas HII, son verdaderas guarderías estelares, otras llamadas «nebulosas planetarias», son el resultado de la muerte de las estrellas que explotan o no tienen energía suficiente para vivir. Sus estudios de la nebulosa de Orión han permitido demostrar su semejanza Química con nuestro propio sol.

La **Prof. Jillian Banfield** es la laureada por América del Norte. Profesora de la Universidad de California, Berkeley (EE.UU.), es recompensada por sus trabajos sobre el comportamiento de la materia y bacterias en las condiciones más inverosímiles, como las minas de metal. Con sus estudiantes, pudo secuenciar el genoma de ciertas bacterias y mostrar cómo contribuyen a la acidificación de estas minas al producir compuestos tóxicos contaminando las aguas subterráneas, que hasta entonces se creía era debido a reacciones Químicas espontáneas.

Para más detalles: www.forwomeninscience.com; r.clair@unesco.org; j.hasler@unesco.org



Romain Murenzi va a dirigir la TWAS

Uno de los principales arquitectos de los planes de desarrollo sostenible de Rwanda fundamentados en la ciencia, elaborados después de los años de guerra civil y de genocidio, Romain Murenzi, fue nombrado Director Ejecutivo de la Academia de Ciencias para el Mundo en Desarrollo (TWAS). Sucede a Mohamed Hassan, quien se retira.



Nacido en Rwanda, y criado en Burundi, Romain Murenzi obtuvo su doctorado de Física (1990) en la Universidad Católica de Lovaina, Bélgica. Su investigación se centró en las aplicaciones de la transformación wavelet continua y la mecánica cuántica y multidimensional del tratamiento de la imagen y de vídeo.

Después de dos años de investigación postdoctoral en el Centro Europeo para la Investigación y Formación Avanzada en Cálculo científico, de Toulouse (Francia), trabajó como investigador principal, y luego como investigador titular en el Centro de la Universidad Clark de Atlanta para los estudios teóricos y sistemas físicos (EE.UU.).

En 2001, Paul Kagame, Presidente de Rwanda, nombró a Romain Murenzi Ministro de Educación, Ciencia, Tecnología e Investigación Científica y luego en 2006, Ministro para la Ciencia, la Tecnología y de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Como Ministro, el Dr Murenzi contribuyó a la modernización del sistema educativo en Ruanda y a la construcción de capacidades científicas y tecnológicas del país.

Durante la década, Ruanda ha superado su pasado desgarrado por la guerra para constituir, en el África subsahariana, un modelo de desarrollo basado en la ciencia. El país gasta actualmente 1,6% de su PIB en ciencia y tecnología, y prevé planes para aumentar este porcentaje al 3% en los próximos cinco años. Además, la economía nacional ha experimentado un crecimiento anual de casi el 7% entre 1998 y 2008. Más del 95% de los 2,5 millones de niños en edad escolar están matriculados en la escuela primaria.

En 2009, el Dr Murenzi abandonó Rwanda para convertirse en Investigador Principal de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAC) en Washington DC, y en julio de 2010, fue nombrado director del Centro de la AAAC para la ciencia, la tecnología y el desarrollo sostenible.

El ex vicepresidente de la TWAS para África, Romain Murenzi es también un miembro de la junta del Instituto Africano de las Matemáticas y del Fondo Internacional Dian Fossey para los Gorilas. Es miembro en el comité asesor de Científicos sin Fronteras y en el comité científico del Programa Internacional de la UNESCO para las Ciencias Básicas.

TWAS funciona bajo los auspicios administrativos de la UNESCO y es financiado, en gran parte, por el gobierno italiano.

Su secretaria está localizado en Trieste (Italia) en el campus del Centro Internacional Abdus Salam de Física Teórica de la UNESCO. Cuenta con oficinas regionales en Brasil, China, Egipto, Kenya y la India.

Para más detalles: www.twas.org

La UNESCO ayuda a Iraq a **desarrollar su política científica**

La UNESCO y el gobierno iraquí lanzaron una iniciativa en diciembre pasado con vistas a reconstruir la infraestructura intelectual del país y comenzar la transición hacia una economía basada en el conocimiento a través de una política de ciencia, tecnología e innovación (CTI).

Fruto de una colaboración entre el gobierno central, el gobierno regional de Kurdistán y la UNESCO, el plan es apoyado financieramente por el gobierno de Japón con un monto de 212 000 dólares. Desde que se anunció esta iniciativa, la Oficina de la UNESCO para Iraq está trabajando estrechamente con el gobierno para reunir un equipo nacional de trabajo. Deberá, en un primer inicio, dirigir una evaluación integral de la infraestructura de investigación en todo el país.

El equipo estará compuesto por expertos gubernamentales, científicos, profesores universitarios y empresarios. Durante 12 meses, se les pedirá formular las prioridades en materia de políticas a través de consultas llevadas a cabo en un espíritu de diálogo nacional sobre las formas de garantizar que las CTI sean capaces de impulsar el crecimiento económico y mejorar la calidad de vida en Iraq. Este equipo va a estudiar la manera de fomentar la transferencia de tecnología y participación del sector privado, determinar las necesidades de los investigadores e innovadores, y dirigir los recursos financieros de acuerdo con las prioridades regionales y locales, en particular. Una vez identificadas las prioridades, debe desarrollarse una política nacional en CTI.

Las prioridades del gobierno en la investigación para los próximos cuatro años ya han sido identificadas en el Plan Quinquenal del Ministerio de Planificación. Se dividen en cinco grandes áreas: fortalecimiento de las capacidades, tecnología de la información, agricultura, medio ambiente y los recursos hídricos, y finalmente la energía renovable.

Anteriormente Iraq era líder de la innovación en el Oriente Medio, ahora depende de la tecnología importada después de años de aislamiento y conflictos. No obstante, algunos signos modestos de recuperación se hacen sentir. Científicos iraquíes han publicado 55 trabajos científicos en 2000, pero 184 en 2008, según el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010*, especialmente en la medicina clínica. En cuanto al porcentaje de artículos que se han publicado en colaboración internacional éste ha pasado de 27% a 45%.

Para más detalles: www.unesco.org/en/iraq-office; c.walther@unesco.org

Festival de películas científicas para la juventud de Camboya

En Phnom Penh, un festival de películas científicas atrajo una audiencia de 9 597 espectadores jóvenes, de los cuales más de la mitad (55%) eran chicas. Proyectados en algunas escuelas y universidades del 12 al 21 de noviembre, 16 documentales y «docuficciones» producidos en Asia y Europa han sido seleccionados para educar a los jóvenes sobre las maravillas del mundo natural y las amenazas a la biodiversidad de Camboya.

Camboya sigue cubierta en gran parte de bosques y cuenta con sistemas de agua espectaculares, como el Mekong y el lago Tonle Sap. Sin embargo, los bosques están perdiendo terreno y las especies endémicas están desapareciendo como consecuencia del reciente desarrollo económico y la planificación urbana.

Estimulados por el éxito de la primera edición del Festival Khmer de películas científicas de 2009, que atrajo a 5 500 jóvenes, la UNESCO ha decidido celebrar un segundo el año pasado en colaboración con el Ministerio de Educación, Juventud y Deporte y el Instituto Goethe en Bangkok, Tailandia.

La idea era mostrar que el aprendizaje puede ser divertido. En *Los Genes*, ¿a qué se parecen y qué dicen ellos de nosotros? el presentador Eric Mayer pregunta: «Si mis padres eran malos estudiantes, ¿puedo yo ser bueno en la escuela? O ¿los genes de mis padres afectan negativamente mi forma de aprender? Una segunda película muestra a Lucy explicando cómo fueron inventados el alumbrado y la electricidad, haciendo un viaje al pasado. Al llevar al espectador a un pasado mucho más lejano, *Darwin (R)evolución* muestra la teoría de la evolución de Charles Darwin rastreando los lejanos orígenes del *Homo sapiens*.

Tres de estas películas eran parte de una nueva colección de 26 obras llamada *¡I got it!* (¡Entendí!), desarrollada por productores de siete países asiáticos: Camboya, Indonesia, Laos, Malasia, Filipinas, Tailandia y Vietnam. Los tres episodios proyectados durante el festival se centraron en el gusano de seda, el ciclo del agua y un bosque húmedo en Malasia.

Doblada en khmer, la mayoría de las películas del festival se centraron en la ecología y el medioambiente. En uno de los

docuficciones una niña descubre el significado de «biocombustibles» después de haber sido aspirada en el tanque de un automóvil que funcionaba con caña de azúcar. En *Los viajeros de la ciencia*, el explorador Stephen Levin conduce a un grupo de estudiantes en una aventura basada en hechos reales. El documental sigue el grupo hasta el corazón de la selva del bosque tropical, donde aprende cómo el cambio climático y las actividades humanas están afectando los ríos, los bosques y la atmósfera. Por su parte, *Eco-Delitos* explora la nueva fuente de ingresos que constituye el muy lucrativo tráfico de animales en peligro de extinción, vivos o muertos, a través de redes internacionales de cazadores furtivos y cárteles criminales.

En su búsqueda de recursos nuevos y más abundantes, la humanidad ha llegado a explorar las vastas regiones de las profundidades marinas de la Tierra: otro documental plantea la candente cuestión: ¿Quién es dueño del mar?

Si los fondos lo permiten, la UNESCO aspira a organizar un tercer festival Khmer de películas científicas este año.

Para más detalles (en Camboya): t.diez@unesco.org;
www.goethe.de/sciencefilmfestival

TIC para las universidades de África Occidental

Irina Bokova, Directora General de la UNESCO, firmó un acuerdo el 11 de febrero para poner en marcha un proyecto de 12 millones de dólares para apoyar las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en las universidades de África Occidental.

El acuerdo fue firmado con Soumaila Cissé, Presidente de la Comisión de Unión Económica y Monetaria de África Occidental (UEMAO), organismo que proporciona el financiamiento. El proyecto será ejecutado por la oficina multiregional de la UNESCO en Bamako (Malí).

Esta iniciativa forma parte de una amplia cooperación iniciado en 2006 por la UNESCO y la UEMAO. Su objetivo es desarrollar el uso de las TIC para apoyar la reforma de la educación superior en los Estados miembros de la UEMAO: Benin, Burkina Faso, Costa de Marfil, Guinea-Bissau, Níger, Malí, Senegal y Togo.

Con una duración de tres años, este proyecto considera la instalación de infraestructuras de accesos a las TIC, tanto físicos como virtuales. El campus de ocho universidades, una en cada país de la UEMAO, estará equipado con fibra óptica y de salas con acceso a Internet de banda ancha con al menos 200 computadoras por campus. Además de crear una biblioteca virtual interconectada a nivel regional, que estará vinculada a las universidades, el proyecto prevé la creación de un instituto de cibernética que dará acceso en línea a los profesores para cursos de entrenamiento. Una base de datos central para calcular la acumulación de créditos de los estudiantes de todas las universidades públicas a fin de armonizar las normas académicas y facilitar la movilidad de los estudiantes.

Para más detalles (Bamako): j.shabani@unesco.org;
www.unesco.org/new/en/unesco/themes/icts; www.uemao.int



Jóvenes asisten a una proyección al aire libre en el festival de películas científicas Khmer Phnom Penh

Moneef Zou'bi

«Estaba convencido de que iban a ocurrir grandes trastornos»



Desde hace algunos meses, una ola de manifestaciones a favor de la democracia ha recorrido el mundo árabe, derrocó los regímenes autoritarios de Túnez en enero y de Egipto en febrero y desató un conflicto armado en la Jamahiriya Árabe Libia. En marzo, el movimiento incitó a Marruecos, Omán y Yemen a anunciar reformas constitucionales. Entonados por la juventud, los llamados lanzados a través de toda la región reclamando una mejor gobernanza también resonaron en los círculos universitarios.

Si bien sorprendió a los observadores por el momento de su surgimiento y la rapidez del cambio de régimen en Túnez y en Egipto, Moneef Zou' bi considera, por su parte, que las circunstancias estaban maduras para «grandes trastornos». Director General de la Academia de Ciencias del mundo islámico, es el autor, conjuntamente con el ex Primer Ministro jordano Adnan Badran, del capítulo sobre los Estados Árabes en el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010*. Los dos científicos denunciaban en el informe la debilidad de la gobernanza y la fuerte tasa de desempleo como principales amenazas a la estabilidad y al desarrollo en una región donde más de 30% de la población tiene menos de 15 años. Moneef Zou'bi analiza aquí las implicaciones para la ciencia en la región del movimiento pro-democrático.

¿Está usted sorprendido por el giro que han dado los acontecimientos desde diciembre?

Como buen conocedor del mundo árabe, estaba convencido de que iban a ocurrir grandes trastornos, principalmente en África del Norte donde, a pesar de las condiciones económicas bastante favorables, el desempleo de los jóvenes hacía estragos y los indicadores de gobernanza mostraban la magnitud del desastre. La realidad era aún peor y la frustración de los jóvenes era evidentemente más aguda de lo que habíamos podido imaginar.

¿Cómo reaccionaron los científicos árabes ante las manifestaciones pro-democráticas?

Los científicos del mundo árabe sólo pueden estar a favor de la democracia, de una mejor gobernanza y del sentido de la responsabilidad de las autoridades. Ellos saben que estas son las condiciones necesarias para el establecimiento de sociedades mejores, más equitativas. Es por lo que pienso que los científicos árabes aspiran a reformas en todos los niveles.

La comunidad científica está, en su conjunto, lista para apoyar el cambio. Tuvimos la prueba en Egipto y en Túnez. El nuevo Primer Ministro egipcio, Essam Sharaf, por ejemplo, nombrado el 3 de marzo, es un eminente ingeniero que fue el candidato favorito del movimiento de la juventud que ocupaba la plaza (Tahrir) de la Liberación en el Cairo.

¿Diría usted que los regímenes autocráticos han ahogado la ciencia y la innovación?

En el mundo árabe, la mayoría de los gobiernos no consideran la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) como medios de desarrollo socioeconómico. Sólo 7 de los 22 países árabes tienen una academia nacional de ciencias o acogen en su territorio una academia supranacional, sin tener en cuenta el papel como consultores imparciales que desempeñan estas instituciones.

La mayoría de los países árabes no tienen aún políticas ni estrategias para la ciencia y la tecnología. En otros países, es muy reciente:

Jordania aprobó su primera política científica en 1995 y Arabia Saudita sólo en 2003. Todos estos países tienen sin embargo políticas sectoriales, como por ejemplo para las esferas prioritarias de la agricultura, los recursos hídricos, energéticos y medioambientales.

Qatar tiene la intención de elevar el nivel de sus gastos internos brutos en investigación y desarrollo (El GIID) de su valor de 0,33% del PIB en 2006 a 2,8% a finales de 2011, como anunciamos en el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010*. En cuanto a Egipto, declaró su intención de elevar este porcentaje del PIB de 0,23% en 2007 a 1% en 2012. No obstante, estos objetivos serán difíciles de alcanzar a la luz de los recientes acontecimientos.

Si creemos las estadísticas, la ciencia está bastante bien en Túnez. En 2007, este país estaba al frente de la región en lo que respecta a los gastos de investigación y desarrollo (I&D) en porcentaje del PIB (1,02%) según el mismo informe, mientras que se situaba en 0,46% en 2000. En el mundo árabe, Túnez sólo era superado por Kuwait por la cantidad de publicaciones científicas con relación a la población. Pero las condiciones de la investigación no estimulaban la innovación. La física tunecina Faouzia Charfi⁸ es citada en la edición del 25 de enero de *Nature* por haber declarado que «los universitarios y los investigadores tenían poca libertad para desarrollar sus propias estrategias, o hasta para escoger con quien trabajar» en época del presidente Zine el-Abidine Ben Ali. Según el artículo, los científicos afirmaban que los burócratas del régimen contrarrestaban cualquier intento de establecer vínculos independientes con la industria.

¿Cómo ha evolucionado el estado de derecho y la responsabilidad estos últimos años?

No han evolucionado. En muchos países del Oriente Medio, los indicadores de la gobernanza no han mejorado en absoluto. El estado de derecho incluso ha retrocedido, entre 1998 y 2007, en Arabia Saudita, en Iraq, en el Líbano, en Marruecos, en Siria, en Cisjordania y en la Franja de Gaza, según un estudio realizado en 2008 por Kaufmann y col., citado en el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010*.

En 2007, según el mismo estudio, los cinco países que encabezan la lista para el índice de «participación y responsabilidad» eran el Líbano, Kuwait, Marruecos, Qatar y Jordania. Falta por decir todavía que sus récords eran bajos con relación a las normas internacionales. Otros cuatro países habían anunciado una marcada mejoría desde 1998: Bahrein, Argelia, Djibouti e Iraq. En su conjunto, 12 de los 18 países y territorios árabes registraron una baja del índice de «participación y responsabilidad», entre ellos 4 de los 5 que encabezan este indicador: Cisjordania y Franja de Gaza, Egipto, Emiratos Árabes Unidos, Kuwait, Líbano, Jamahiriya Árabe Libia, Marruecos, Omán, Siria, Túnez y Yemen.

¿Por qué declaró en el informe que «en la mayoría de los países árabes, la gobernanza está en estado de ebullición»?

Sentía que los países árabes sufrían por el estado de su gobernanza. Los regímenes no respondían a las expectativas. Y aquellos que lo hacían actuaban de una forma incoherente que no aportaba nada de positivo al nivel de la población. En el plano político, no se ha producido cambio significativo de dirección desde hace más de 30 años. No se ha permitido a generaciones enteras de eventuales buenos decisores servir sus países. Las personalidades talentosas y los científicos brillantes han tenido que hacerse un lugar en el extranjero.

Evidentemente, los conflictos regionales han estimulado estos regímenes a optar por la continuidad antes que la innovación política; pero ahí, los acontecimientos han sorprendido a todo el mundo.

¿Qué entiende usted por continuidad?

En el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia*, hemos escrito: «Los regímenes árabes se debaten entre la defensa de la seguridad nacional –tal como ellos la perciben– y el mantenimiento del orden de una parte y de la otra la adopción de buenas prácticas que comprendan el fortalecimiento de la democracia y del estado de derecho, el desarrollo de la responsabilidad y la lucha contra la corrupción».

«El principal obstáculo al desarrollo económico de la región ha sido la persistencia de los conflictos políticos en Iraq, el Líbano, los Territorios Autónomos Palestinos y en Sudán... Los actos de terrorismo en Argelia, Arabia Saudita, Egipto y Jordania han agravado la situación incitando a una gran cantidad de países árabes a desviar los recursos hacia la seguridad, los presupuestos militares y la defensa a costa del desarrollo».

Según la CIA de los Estados Unidos, los países más gastadores del mundo en armamento por habitante se sitúan todos en el Oriente Medio: Arabia Saudita, Iraq, Israel, Jordania, Omán, Qatar y Yemen. La mayor parte de sus gastos militares son dedicados a la compra de costosos armamentos en los países industrializados.

¿Es usted optimista sobre las posibilidades de la democracia?

Las señales de esperanza son perceptibles en el Oriente Medio. No se tratará necesariamente de democracia multipartidaria a lo occidental, dado la debilidad de los partidos en la región, quienes no tienen línea política definida. Sin embargo, mientras que no se resuelvan los conflictos y el valor de la región sólo se mida por su petróleo, la democracia no florecerá en el Oriente Medio.

¿Cómo ve usted las perspectivas científicas en la región?

Todavía durante algún tiempo más la ciencia, la tecnología y la enseñanza superior estarán en dificultad mientras los países árabes se repliegan sobre ellos mismos para tratar de encontrar un

determinado equilibrio. Pero con el tiempo nosotros esperamos cambios positivos a todos los niveles en la mayoría de los Estados Árabes.

¿Qué aconsejaría usted a los gobiernos deseosos de reformar la gobernanza de la ciencia?

Resumimos nuestras recomendaciones en el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia* al decir que «la estabilidad y la seguridad de los países árabes no pueden depender únicamente de los gastos militares y de los gastos de mantenimiento del orden. La seguridad y la prosperidad de todos los países de la región sólo podrán lograrse mediante la satisfacción de la triple hélice de la seguridad alimentaria, hídrica y energética, en un contexto de desarrollo socioeconómico sostenible y equitativo, en sociedades tolerantes donde reinen la responsabilidad y el estado de derecho. La ciencia y la tecnología están en condiciones de realizar algunos de estos objetivos, si no todos».

Por otro lado, es importante que los gobiernos utilicen la ciencia para aportar más riquezas a los países y dar trabajo a la legión de jóvenes diplomados que llegan todos los años al mercado del trabajo y que serán alrededor 100 millones durante el próximo decenio. En la actualidad, la mayor parte de la investigación se efectúa en el sistema de la enseñanza superior. Incluso en Egipto, son los universitarios quienes efectúan el 65% del conjunto de las investigaciones. Jordania aprobó recientemente dos leyes que podrían contribuir a estimular las industrias de valor añadido, lo que ofrecerá perspectivas de carrera a diplomados competentes. La primera ley de 2005 asignaba a un fondo especial de I&D el 1% de los beneficios netos de las sociedades públicas mediante acciones. La segunda ley obliga a las universidades, públicas y privadas, a asignar 5% de sus presupuestos anuales a la I&D.

Frente a los problemas comunes, los gobiernos deben, lógicamente, poner sus recursos en común. Durante el último decenio, fueron creados dos grandes centros de investigación, el Centro Internacional de Agricultura Biosalina en 1999, localizado en los Emiratos Árabes Unidos, y en 2008, el Centro Regional de Energía Renovable y de Eficiencia de la Energía, en Egipto.

Está en el interés de los gobiernos consolidar tales loables iniciativas con la finalidad de desarrollar la cooperación pan-árabe en las esferas prioritarias de la región que son el agua, la energía, la salud, la agricultura y la protección de la biodiversidad. Estas cinco prioridades están en el proyecto de Plan de Acción Árabe en Ciencia y Tecnología.

¿Los problemas actuales podrían amenazar la adopción del Plan durante la cumbre árabe de finales de marzo?

Es seguro, ya que las diversas actividades y reuniones previstas por la Liga Árabe, incluida la cumbre, han tenido que ser aplazadas. La mayoría de los países árabes, hayan conocido o no un cambio de régimen, necesitarán tiempo para adquirir conciencia de las convulsiones que se han producido desde inicios de año y lanzar reformas a todos los niveles, incluido en CTI, tanto en el plano nacional como regional.

Entrevista de Susan Schneegans⁹

8. Fue por poco tiempo Secretaria de Estado para la Educación Superior durante el gobierno de transición antes de dimitir el 1º de marzo «por razones personales». Ver: www.nature.com/news/2011/110125/full/469453a.html

9. Redactora en Jefe del informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010: www.unesco.org/science

Reaccionar frente a las condiciones extremas de Pakistán

©Jahangir Khan/Associated Press of Pakistan. Foto reproducida con su autorización

Hace ocho meses, las lluvias del más intenso monzón desde hace ochenta años inundaron Pakistán. Veinte millones de personas fueron afectadas y cerca de un millón de casas destruidas. Sin contar cuatro millones de hectáreas de cultivos, las inundaciones aniquilaron vidas humanas y destruyeron grandes infraestructuras. Hoy, los científicos aún analizan las condiciones meteorológicas que las provocaron, tal como veremos más adelante.

Casas aisladas por la inundación, el 11 de Agosto 2010

Si bien esta inundación fue particularmente devastadora, hay que señalar que este tipo de evento es cada vez más frecuente en Pakistán. Pero además, tiende a asociarse con sequías en otras regiones del país ocasionando sufrimientos adicionales. Desde la primera misión de expertos que fue a Pakistán en agosto del año pasado, la UNESCO ayuda al país a elaborar una estrategia integrada de gestión de las inundaciones y de las sequías y a reevaluar íntegramente su política de recursos hídricos.

En Pakistán, las inundaciones son la consecuencia de la estación de monzón, que ocurre entre mayo y agosto. La Zona de Convergencia Intertropical lleva hacia el subcontinente aire húmedo proveniente de la bahía de Bengala y del Mar Árabe que pasa a través de las estribaciones del Himalaya, donde alcanza las cuencas de los ríos provocando las lluvias normales del monzón. Los vientos del este desvían las lluvias en las costas de Pakistán y reducen la intensidad de las inundaciones. Los vientos del oeste por el contrario hacen girar al monzón desde la Bahía de Bengala hacia el norte, lo que provoca lluvias sostenidas sobre el Himalaya, fenómeno que originó las inundaciones del año pasado sobre la cuenca del Indo.

El porqué la inundación del año pasado fue catastrófica, es un tema sobre el cual la comunidad científica plantea teorías

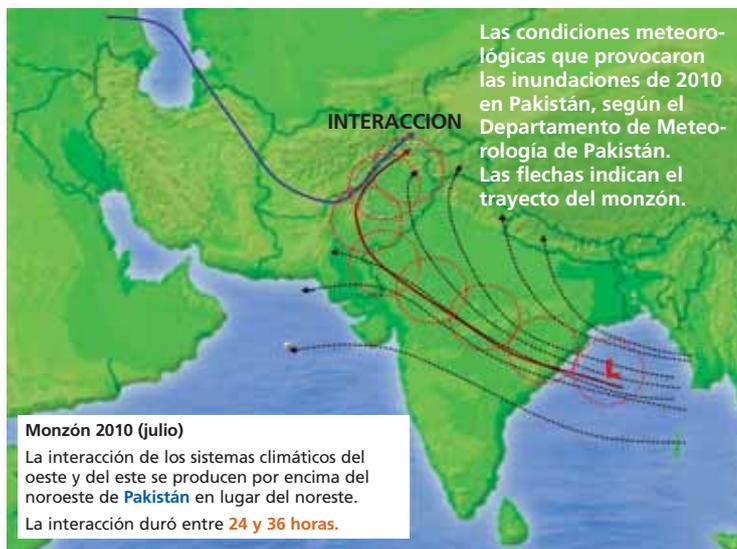
contradictorias. La climatóloga Olivia Romppainen Martius, del Instituto de Investigaciones Atmosféricas y Climáticas del Instituto Federal Suizo de Tecnología de Zurich, ve en ello la conjunción de las presiones extremadamente altas sobre Rusia a mediados del año 2010 combinado con un inusual fuerte monzón. El eslabón perdido es la Corriente en Chorro del hemisferio norte, estos vientos de gran altitud que giran alrededor de la Tierra de este a oeste con un patrón de movimiento serpenteante conocido como Ondas de Rossby y que transportan las altas y bajas presiones.

La ola de calor que golpeó a Rusia en julio y agosto 2010 provocó y mantuvo más de trescientos incendios forestales durante semanas, cubriendo Moscú con una capa de humo. La temperatura alcanzó 39° en la capital, con un récord absoluto.

Según el *New Scientist*, la ola de calor tuvo su origen en condiciones atmosféricas extraordinarias. En lugar de desplazarse con los vientos, las Ondas de Rossby iniciaron en julio y agosto de 2010 un movimiento en sentido contrario a estos, lo que bloqueó la Corriente en Chorro. La ola de calor se vio reforzada, el aire caliente se elevó en la atmósfera hasta situarse por encima de la Corriente en Chorro inmovilizado.

Por una lamentable coincidencia, se produjo una segunda anomalía: la Corriente en Chorro paralizado permitió que se acumulara una enorme cantidad de aire húmedo sobre el norte de India y sobre Pakistán en 2010.

La interrogante es saber dilucidar si la ola de calor de Rusia y el monzón poco usual de Pakistán fueron fenómenos aleatorios o si otros factores desempeñaron también su papel. A modo de ejemplo, los autores de un estudio en 2008, publicado en las *Geophysical Research Letters*, encontraron que las Corrientes en Chorro de los hemisferios norte y sur se habían acercado a los polos



¿Es culpa de la Niña?

¿El monzón de una intensidad no común que inundó a Pakistán el año pasado podría deberse en parte a la presencia de un episodio de la Niña? ¿Y esta sería también responsable de las mega inundaciones sufridas por Australia, Sri Lanka, Brasil y Europa?

La fase de la Niña forma parte del vasto fenómeno cíclico El Niño / Oscilación del Sur, que se produce una vez cada 2 a 7 años provocando anomalías de presión atmosférica y de temperatura de superficie del mar que, al insertarse en los sistemas climáticos, ocasionan inundaciones y sequías. El Niño / Oscilación austral tiene lugar en dos fases: El Niño y luego la Niña. El primero se manifiesta por la disminución de los patrones de la circulación atmosférica y oceánica en el Pacífico Ecuatorial, lo que se traduce por una elevación de la temperatura de la superficie del mar en la parte oriental del Pacífico. Su contraparte, la fase de la Niña, produce el efecto opuesto: una aceleración de la circulación y una caída de la temperatura de superficie del mar en el Pacífico oriental.

Pakistán

En julio del año pasado, la NASA registró temperaturas de superficie del mar muy inferiores a lo normal en el Pacífico oriental y, en el Pacífico occidental, temperaturas superiores a lo normal. Es un signo de condiciones favorables a la Niña, que se asemeja a un monzón más intenso por causa de la presencia de un aire más caliente, húmedo y ligero sobre los océanos, condiciones propicias para la formación de tormentas más violentas. Según la NASA, la Niña fue un factor que ocasionó el inusualmente intenso monzón que provocó las inundaciones pakistaníes.

Australia

De la misma manera, se piensa que la Niña sería en gran medida responsable de las inundaciones en el Estado de Queensland que sumergieron en enero de este año una superficie igual a las de Francia y Alemania juntas, fenómeno agravado por las elevadas temperaturas oceánicas. La Niña empujó las aguas frías del Pacífico oriental hacia las del Pacífico occidental, atrapando a las altas presiones a lo largo de la costa de Australia. Estas altas presiones reforzaron entonces a los sistemas de tormentas que se propagaron hacia el oeste por los fuertes vientos alisios este-oeste de la Niña.

Sri Lanka

Estos mismos alisios este-oeste de la Niña intensificaron al monzón en Sri Lanka. Según la ONG Oxfam, las inundaciones de enero en Sri Lanka afectaron a más de un millón de personas.

Brasil

Severas lluvias provocaron este año más de 500 muertes en Río de Janeiro, fundamentalmente por causa de inundaciones y deslizamiento de terrenos. Todavía no es posible decir si los efectos de la Niña, por sí sola, magnificaron los sistemas de tormentas que provocaron las inundaciones de Río de Janeiro o si la Niña estaba asociada a una nueva variación a largo plazo del clima de la Tierra, la de la Oscilación del Atlántico Norte (OAN, *ver más abajo*).

Según Zelmira May, de la Oficina Regional de la UNESCO para la Ciencia en América Latina y el Caribe, «la construcción de viviendas sobre las alturas del río ha agravado el impacto de las lluvias intensas». La Presidenta Dilma Rousseff indicó que la expansión descontrolada y acelerada de la ciudad fue una de las principales causas del desastre, ya que la población se instaló en las partes más vulnerables de la ciudad.

Europa

Las fuertes lluvias que provocaron inundaciones sorpresivas en la República Checa, Alemania y Polonia durante el verano 2010 fueron vinculadas por la National Oceanic And Atmospheric Administration de los Estados Unidos como relacionadas con la presencia de una débil OAN. La OAN mide la diferencia de presión entre los sistemas permanentes de altas y bajas presiones presentes en el Atlántico Norte, en el Archipiélago de las Azores y en Islandia. Una fuerte OAN representa una gran diferencia de presión y da lugar a precipitaciones superiores al promedio sobre Europa del Norte, e inferiores al promedio en Europa del Sur y Europa Central. La débil diferencia de presión (una débil OAN) durante el verano 2010 habría provocado una pluviosidad superior al promedio sobre Europa Central.

Amrita Ganguly*

Sobre los trabajos de la UNESCO en Brasil: phi@unesco.org.uy; y, en Sri Lanka: b.neupane@unesco.org

* Matemática del MIT, actualmente presta servicio en la División de Ciencias del Agua en la UNESCO

entre 1979 y 2001 a una velocidad promedio de alrededor de 2 Km por año. Este fenómeno podría afectar a los sistemas climáticos globales, pero los autores consideraron que era necesario realizar investigaciones complementarias antes de poder atribuirlo al cambio climático.

El Servicio Meteorológico de Alemania estimó, por su parte, que la devastadora inundación de Pakistán fue debido a una anomalía climática situada sobre el Pacífico sur. Ellos sostienen que el excepcionalmente intenso monzón de julio fue obra de La Niña (*ver recuadro*). Normalmente las lluvias asociadas al monzón pierden intensidad cuando alcanzan la línea de cresta del Himalaya durante la temporada del monzón. En julio 2010, los fuertes vientos permitieron a la lluvia penetrar más que de costumbre en el noroeste de Pakistán.

Abundancia y escasez de agua

Las inestabilidades del sistema climático no fueron las únicas responsables de la inundación catastrófica de 2010. El clima de Pakistán es muy variable, entre árido y húmedo, con excesos periódicos debidos al monzón.

La agricultura consume hasta un 98% de agua dulce. El Sistema de Irrigación de la Cuenca del Indo en Pakistán es el más extenso del mundo. Con recursos hídricos de superficie que se elevan como promedio a 123 000 hectómetros cúbicos (hm^3) por año, este irriga 13,5 millones de hectáreas de las cuales 9 millones son irrigadas en todas las temporadas, gracias a un sistema de ingeniería que tiene una capacidad de suministro de 7 000 m^3 de agua por segundo. Unos 150 000 pozos entubados bombean 24 500 hm^3 por año de aguas subterráneas con el fin de sufragar las necesidades suplementarias de los cultivos.

Ante un crecimiento rápido de la población, la urbanización y el cambio climático, Pakistán se ha convertido en uno de los países sometidos a las más fuertes presiones desde el punto de vista hídrico: la cantidad total de agua disponible por habitante disminuyó de 1 299 m^3 en 1996–1997 a 1 101 m^3 en 2004–2005. Si este índice llegara a 1 000, o por debajo, Pakistán se convertiría en un país con escasez de agua de acuerdo a la norma internacional. Las aguas de superficie constituidas por los ríos, los lagos o las lluvias no cubren las necesidades de irrigación. La escasez se compensa con la explotación de las aguas subterráneas y de presas de almacenamiento construidas en los años 1960 y 1970. Pero la capacidad de las grandes represas de Pakistán ha disminuido debido a la sedimentación. A modo de ejemplo, la capacidad de la represa de Mangla (6,5 mil millones de m^3) se redujo aproximadamente un 20% entre 1967 y 2000, y la de Tarbela (11,5 mil millones de m^3) disminuyó más de 40% entre 1975 y 2000.

Estos problemas son graves pero no imposibles de solucionar. Un uso más eficiente del agua, de los fertilizantes y de otros insumos podría reducir el despilfarro de agua, atenuar sus daños sobre el medio ambiente, reducir los costos de producción y alcanzar un equilibrio entre las necesidades de la irrigación y las tecnologías «suaves» de preservación del agua: la elevación del terreno y la siembra en surcos sobre lechos, por ejemplo, han demostrado la posibilidad de reducir de 40 a 50% la cantidad de agua utilizada, aumentado de 10 a 25% la productividad, en comparación con la irrigación por inundación. Un obstáculo es la grave erosión de la base de conocimientos sobre el complejo sistema hídrico de la Cuenca del Indo en

Acompañando a Pakistán

Acompañando a Pakistán en la reforma de su sector hídrico, la UNESCO ha enviado para apoyar a su oficina en Islamabad a numerosas misiones de expertos de su Sede, de sus oficinas fuera de la Sede y de Centros de estudio hídricos afiliados. Participando en el proceso de reforma en Pakistán colaboran el Ministerio de Aguas y Agricultura, el Ministerio del Medioambiente, la Comisión Federal de Inundaciones, la Autoridad Nacional para el Manejo de Desastres, el Departamento Meteorológico de Pakistán y la Autoridad para el Sistema del Río Indo. Además otras agencias de las Naciones Unidas han prestado su efectiva cooperación tales como la OMM y el PNUD. El trabajo desplegado por la UNESCO está siendo supervisado por su Subdirectora General para las Ciencias Exactas y Naturales.

Pakistán, sin mencionar la debilidad de la gobernanza y el ambiente de desconfianza y de conflicto que va desde las autoridades de las provincias hasta el curso del río.

Pakistán sufre, además, los efectos del cambio climático, particularmente por la amplitud y la frecuencia de las inundaciones. En general los científicos son de la opinión de que tanto las sequías como las inundaciones serán más frecuentes. La pluviosidad aumentó en las regiones cálidas y secas y disminuyó en las zonas montañosas, frías y las regiones costeras.

En consecuencia, el débito promedio de los ríos Indo y Kabul disminuyó, al mismo tiempo que se observaba una tendencia mitigada para los ríos Jhelum y Chenab. Las recientes inundaciones de los dos primeros constituyen anomalías del régimen de su caudal promedio. Numerosos métodos científicos fueron elaborados para resolver este problema.

Las inundaciones se hacen más frecuentes

Las inundaciones se hacen claramente más frecuentes en Pakistán. Desde los años 1970, seis catastróficas inundaciones han barrido el país. Cada una ha provocado considerables sufrimientos humanos, con la pérdida de vidas y colosales daños a las infraestructuras privadas y públicas. La inundación de 1992, por ejemplo, causó la muerte de más de 1 000 personas y destruyó unos 13 000 pueblos que albergaban más de 1 millón de hogares cuando los diques cedieron liberando el agua de una cuenca de retención (la represa de Mangla). Más de 2 millones de hectáreas de tierras agrícolas fueron entonces inundadas, englutinando alrededor de 15% de los cultivos de algodón y de arroz del país y 10% de la caña de azúcar. Los daños, a escala de la nación, fueron estimados en aproximadamente 2,2 mil millones de dólares.

La frecuente recurrencia de las inundaciones y de las sequías aumenta la salinización de los suelos, su anegado, la sobre explotación y el agotamiento de las aguas subterráneas. Las tensiones se exacerban entre los usuarios del río arriba y río abajo por la repartición del agua.

Una misión para el Equipo Especial del Sector Hídrico

La UNESCO ha concebido varios proyectos que responden a las prioridades de Pakistán y que actualmente están esperando ser aprobados por los donantes. Además la UNESCO se ha conver-

tido en un miembro influyente del Equipo Especial para el sector hídrico de los Amigos del Pakistán Democrático, creado en marzo 2010 y coordinado por el Banco Asiático de Desarrollo.

El Equipo Especial del sector hídrico deberá proporcionar un informe que proponga una estrategia de conjunto para garantizar una seguridad en agua que pueda conciliar todas las demandas antagónicas para este recurso. La estrategia, que estará integrada por un plan de acción y por un proyecto de inversión, deberá ser elaborada en consulta con el Gobierno de Pakistán.

El informe, que deberá estar terminado en diciembre de este año, indicará cómo desarrollar y administrar el sector hídrico respetando los principios de sostenibilidad del recurso, de eficiencia financiera y económica y de mejora del medio ambiente. También tendrá que precisar las reformas necesarias en materia de política y de instituciones en este sector. En cuanto a la estrategia, esta definirá el servicio de distribución del agua, incluyendo la gestión de los recursos hídricos de superficie y subterránea, aspectos de su almacenamiento, irrigación y drenaje, el uso doméstico e industrial, la administración de las aguas residuales, la producción de energía hidráulica, las cuestiones relacionadas con el ambiente tales como la salinización de los suelos, la gestión de humedales, así como la adaptación al cambio climático y la atenuación de sus efectos.



Un helicóptero del ejército traslada ayuda urgente a las zonas del Nowshero Feoroze afectadas por las inundaciones. Reproducido con autorización.

Un dúo potencialmente mortal: lagos de glaciares y deslizamientos de terrenos

El año pasado, en julio y agosto, fuertes lluvias cayeron sobre todo el norte de Pakistán antes de fusionarse en una corriente que finalmente desbordó las márgenes del potente Indo e inundó los cultivos y las ciudades de una quinta parte del territorio paquistaní. Es sobre este paisaje dinámico que la UNESCO se propone focalizar los trabajos de un equipo multidisciplinario de geólogos, glaciólogos, hidrólogos y planificadores que pertenecen a agencias gubernamentales, nacionales e internacionales, así como a universidades, con el fin de comprender mejor los procesos naturales interrelacionados que allí ocurren y su impacto sobre la cuenca abajo, así como evaluar el estado de preparación del país frente a la eventualidad de catástrofes naturales.

La región montañosa del norte de Pakistán comprende el Gilgit Baltistán, el Khyber Pakhtunkhwa y la parte del Cachemira administrada por Pakistán. Esta región, de extrema belleza y de una intensa actividad geológica, cubre una parte de la cadena del Himalaya-Karakoram-Hindou-Kouch, la más alta del mundo y una de las que se elevan con mayor velocidad. Es ahí donde se produjo el devastador terremoto de 2005.

Los glaciares de la región son enormes reservorios de agua dulce que alimentan los ríos de Pakistán. Las inundaciones devastadoras debidas a la ruptura de lagos de barrera glacial, frecuentes desde hace dos siglos, han rediseñado el paisaje. Hoy en día, la acumulación de enormes masas de agua en estos lagos por causa de retroceso acelerado de los glaciares constituye uno de los peores peligros a los cuales el cambio climático expone a Pakistán.

La región es atravesada por la mística ruta del Karakoram, a veces descrita como «la octava maravilla del mundo moderno», que sigue una de las históricas Rutas de la Seda. Esta ruta está expuesta a deslizamientos de terreno muchas veces provocados por ella misma, por el hecho de que secciona las pendientes de los alrededores.

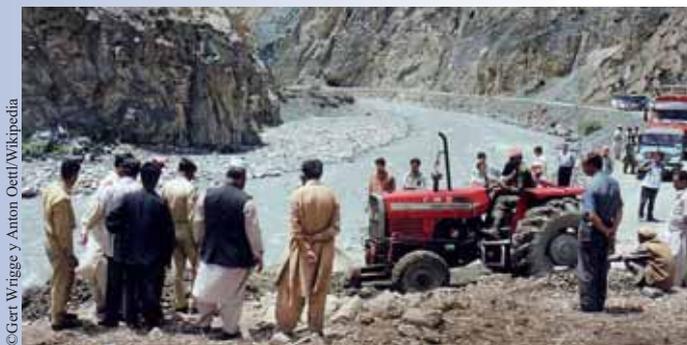
Si la región es tan vulnerable a los deslizamientos de terreno y a la erosión fluvial, es por causa de los fuertes desniveles, de las pendientes muy abruptas y desprovistas de vegetación así como por las precarias condiciones geológicas, que el sismo de 2005 agravó aún más. La mayor parte de la masa de nieve y de hielo de la región de Pakistán dominada por la cadena del Himalaya-Karakoram-Hindú-Kush se concentra en las cuencas abajo del Indo. Mientras la temperatura global continúa aumentando durante este siglo, sucederá lo mismo con la temperatura promedio de Pakistán. Hoy, en el caso de Pakistán, nuestros conocimientos sobre las aguas montañosas del curso superior del Indo y específicamente sobre las condiciones actuales de la nieve y del hielo son totalmente insuficientes.

Aún cuando los glaciares, las montañas, los lagos y los ríos han sido habitualmente estudiados por separado, debido a los riesgos que amenazan a estos componentes del paisaje y sus procesos, en lo adelante son observados y estudiados en su conjunto en todas partes del mundo, recurriendo a los mismos medios de acción, perspectivas científicas y planificación de las soluciones. Por esta razón, la reducción de los riesgos de catástrofes en Pakistán debería incluir estudios del conjunto de su región norte, según un estudio integrado que asocie el análisis y el refuerzo de los conocimientos. Los especialistas de la UNESCO trabajan con expertos de Pakistán desde agosto 2010 para poner en marcha, gracias a las proposiciones provenientes de las diferentes agencias, un proceso de observación de esta región de naturaleza inestable.

Sarah Gaines* y Anil Mishra**

* Especialista del Programa de Ciencias de la Tierra: s.gaines@unesco.org

** Especialista del Programa de Hidrología: a.mishra@unesco.org



Los frecuentes deslizamientos de terreno sobre el itinerario del Karakoram bloquean la carretera durante horas, incluso días, como se muestra aquí en julio 2001.

Manejar las incertidumbres

Es la UNESCO quien dirige el componente de la estrategia relacionado con la gestión de las inundaciones. Su contribución al informe incluirá recomendaciones para mejorar esta gestión así como un plan de inversiones. La UNESCO trabajará en conjunto con el gobierno paquistaní.

La estrategia que la UNESCO desarrolla desde septiembre no se limita a ayudar al país a encargarse de manejar la inundación sino también a medir el impacto potencial de la utilización de la tierra, del crecimiento de la población, del cambio climático y otros factores relativos a los recursos hídricos. La estrategia abarca cuatro áreas claves:

- ▶ Pronóstico y gestión de los riesgos de inundación,
- ▶ Cartografía y evaluación de los geo-riesgos tales como deshielo de glaciares y deslizamientos de terreno (*ver recuadro*),
- ▶ Cartografía, desarrollo y protección de los recursos en aguas subterráneas que pueden ser utilizadas con toda seguridad en caso de urgencia,
- ▶ Educación.

Las grandes líneas del componente «educación» de esta estrategia fueron definidas en un taller de la UNESCO organizado en Islamabad del 24 al 26 de enero para los expertos paquistaníes e internacionales sobre el tema Educación para Administrar los Extremos Hidrológicos y los Geo-riesgos Asociados. El taller redactó un plan de acción que prevé la formación de decisores y gestores de alto nivel que tendrán que hacerle frente a las incertidumbres.

La capacidad de las universidades y de los institutos especializados de Pakistán para garantizar una enseñanza e investigaciones de calidad también será evaluada y sus currículos serán actualizados. También se formarán gestores y técnicos de nivel intermedio para el manejo del agua. Se introducirán, además, módulos sobre la gestión de los geo-riesgos en los programas escolares y se organizarán campañas para sensibilizar a la amplia comunidad.

La gestión de las inundaciones puede tratar con las incertidumbres, pero al menos una cosa es segura: la próxima vez que la catástrofe lo golpee, Pakistán estará mejor preparado.

Shahbaz Khan¹⁰, Siegfried Demuth¹¹
y Toshihiro Sonoda¹²

10. Especialista del Programa de Hidrología:
s.kahn@unesco.org

11. Especialista principal del programa de Hidrología:
s.demuth@unesco.org

12. Especialista del Programa de Hidrología:
t.sonoda@unesco.org

Vivir en **tierras inundables**

Con una población de más de 12 millones de habitantes, Yakarta surge como una de las megaciudades más problemáticas del mundo. Situada en una costa baja, atravesada por 13 ríos y numerosos ría-chuelos, la capital de Indonesia es a menudo el escenario de inundaciones, principalmente de octubre a marzo durante la época de lluvias. Las lluvias de febrero de 2002 fueron las más violentas de la historia de esta ciudad: costaron la vida a 30 personas por lo menos y la evacuación de 300 000 de sus hogares. A pesar de que es normal que se registre una elevada pluviosidad anual en esta latitud, la severidad y frecuencia de las inundaciones son incrementadas por la rápida urbanización de esta vertiente de la cuenca y el uso de los ríos para la evacuación de los desechos.

De julio de 2003 a octubre 2007, la Oficina de la UNESCO para la Ciencia en Asia y en el Pacífico ha implementado, en una de las zonas más afectadas de Yakarta, un Proyecto de Acción Comunitaria para Luchar contra las Inundaciones. El proyecto se aplicaba en zonas ocupadas legalmente por los propietarios o los arrendatarios, que no podían ser desalojados ni desplazados. El proyecto piloto implicaba a todo tipo de socios, como el Gobierno, la Fundación para la Investigación, la Filial Industrial del Instituto de Tecnología de Bandung y la Cruz Roja indonesia. Basado en un enfoque participativo, el proyecto asociaba la educación y la formación con dispositivos poco costosos de lucha contra la inundación.

En febrero 2002, las inundaciones sumergieron un 24% de la superficie de la Gran Yakarta, es decir alrededor de 650 Km², y paralizaron la ciudad durante varios días. Una de las zonas más afectada fue el subdistrito de Kelurahan Bidara Cina, en Yakarta-este, cuya población tiene alrededor de 44 000 habitantes. La misma cuenta con 16 barrios llamados Rukun Warga.

Según las recomendaciones del alcalde de Yakarta-este, el Rukun Warga 6 fue escogido como sede piloto del proyecto. Al bordear el río Ciliwing, este barrio de 3 000 habitantes repartidos entre 757 viviendas se inunda una o dos veces al año. En cada ocasión, los residentes se ven obligados a refugiarse en los edificios municipales

Desde la creación del foro comunitario puedo constatar que estamos más unidos en el auxilio a las víctimas de las inundaciones. Nunca antes ayudé a las víctimas, pero ahora, gracias a la formación recibida para los auxilios, sé qué hacer.

Sofyan, un habitante del Rukun Warga 6

cercanos, el Centro de Salud Pública o en una calle situada en una elevación. Durante la evacuación, la Cruz Roja indonesia y diversas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales proporcionan atención médica gratuita y una asistencia a la comunidad en forma de cocinas y albergues colectivos. Durante las inundaciones de febrero 2002, la altura media de las aguas alcanzaron entre ¡1,5 y 3 metros!

La comunidad en primer plano

Enfrentar una inundación es como armar un rompecabezas pieza a pieza. Se necesita analizar todo un conjunto de factores del medio ambiente y de la vida socioeconómica para poder comprender las causas de una inundación e implicar un vasto conjunto de colaboradores. La primera etapa de cualquier programa de lucha contra catástrofes debe servir para identificar los problemas específicos a que una comunidad se enfrenta y saber cómo ella se propone resolverlos. Este enfoque permite evitar las soluciones impuestas desde arriba por las autoridades, las instituciones u organizaciones ajenas a la comunidad, que pueden no reflejar las necesidades locales.

El Proyecto de Acción Comunitaria para Luchar Contra las Inundaciones se ha concebido y desarrollado según tres principios fundamentales: la participación de la comunidad, el empleo de las medidas no estructurales y un enfoque desde la base hacia arriba. La participación espontánea de la comunidad en todas las fases del proyecto ha sido indispensable para garantizar la eficacia de las medidas de lucha.



Una familia en su jardín inundado

©UNESCO Yakarta/G. Ardihino



Este hombre salva de las aguas su televisor.

©Koos Wieriks

¿En que consiste la lucha contra las inundaciones?

Las inundaciones provocan pérdidas humanas y materiales pero las víctimas suelen morir más frecuentemente a consecuencia de enfermedades transmitidas por el agua o por ahogamiento, salvo en caso de crecidas repentinas y ondas de tempestades.

La lucha contra las inundaciones consiste en implementar medidas preventivas encaminadas a reducir o suprimir los efectos de las crecidas, tanto sobre la comunidad como sobre el medioambiente. Las medidas estructurales pueden resumirse en elevar el nivel de las calles y de los suelos o en construir canales, diques y esclusas. Otras medidas además de las estructurales incluyen el establecimiento de un sistema de alerta temprana y actividades para la preparación de la comunidad ante la eventualidad de las inundaciones. Dado que el conocimiento, las habilidades desarrolladas y la solidaridad son las principales ventajas de estas medidas no estructurales, las mismas se basan en la educación del público y en las actividades de formación dirigidas a la población.

Durante la primera fase del proyecto, de julio 2003 a enero 2004, la UNESCO y sus socios evaluaron la vulnerabilidad de la comunidad así como su capacidad para resistir el impacto de la inundación. Es importante que ésta se involucre en la evaluación, no sólo para identificar las acciones prioritarias y los grupos fundamentales, sino también para garantizar la visibilidad y legitimidad de las medidas propuestas.

Conocer mejor las inundaciones

Dado que uno de los objetivos del proyecto es modificar los comportamientos de los habitantes a fin de reducir su vulnerabilidad ante las inundaciones, se organizaron cursos de formación para sus representantes que mostraron una buena disposición para aprender.

Los cursos trataban sobre primeros auxilios que deben ser garantizados por la propia comunidad, la gestión integrada de los



©UNESCO Yakarra/ P. Utami

A veces los habitantes se niegan a abandonar sus casas y quedan atrapados. Un equipo de salvamento les ayuda a ponerse a salvo.

desechos, la lucha contra las inundaciones, el marco institucional y el fortalecimiento de los medios de acción de la comunidad. La primera fase concluyó con la celebración de un foro que reunió a 20 voluntarios que participaron tanto en la evaluación como en los cursos de formación. Su primera responsabilidad era proponer actividades que permitiesen reducir la vulnerabilidad de la comunidad.

La formación se desarrolló en dos módulos. Durante el primero, los habitantes del Rukun Warga 6 fueron iniciados en como reducir los efectos de las inundaciones. La formación se concentró en los siguientes temas: causas y consecuencias de las inundaciones, conceptos y procesos fundamentales de la hidrología, interacción entre el agua y los desechos urbanos, crecidas catastróficas y evaluación de sus riesgos –incluida la evaluación de las capacidades y de la vulnerabilidad de la comunidad– y finalmente el marco institucional de gestión de las inundaciones.



©Koos Wieriks

El segundo módulo duró de mayo a agosto 2004, lo que corresponde a la fase de aplicación del proyecto. Se dio a los participantes la oportunidad de realizar actividades de carácter más práctico, como la formación para la sensibilización del público, la gestión de los desechos, el liderazgo, el salvamento, los ejercicios de incendio, los cuidados de urgencia a garantizar por la comunidad y la gestión de las epidemias después de la inundación. Una de las técnicas que aprendieron fue sofocar un incendio con sacos mojados y extintores rudimentarios.

Esta fase de implementación incluyó el entrenamiento físico para mejorar la preparación frente a las inundaciones, como, por ejemplo, el suministro de agua limpia, la adquisición de equipos de comunicación tales como walkie-talkies y megáfonos, la rehabilitación de un lugar de almacenamiento para esos equipos y la rehabilitación del sistema local de drenaje.

Ni despilfarro, ni escasez

Los cursos de formación fueron completados mediante una amplia recogida de desechos con vistas a valorizar el reciclaje y la elaboración de abonos. Una vez más, el proyecto adoptó el enfoque desde la base hacia arriba. La comunidad estaba encargada de formular propuestas de gestión de los desechos y sugerir las técnicas más adecuadas para anticipar la ocurrencia de inundaciones. El foro comunitario también estaba encargado de supervisar la aplicación y el seguimiento de las medidas de reducción o mitigación de los efectos de las inundaciones.

La mayoría de los habitantes del Rukun Warga 6 se deshacen de sus desechos arrojándolos en el río Ciliwung, aún cuando disponen de un sistema de recogida carretonada a mano. Una de las razones es que mucho de ellos no están dispuestos a pagar por este servicio. El proyecto comunitario debe por consiguiente ayudar a vencer esta indiferencia de los habitantes con respecto a la calidad de su medio ambiente.



© UNESCO Yakarta/G. Arduino

Residuos de basura a lo largo de la rivera

*Yo arrojaba los
residuos en el río,
sabiendo que era malo.
No lo he hecho más ya que
sólo tengo que esperar a que
los recogedores vengan a
buscarlos.*

Juki, un habitante del
Rukun Warga 6

El auxilio llegó de forma inesperada. Justo después de la graduación de un curso para la formación en gestión de residuos, la comunidad Banjarsari de Yakarta-sur propuso garantizar la formación del Rukun Warga 6, en estrecha colaboración con la Unidad de las Regiones Costeras y Pequeñas Islas de la UNESCO.

El proyecto comenzó en mayo 2004 mediante la distribución de tanques para la basura 22 colectivos y 205 a los residentes para uso doméstico, con el fin de animarlos a echar sus desechos en receptáculos convenientes. Cada tres días, tres personas recorrían las casas con un carro de recolección de basura. La mayoría de los habitantes han adquirido la costumbre de utilizar los tanques para la basura y en dos semanas el estado del río y de sus márgenes ya se notaba mejor.

Para reducir el volumen de los desechos creando al mismo tiempo empleos, un animador de Banjarsari enseñó a los jóvenes de la comunidad a reciclar el papel y a fabricar, con material usado, marcos de fotos, pequeñas cajas y otros objetos que podían vender. Está previsto una segunda etapa para enseñar a las familias a fabricar abono a base de la materia orgánica desechada.

También se decidió prohibir el acceso al río Ciliwung a fin de desalentar a los habitantes de arrojar allí sus desechos. Dos de los cuatro accesos ya fueron cerrados mediante construcción de barreras.

Siempre vigilantes

Siete años más tarde, el foro comunitario del Rukun Warga 6 sigue vigilante. Garantiza la asistencia antes y después de un catástrofe y la coordinación entre las autoridades y la comunidad. También está encargado de garantizar la continuidad del programa manteniendo las actividades en curso y creando otras nuevas.

El proyecto piloto del Rukun Warga 6 fue concebido como una primera etapa en la creación de un programa permanente de lucha contra las inundaciones involucrando otros barrios de Yakarta. Cada fase del proyecto fue planificada de forma tal que pudiera ser fácilmente reproducible a mayor escala, con el objetivo último de mejorar la lucha contra las inundaciones en toda la ciudad. Ahora bien, a principios de 2011, la ciudad de Yakarta aún no ha tomado medidas para pasar a una escala superior y garantizar una más amplia sensibilización.

Giuseppe Arduino¹³

Para más detalles: g.arduino@unesco.org;
www.unesco.org/jakarta

13. Especialista de los Programas de Hidrología y de Ciencias de la Tierra en la Oficina Regional de las Ciencias en Asia y en Pacífico, basada en Yakarta.

Agenda

28-31 marzo

Clima del océano y ecosistemas marinos del Pacífico Occidental
 8^{vo} Simposio Científico Internacional UNESCO-COI/WESTPAC. Busan (Rep. de Corea): www.westpac.unescobkk.org

29-31 marzo

Experiencias de micro-ciencia
 Formación garantizada por la UNESCO y el Ministerio de Educación etíope para planificadores y formadores de la enseñanza, Addis Abeba: a.makarigakis@unesco.org

6-8 abril

Gestión de la energía en el patrimonio cultural
 Conf. intern. coauspiciada por la UNESCO Venecia y el PNUD-Croacia. Dubrovnik (Croacia): www.unesco.org/en/venice; m.scalet@unesco.org

12-15 abril

Fortalecimiento de las capacidades nacionales en CTI
 Taller sub-regional que reúne los 10 países de la Comunidad Económica de los Estados del África Central más Ruanda. UNESCO: División de Política Científica, Instituto de Estadísticas y Oficina en Libreville (Gabón): m.bachiri@unesco.org; m.schaaper@uis.unesco.org; s.nair-bedouelle@unesco.org

19 abril

Preparación ante los riesgos naturales para los sitios del patrimonio cultural en Albania
 Lanzamiento del proyecto por «Una sola ONU-Albania» y la UNESCO Venecia en el marco del Acuerdo-Marco de Hyogo (2005-2015). Tirana (Albania): z.harasani@unesco.org; d.poletto@unesco.org

24-28 abril

Culturas comerciales halófitas y biodiversidad
 Reunión de Expertos de UNESCO y EAD. Abu Dhabi (EAU): b.boer@unesco.org

25-27 abril

Estimular el uso de sets educativos para el medio ambiente
 1^{ra} reunión sub-regional para reforzar las capacidades de los gobiernos, de las comunidades y de las escuelas. UNESCO El Cairo y Comunid. nat. de los EAU. Dubai: m.alaawah@unesco.org

3-5 mayo

Buenas prácticas en materia de políticas de energía renovable
 Sesiones organizadas por la UNESCO en la Conf. y Expo sobre el Sol en Oriente Medio y África del Norte (MENASOL 2011). Comprende una mesa redonda de expertos para elaborar un plan de acción Arabe en energías renovables. ONU-CESAO,

CSP hoy Ministerio Marroquí de la Energía, Comisión Nacionale Marroquí: n.hassan@unesco.org

10 mayo

Entrega del premio Ramanujan del CIPT
 Este premio para jóvenes matemáticos de países en desarrollo será entregado a Yuguang Chi de la Universidad de Beijing. CIPT, Trieste (Italia): ramadas@ictp.it

16-20 mayo

Foro de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información
 Organizado por UIT, UNESCO, UNCTAD y PNUD. Comprende sesiones de la UNESCO sobre la ciencia en libre acceso y el acceso libre y gratuito en África al conocimiento científico. (19 mayo). Ginebra (Suiza): m.yamanaka@unesco.org; ciencia en libre acceso: s.nair-bedouelle@unesco.org

20-25 mayo

Tecnologías innovadoras para una gestión más integrada del agua
 Taller de formación FRIEND-Nilo organizado por la UNESCO, El Cairo (Egipto): aa.zaki@unesco.org

10-16 junio

Modelos oceánicos
 Curso de formación del Centro Regional de Formación e Investigación, sobre la dinámica y el clima oceánicos de la COI de la UNESCO. China: www.westpac.unescobkk.org

15-16 junio

Hacia una economía del conocimiento
 Desde el Golfo Pérsico hasta el Atlántico. Reunión de expertos para la aplicación de un Plan de Acción Árabe en materia de CTI con vistas al desarrollo sostenible. UNESCO El Cairo y la Liga Árabe. El Cairo (Egipto): n.hassan@unesco.org; m.alaawah@unesco.org

22 junio

Sistema socio-ecológicos sostenibles
 Conf. de la UNESCO presidida por Elinor Ostrom (EE-UU), primera mujer Premio Nobel de Economía. UNESCO París: m.bouamrane@unesco.org

27-28 junio

Para la vida, por el futuro: La reserva de biosfera y el cambio climático
 Conf. int. del MAB de la UNESCO, Gobierno Alemán, Comisión Nacional Alemana. Elaboración de una Declaración de Dresde a someter a la Conf. General de la UNESCO, fin 2011. Dresde (Alemania): m.clusener-godt@unesco.org

28 junio - 1^{er} julio

Consejo Internacional de Coordinación del MAB
 23 Sesión organizada por el MAB de la UNESCO para designar nuevas reservas de biosfera y entrega de premios: Dresde (Alemania): t.schaaf@unesco.org

Nuevas publicaciones

Where the First Wave arrives in Minutes

Indonesian Lessons on Surviving Tsunamis near their Sources

Eko Yulianto y coll. Producido por el Centro de Información sobre tsunamis de Yakarta. COI de la UNESCO, Oficina Regional de la UNESCO para la Ciencia en Asia y en el Pacífico, con sede en Yakarta. En inglés, 36 p.
 El folleto explica, utilizando mapas, por qué se producen los tsunamis en Indonesia. Describe las señales de advertencia de un tsunami y presenta las estrategias para la evacuación. Para descargar: www.ioc-tsunami.org/; para más detalles: www.jtic.org

Ocean Fertilization

A Scientific Summary for Policy-makers

Doug Wallace y coll. Producido por la UNESCO-COI, en inglés, 16 p.
 Este folleto explica por qué y como el mar es fertilizado, las consecuencias esperadas e inesperadas; analiza la eficacia de una fertilización del océano a gran escala para extraer el carbono; describe los procedimientos de verificación y de reversibilidad y evoca las cuestiones de la gobernanza y de política. Para descargar: <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001906/190674e.pdf>

Sabkha Ecosystems

Volume III: Africa and Southern Europe

Öztürk, M.; Böer, B.; Barth, H.-J.; Breckle, S.-W.; Clüsener-Godt, M.; Khan, M.A. (Ed.). Prólogo de W. Erdelen (UNESCO), Prefacio de SAR Prince Turki bin Nasser bin Abdulaziz al Saud. Ediciones Springer, colección Tasks for Vegetation Science. ISBN: 978-90-481-9672-2, €147,65. En inglés, 148 p.
 «Sabkha» es la transcripción inglesa de la palabra árabe para una marisma salada. Las Sabkhas se forman a lo largo de los litorales áridos. Este libro analiza sus plantas halófitas, la salinidad, el anegamiento, etc. desde el punto de vista agrícola y ecológico. Está dirigido a estudiantes y especialistas. Para más detalles: b.boer@unesco.org

Report on the Current Status of Marine Non-Indigenous Species in the Western Pacific Region

Suchana Chavanich, Lik Tong Tan, Benjamin Vallejo Jr y Voranop Viyakarn. Sub-Comité de la COI de la UNESCO para el Pacífico Occidental, en inglés, 64 p.
 El documento proporciona información actualizada sobre la situación en China, Indonesia, Japón, Malasia, Filipinas, República de Corea, Singapur, Tailandia y Vietnam. Para descargar: www.unescobkk.org/westpac/ioc-westpac/

Sandwatch

Adapting to Climate Change and Educating for Sustainable Development

Gillian Cambers y Paul Diamond. Edición revisada y ampliada, publicada por la Sección de Pequeñas Islas y Conocimientos Indígenas. En inglés, ediciones en francés, español y portugués en proceso de publicación, 136 p. Cuaderno de actividades educativas. Para descargar: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001894/189418e.pdf>

La UNESCO en acción

Comprometidos en conjunto para Haití

Publicado por la Oficina de Coordinación de Unidades fuera de la Sede. En francés e inglés, 12 p.
 Más de un año después del devastador terremoto del 12 de enero de 2010, este folleto hace un balance de los diversos programas y proyectos para Haití. Hace un llamado a los socios bilaterales y multilaterales para que apoyen la acción de la UNESCO. Para descargar: <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001905/190539e.pdf>

Patrimonio Mundial

No 59, Ediciones UNESCO y Publishing for Development Ltd. ISSN: 1020-4539. En francés, inglés y español, €7,50, 92 p.
 Este número se centra en la interacción entre la humanidad y el agua a través del tiempo, sobre todo en sitios como el polder Beemster (Países Bajos), el área protegida de los Tres Ríos Paralelos de Yunnan (China) las Islas Gough e Inaccessible (Reino Unido). Para obtener más información y descuentos en la suscripción: <http://whc.unesco.org/en/review>

Acentos

Boletín de información en línea de la Oficina Regional de la UNESCO para la Cultura en América Latina y el Caribe, en La Habana. En español. No.1.
 Entre sus artículos, el lanzamiento de un sello conmemorativo del Año Internacional de la Química y la presentación en La Habana, el 31 enero, del Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010. Para descargar: www.unesco.org/cu/acentos.php; i.viera@unesco.org

Advanced Simulation and Modelling for Urban Groundwater Management - UGROW

Dubravka Pokrajac y Ken Howard. Colección Aguas Urbanas, Ediciones UNESCO / Taylor & Francis, €38,00. Acompañado de un CD-ROM, en inglés, 252 p.
 Las evaluaciones de los sistemas de agua en zonas urbanas no suelen tener en cuenta la contribución de las aguas subterráneas al presupuesto total.