



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



Misión a Marte, p. 2

Un Mundo de **CIENCIA**

Boletín trimestral
de información sobre las
ciencias exactas y naturales

Vol. 7, No. 3
Julio-Septiembre 2009

SUMARIO

ENFOQUES ...

2 Misión a Marte

ACTUALIDADES

11 Riesgo de desastres en aumento,
según informe de la ONU

11 Veintidós nuevas reservas de
biosfera

13 Cabo Verde se une a la red
del Campus virtual

13 Una biblioteca digital
para el mundo

14 *El Atlas mundial de los grandes
monos*, ahora en francés

ENTREVISTA

15 Claudio Tuniz describe la
migración humana desde África

HORIZONTES

18 Aprender a vivir con la
sequía en Europa

21 Una pizza de sal

BREVES

24 Agenda

24 Nuevas Publicaciones

EDITORIAL

Hemos caminado sobre la **Luna**

El 20 de julio, hace 40 años, los seres humanos caminaron sobre la Luna. Por increíble que sea, esta hazaña corre el riesgo de ser superada en el curso de este siglo: la NASA comienza a planificar el establecimiento de una estación internacional en Marte, dentro de unos treinta años más o menos. Nuestros niños podrían no sólo ver las imágenes de otras personas caminando en Marte, sino incluso ¡algunos de ellos convertirse en miembros de esa tripulación! Por lo tanto, es con nuestros lectores más jóvenes en mente que hemos imaginado en este número el escenario de una *Misión a Marte*.

Cuarenta años después de caminar sobre la Luna, celebramos este año otra fecha de conquistas de la humanidad. El 24 de noviembre de 1859, Carlos Darwin publicó *El origen de las especies*. Presentó aquí la teoría según la cual las especies evolucionan en el transcurso de las generaciones a través de un proceso de selección natural que favorece en un organismo determinadas características hereditarias capaces de mejorar sus posibilidades de vivir lo suficiente como para reproducirse. Durante los últimos 150 años, la paleontología, la biología evolutiva, la genética microbiana, la genética molecular, la embriología, la anatomía y otras disciplinas científicas han acumulado descubrimientos que corroboran sistemáticamente la teoría de la evolución.

Nuevas pruebas han llegado incluso de un sector inesperado: la física nuclear. Claudio Tuniz, del Centro Internacional Abdus Salam de Física Teórica de la UNESCO, explica en estas páginas como los nuevos cronómetros y microscopios de rayos X perfeccionados gracias a las investigaciones en física básica ayudan a remontar la pista de la evolución del hombre y de su dispersión en el curso de los dos últimos millones de años. El Profesor Tuniz participó en Venecia (Italia), del 27 de abril al 14 de mayo, en una serie de coloquios y exposiciones sobre las cuestiones fundamentales de la evolución. Estas manifestaciones fueron organizadas en el Instituto (veneciano) de las ciencias, las letras y las artes por la UNESCO y la Unión Internacional de las Ciencias Biológicas, en el marco de la conmemoración del 200º aniversario del nacimiento de Darwin.

Se ha dicho que *El origen de las especies* fue uno de los dos golpes decisivos dados a la idea que la humanidad se hacía de ella misma. El otro fue la teoría de Nicolás Copérnico *Sobre las revoluciones de las esferas celestes* donde demostró que el Sol y no la Tierra era el centro de nuestro Sistema Solar. La resistencia de los teólogos de la época fue tan encarnizada que Copérnico tuvo que esperar hasta su lecho de muerte para publicarla en 1543.

Al poner los pies sobre la Luna, Neil Armstrong dijo: «Es un pequeño paso para el hombre pero un paso de gigante para la humanidad». Copérnico y Darwin habrían podido decir otro tanto al entregar sus manuscritos a los editores. Un pequeño paso de parte de ellos, pero un paso de gigante para la humanidad. Gracias a ellos, los escolares del mundo entero saben quienes son, de donde vienen y donde viven. «El pensamiento científico es patrimonio común de la humanidad» dijo el Premio Nobel Abdus Salam. Cualquiera que sea la nacionalidad de los hombres y mujeres que pondrán sus pies un día sobre Marte, tendrán una deuda considerable con los pioneros que un siglo antes abrieron el camino a la Luna.

W. Erdelen

Subdirector General para las Ciencias Exactas y Naturales



Imagen: NASA/Pat Rawlings

Creación artística de una estación humana en Marte. Los astronautas se encuentran en el gran cañón de Valles Marineris. Al fondo se observa el Volcán Pavonis Mons

Misión a Marte

Cuando pregunté a la pequeña Molly, que tiene nueve años, por qué buscaba afanosamente en Internet ropas cálidas, ella simplemente respondió: «He decidido que cuando sea grande seré entrenadora de animales o veterinaria –en Marte». Molly pertenece a la primera generación de seres humanos para quien esta eventualidad no es necesariamente ciencia ficción. «Pues bien necesitaré calzados calientes –muy calientes», especifica ella.

Molly acaba de saber que el antiguo astronauta de la NASA, Don Thomas, realizó su primer vuelo al espacio con 39 años. Si los seres humanos parten para Marte dentro de los próximos 30 años, como la NASA ha dejado entender, Molly tendría para ese entonces aproximadamente esa edad. En la actualidad para todos los niños del mundo tendría sentido incluir Marte en la lista de sus eventuales opciones laborales. Agencias espaciales de varios países ya se asocian para prever misiones científicas hacia la Luna, Marte y más allá. No obstante, antes de dejarla poner a Marte en su lista de *Los 10 lugares donde vivir y trabajar*, explico a Molly que deberíamos tomarnos el tiempo para conocer un poco más acerca del Planeta Rojo. En fin de cuentas, tal vez nos haga falta algo más que calzados muy calientes.

Molly quiere saber cuanto tiempo necesitaremos para llegar a Marte. Ella tendrá que decidir que va a llevar. Le pregunto a que distancia cree que nos encontramos de Marte. Ella responde: «Aprendimos en la escuela que la Tierra está a 150 millones de Km del Sol, y Marte a un promedio de 228 millones de Km del Sol».

Le hago saber que no es tan simple. «Esto no significa que la Tierra y Marte estén en un momento dado a 78 millones de Km una del otro. La Tierra y Marte giran alrededor del Sol a velocidades diferentes y sobre órbitas diferentes. La de la Tierra se asemeja más a un círculo que la de Marte. La distancia entre estos dos planetas varía mucho, entre 55 y 250 millones de Km. Debido a que ellos se desplazan el uno con respecto al otro, hay que hacer de forma tal que la trayectoria de la nave espacial corte la órbita de Marte. Este encuentro, llamado «ventana de lanzamiento», sólo se produce cada 26 meses. De manera que para proyectar un viaje hacia Marte, o aún para regresar, el momento debe ser calculado cuidadosamente. Científicos e ingenieros estudian *la mecánica orbital*, a fin de determinar el momento del lanzamiento. Si tu hermano o tu hermana desean

especializarse en esta mecánica, Molly, ¡tendrán que seguir con mucho interés las clases de matemática!

Viajar hacia Marte

El vuelo hacia Marte pudiera requerir de seis a nueve meses según la configuración orbital y el presupuesto de combustible de la misión. El costo de la expedición será «astronómico» por así decirlo, de manera que las agencias espaciales que colaboran en tal misión se esforzarán por reducir la velocidad para economizar el combustible, y por esperar una ventana favorable de lanzamiento para la ida y para el regreso. Nueve meses es mucho tiempo para un viaje por el espacio. Sólo fue necesario tres días para ir a la Luna.



©Susan Hoban

Molly admira su maqueta del vehículo marciano no presurizado que construyó un sábado por la mañana

En realidad, algunas personas ya han pasado mucho más de nueve meses en el espacio: el record de permanencia está en poder de Valéri Polyakov, quien trabajó en la estación rusa Mir durante 437 días. Como los cosmonautas de Mir, la tripulación que viaje hacia Marte vivirá en ingravidez. En un mundo sin gravedad, cada actividad cotidiana será una aventura. ¿Qué significa estar con la cabeza abajo cuando no hay gravedad para indicar la parte de abajo?

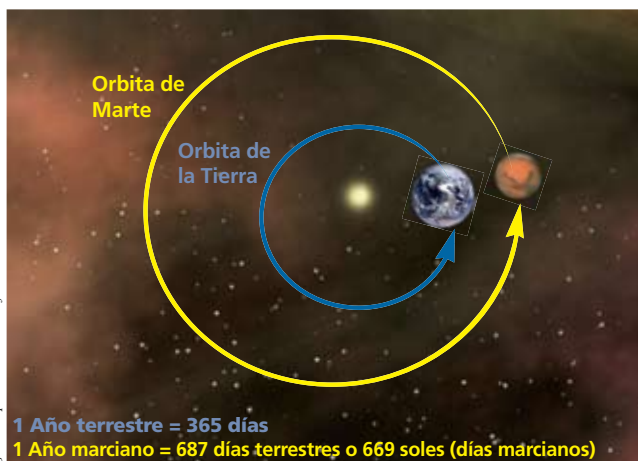


Imagen adaptada de: www.universoalday.com/guide-to-space/mars/distance-from-earth-to-mars/

Los dos planetas están próximos pero, como giran alrededor del Sol a velocidades diferentes, sus órbitas los alejan la mayoría de las veces. La órbita de un planeta alrededor del Sol forma una elipse. Su excentricidad mide el grado de achatamiento con relación al círculo. El círculo es una elipse cuya excentricidad es igual a cero

El cuerpo humano no se desarrolló en un medio ingravido. Estudios han demostrado que al permanecer mucho tiempo fuera de la gravedad, los músculos y los huesos pueden adelgazar: en el espacio, un ser humano pierde de 1 a 2 % de su masa ósea por mes. La reducción de la gravedad facilita los movimientos; pero los músculos y los huesos necesitan trabajar para conservar el vigor. Por consiguiente, durante el largo viaje hacia Marte, la tripulación mantendrá su forma haciendo gimnasia, regular y frecuentemente. Incluyamos un *entrenador de educación física* en la misión hacia Marte.

La ingravidez no sólo tiene inconvenientes, a pesar de todo. Imagínesse que se le vuelca un vaso de leche en un medio desprovisto de gravedad. ¿Ello ocasionaría daños? ¡Claro que no! La leche formaría gotas suspendidas en el aire. En realidad, usted nunca podría echar una bebida en un recipiente sin tapa. Sin la gravedad que haría «descender» el líquido, el mismo no tendría ninguna razón para quedarse en el vaso. A bordo de la nave espacial, las bebidas generalmente se almacenan deshidratadas para ser hidratadas nuevamente en un recipiente, según las necesidades. La NASA posee en el Johnson Space Center un Laboratorio sobre sistemas de alimentación en el espacio donde se efectúan investigaciones sobre la ingeniería y el acondicionamiento de estos alimentos. Añadamos un *especialista en dietética* a la tripulación que prepara el viaje hacia Marte.

Los miembros de la tripulación no sólo deberán aprender a comer y hacer gimnasia para mantener su cuerpo en un medio de escasa gravedad, también deberán prepararse ininterrumpidamente durante el vuelo para la vida en Marte. El mundo de Marte será nuevo y apasionante, muy diferente del de la Tierra. Veamos a qué se parecen las condiciones físicas de Marte, a fin de tener una idea de lo que esperará a Molly y a sus amigos que allí se dirigirán.

La miembro del equipo Ellen Baker monta bicicleta estática en el interior de la nave Columbia. Es necesario hacer trabajar los músculos durante el vuelo para mantener la forma ya que estos se ejercitan menos en una gravedad disminuida



Imagen de Marte tomada el 26 agosto 2003 por el telescopio espacial Hubble. En el espacio, el enfoque de un telescopio no está nublado por las luces urbanas. Por consiguiente la imagen de Hubble es mucho más nítida y mejor coloreada que la que se pudiera ver desde la Tierra. Los casquetes glaciares polares de Marte presentados aquí están constituidos por una mezcla de agua y de dióxido de carbono sólido. Cerca del polo sur, este hielo se encuentra apenas a 1 m bajo la superficie. Estos casquetes engrosan y adelgazan a causa de las estaciones, que duran dos veces más tiempo que en la Tierra, debido a su mayor alejamiento del Sol. Ocurre que las reservas de aguas subterráneas afloran a la superficie bajo forma de fuentes, pero Marte es demasiado frío y su atmósfera demasiado fina para guardar durante mucho tiempo el agua líquida en su superficie. Es poco probable que este hielo pueda mantener una forma de vida que necesite agua líquida, pues la temperatura es demasiado baja: -128° C las noches de invierno

Fotos: NASA

Miembros de la tripulación comen juntos a bordo de la nave Columbia. En el espacio ¡el techo de un tripulante es el piso de otro miembro de la tripulación!



Encontrar agua sobre Marte

Cuando pregunté a Molly lo que ella sabe de Marte, comienza por decir «Pues, es Rojo». Muy bien, Molly, incluso frecuentemente se le llama el Planeta Rojo. Cuando le pregunto por qué, ya no está tan segura de ella. En realidad, el color rojo viene de la herrumbre. Son los óxidos de hierro del suelo quienes le dan este tinte. Es una de las primeras cosas que usted verá al acercarse a Marte.

En el aterrizaje, usted constatará rápidamente que no hay agua líquida. Hace demasiado frío. Sabemos desde hace mucho tiempo que los casquetes glaciares polares contienen agua helada y dióxido de carbono congelado (hielo seco). «Entonces ¿no hay agua en Marte? ¿Cómo beber y asearse?», pregunta Molly. Buena pregunta.

El pasado año, el vehículo espacial Phoenix aterrizó en la superficie de Marte con el objetivo de estudiar el hielo cerca del polo norte y buscar moléculas orgánicas en el suelo. La misión encontró en el suelo una cantidad importante de hielo de agua en forma de escarcha. Hay pues agua en Marte; pero está congelada. Imaginar cómo utilizarla para mantener una presencia humana, he aquí un proyecto estimulante para los ingenieros del espacio. Añadamos un *hidrólogo* en la lista de empleos en Marte.

Mientras tanto, los científicos crearon los medios necesarios para reciclar las aguas usadas, técnica que pudiera revelarse muy útil para una misión a Marte. En noviembre 2008, el Water Recovery System inventado por MichiganTech, en Estados Unidos, fue enviado a la estación espacial internacional que gira en órbita a 350 Km de la Tierra. Desde hace mucho tiempo, los astronautas de la estación reciclan cada



Foto: Wikipedia Commons

Durante una experiencia sobre la factibilidad de establecer una colonia en la Luna o en Marte, ocho voluntarios fueron encerrados, de 1991 a 1993, en un complejo hermético denominado Biosfera 2. Erigido en los Estados Unidos, contenía diversos ecosistemas, tales como un desierto, una sabana, un océano y un bosque. Aunque fue necesario inyectarle oxígeno periódicamente, y los cultivos se marchitaron, esta experiencia de dos años nos enseñó mucho sobre la forma de crear colonias en el espacio

gota de agua usada: la que se evapora de la ducha, la que se empleó para cepillarse los dientes, para lavarse las manos y para afeitarse, incluso ¡su propia transpiración!

El nuevo Water Recovery System va más lejos: ¡recicla la orina en agua potable! La orina es destilada antes de unirse, en un aparato de tratamiento, a otros fluidos recuperados. Este retiene los sólidos, como los pelos y cabellos, después el agua usada atraviesa lentamente una serie de capas filtrantes que eliminan los contaminantes tales como los microbios. Finalmente, un reactor descompone en dióxido de carbono, en agua y en algunos iones los contaminantes que subsistieran.

Representación de un vehículo de exploración como Spirit y Opportunity, que recorren Marte desde 2004

Foto: NASA



Escarcha azulada sobre el suelo de Marte, fotografiada el año pasado en el Ártico Norte por la nave Phoenix

Instalarse sobre Marte

Sabemos desde hace mucho tiempo que hace más frío en Marte que en la Tierra. «No necesitamos enviar una nave espacial sobre Marte para adivinarlo» se burla Molly, «puesto que Marte está más alejado del Sol». De acuerdo, ¿pero cuánto más frío? Los estimados de la temperatura son bastante variables pero es evidente que las de la temperatura de Marte superan todo lo que es conocido en la Tierra: la temperatura desciende a -128° C durante las noches de invierno.

Para que los seres humanos puedan sobrevivir un tiempo bastante largo en un ambiente tan frío, será indispensable mejorar la tecnología de las vestimentas espaciales así como la calefacción y el aislamiento del alojamiento de las tripulaciones sobre Marte. He aquí mucho trabajo para los *ingenieros* y los *arquitectos* innovadores: ¡añadámoslos a la lista de empleos esenciales para la misión hacia Marte!

Vestimenta espacial para Marte

La vestimenta espacial constituye, en sí misma, un hábitat complejo. La misma debe modular la presión y la temperatura produciendo aire respirable. Una vestimenta espacial debe proteger a la persona de los rayos peligrosos y de los micros meteoritos, siendo bastante ligera para no estorbar demasiado los movimientos.

Las vestimentas que los astronautas llevaron a la Luna no serán adecuadas a las condiciones de Marte, cuya gravedad es superior a la de la Luna. Por consiguiente, habrá que trabajar para hacerla suficientemente ligeras para que no fatiguen al astronauta; pero bastante sólidas para resistir su empleo en un ambiente con mucho polvo.

Ver también: www.astronautix.com/craftfam/spasuits.htm

Copia de una vestimenta espacial de la NASA



©Susan Hoban

Imagen: NASA

El flanco sur de Olympus Mons fotografiado una mañana del invierno marciano de 1998 por el Mars Global Surveyor. Esta montaña está constituida de basalto, una roca ígnea. Es un volcán escudo, es decir que se presenta como un domo achatado formada por coladas de una lava muy fluida



Foto: NASA

Explorar Marte

Así, una vez acondicionada la estación, habrá llegado el momento de explorar el Planeta Rojo. Para desplazarnos, necesitaremos vehículos de exploración como los que se están probando hoy en el desierto de Arizona (ver foto).

Como atracción turística, Marte está bien dotado. Posee por ejemplo el mayor cañón del Sistema Solar. Pero también posee la montaña más elevada del Sistema Solar, el *Olympus Mons*, que mide alrededor de 27 Km de alto y 600 Km en la base. El *Olympus Mons* es un volcán escudo al igual que el Mauna Loa de Hawai, el mayor volcán terrestre. Los dos tienen calderas y se formaron por erupciones efusivas de extensas coladas de lava. Parece que algunos volcanes de Marte dieron lugar a erupciones explosivas, que probablemente habrían depositado las cenizas en el suelo marciano.

El gigantismo que presenta el *Olympus Mons* tal vez proviene de la ausencia de placas tectónicas en Marte. Como consecuencia de la inmovilidad de la corteza, el punto caliente no se habría trasladado, y el volcán habría continuado liberando lava por erupciones efusivas hasta alcanzar su tamaño actual. En la actualidad, los volcanes de Marte probablemente estén apagados, pero si hubieran estado activos en otro momento durante un largo período, habrían podido liberar importantes cantidades de gases que habrían calentado y densificado la atmósfera de este planeta. Incluso es posible que Marte haya sido suficientemente caliente para que el agua

haya corrido allí, como lo sugieren las imágenes de lo que asemejan a lagos y ríos desecados.

Será mejor que añadamos un *planetólogo* a la tripulación de la misión a Marte.

Ingenieros, geólogos y astronautas de la NASA prueban vehículos de exploración en marzo de 2008, en el desierto de Arizona, en los Estados Unidos, cuya morfología es bastante parecida a la de la Luna y a la de Marte. El vehículo está presurizado y le permite a los astronautas vivir allí durante varios días, dándole la posibilidad de hacer exploraciones más lejos que con un equipo no presurizado

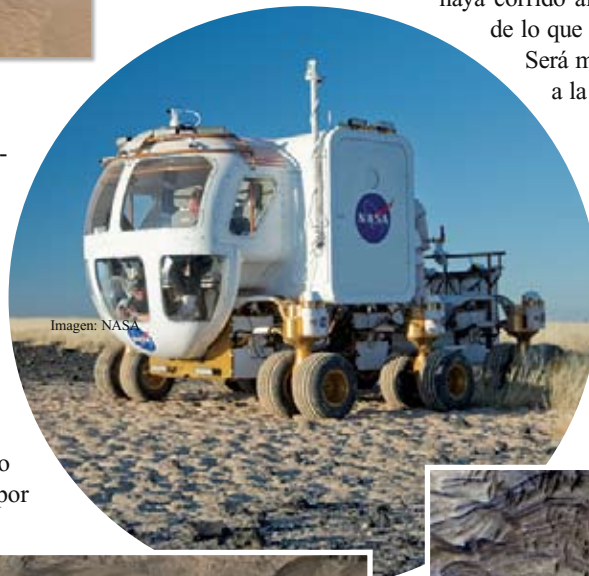


Imagen: NASA

Los seres humanos necesitan obviamente comida y en Marte ésta no crecerá afuera: por consiguiente, necesitaremos crear y mantener en Marte una biosfera artificial que la produzca. Dicho esto, parece que el suelo marciano contiene algunos minerales solubles que los vegetales podrían utilizar. Los científicos llegaron a esta conclusión después de haber analizado las muestras de suelo marciano recogidas el año pasado, por la nave espacial Phoenix. ¡Incluso un científico sugirió que los espárragos pudieran crecer en las condiciones de alcalinidad (el pH) del suelo de Marte! Añadamos *ingeniero agrónomo* a la lista de las carreras para Marte. Los *veterinarios* también pudieran encontrar su plaza, ya que los seres humanos pudieran desear tener animales de compañía, o carne.



Imagen USGS

El Valles Marineris, el mayor cañón del Sistema Solar, es un conjunto de cañones situados justo al sur del ecuador marciano. Su profundidad alcanza en algunos lugares 10 Km. Tal vez hubo una época en que el agua circulaba en este conjunto de cañones, que mide alrededor de 4 000 Km de largo



Imagen: NASA

Fracturas tectónicas en el Valles Marineris, en Marte. Mientras que en la Tierra, la tectónica hace deslizar las placas, en Marte parece tener un efecto vertical: empujando hacia arriba la lava caliente que atraviesa la corteza para derramarse en la superficie. Sobre la roca erosionada, los surcos sugieren un antiguo derrame de líquido. La imagen representa un sector de alrededor de 1 Km de ancho

En busca de los Marcianos

La idea de una vida en Marte ronda desde hace mucho tiempo a los Terrícolas. Las sondas Viking 1 y 2 de la NASA se encaminaron a Marte en marzo de 1976 para estudiar su superficie y buscar señales de vida. Estas misiones confirmaron que el suelo se componía de arcilla ferruginosa; pero sus experimentos biológicos no revelaron ninguna señal de vida.

Los científicos buscan la presencia de agua en Marte, ya que se estima que la vida en la Tierra comenzó en los océanos. Tanto la temperatura como la presión superficial de Marte no permiten la presencia de agua líquida en su superficie.

Estos últimos tiempos, los científicos pudieron medir el metano (CH_4) de la atmósfera de este planeta. Este gas es lo que se llama «una molécula orgánica», donde el término orgánico remite a la química de las moléculas de la cadena de carbono. El carbono está presente en todo lo que tiene vida. El metano es la más simple de las moléculas orgánicas ya que la cadena de carbono sólo tiene aquí un enlace (con cuatro átomos de hidrógeno). Los recientes descubrimientos de metano sobre Marte son importantes para los científicos que estudian la atmósfera de Marte, sin que por ello signifique que se haya encontrado señales de vida. El metano también podría muy bien denotar una actividad geológica subterránea.

El Laboratorio de las Ciencias Marcianas de la NASA y las misiones ExoMarte de la Agencia Espacial Europea utilizarán vehículos todoterreno para estudiar la geología, la atmósfera y el ambiente y, buscar una vez más, señales de vida en Marte, cuando ellos lleguen allí – según las últimas noticias en 2014 y 2016. Parece que necesitaremos otro científico (un/una exobiólogo*) para la misión hacia Marte.

* Estudia la vida en el universo

El año pasado, en diciembre, la NASA anunciaba que su Mars Reconnaissance Orbiter había descubierto en la superficie de Marte los minerales carbonatos largo tiempo buscados, indicando que Marte había tenido un agua cuya calidad variaba entre alcalina y neutra, en la época en que los minerales carbonatos se formaron, hace 36 mil millones de años. Los carbonatos (artificialmente coloreados en verde en esta imagen representan alrededor de 20 Km de terreno), que en la Tierra comprenden a la cal y a la creta, se disuelven rápidamente en el ácido. Su supervivencia, hasta hoy, en Marte nos permite creer que un medio ambiente exclusivamente ácido no haya reinado después de su formación en este planeta. Ello indica, por el contrario, que hubo diferentes tipos de medio ambiente acuosos. Cuanto más variados estos hayan sido, mayores son las posibilidades de que uno o varios de ellos hayan mantenido una forma de vida



Peligros para sortear en Marte

¿Cuáles serán las condiciones meteorológicas? Como el eje de rotación de Marte está inclinado, posee estaciones comparables a las de la Tierra (ver página siguiente *Boletín meteorológico del Sistema Solar*).

Por consiguiente, existen periodos más templados, principalmente alrededor del ecuador. La temperatura puede subir hasta 20° C pero, incluso entonces, por muchas razones, no podemos pasearnos afuera en traje de baño.

Las dos primeras razones son nuestras necesidades de aire para respirar y de protección contra la peligrosa radiación solar.

Las duras condiciones creadas por la radiación es uno de los argumentos que militan contra la existencia actual de vida sobre la superficie de Marte. Antes de pensar que los seres humanos puedan establecer una presencia de cierta duración sobre Marte, los alojamientos, las vestimentas espaciales y los sistemas de transportes diseñados para Marte deberán garantizar la protección contra los rayos cósmicos.

La composición y la densidad de la atmósfera de Marte son muy diferentes de las de la Tierra. Esta última se compone principalmente de nitrógeno que inspiramos y expiramos sin utilizarlo. Es este nitrógeno quien difracta la luz del Sol y da al cielo terrestre este aspecto azul. En Marte, el cielo parece rosa, ya que la luz solar es difractada por las partículas de polvo más gruesas que las moléculas de nitrógeno, las que tienden a propagar más la luz roja que la azul –la luz roja posee una longitud de onda superior a la del azul.

Molly exclama: «Nosotros aprendimos en la escuela que el dióxido de carbono es un gas de efecto invernadero que probablemente contribuye al calentamiento del planeta. Si la atmósfera de Marte se compone principalmente de este gas, ¿por qué no hay calentamiento global en Marte?»

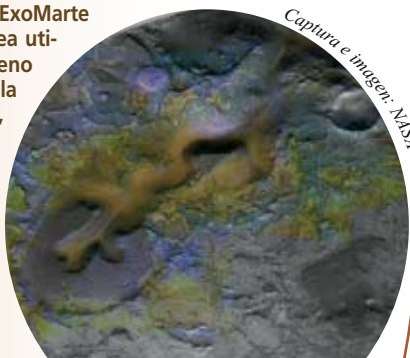


Imagen tomada por la misión Pathfinder 1997 de la NASA en Marte. El paisaje de esta región ligeramente al norte del ecuador es accidentado y rocoso. Las colinas Twin Peaks aparecen en el horizonte. El año pasado, el Phoenix de la NASA se posó en las planicies del Artico norte de Marte, donde el terreno es más bien unido y menos rocoso

©Cortésia de Samuel Blanc: www.shlane.com Box



Una aurora austral en la Antártica, en la Tierra. Este magnífico espectáculo se produce en los polos cuando el campo magnético del viento solar atrapado entra en colisión con el escudo invisible de la Tierra, su magnetosfera

Comparemos la atmósfera en Marte y en la Tierra

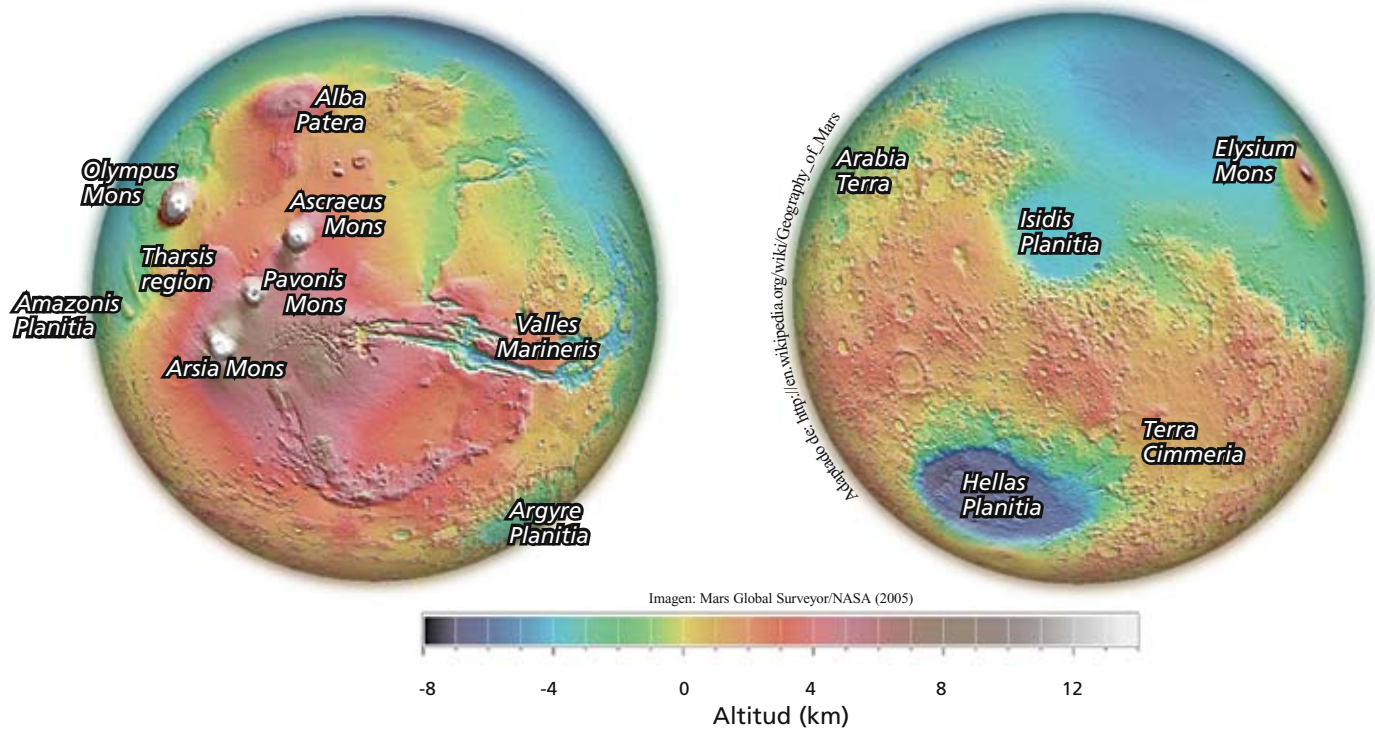
	Tierra	Marte
Temperatura media	15 °C	-55 °C
Presión en la superficie	1013 mbar (= 1 atmósfera)	6,35 mbar
Composición de la atmósfera	78,07% nitrógeno 21,0% oxígeno 0,9% argón 0,03% dióxido de carbono	95,49% dióxido de carbono 2,7% nitrógeno 1,6% argón 0,13% oxígeno 0,08% monóxido de carbono
Densidad atmosférica* en la superficie	1,22 kg/m ³	0,015 kg/m ³

*La densidad atmosférica sobre Marte es alrededor 80 veces más baja que en la Tierra. La densidad atmosférica de un planeta no es fija: varía de forma inversamente proporcional a la altura, la temperatura y la humedad. Aquí fue calculada en base a la temperatura media de los dos planetas.

Fuente: www.esa.int
Para calcular la densidad atmosférica en Marte, consulte (en inglés):
http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/Exercises/Preparing_%20a_%20mission_%20to_%20Mars.pdf

No sólo es la composición de la atmósfera de Marte lo que difiere de la Tierra. Debido a que Marte es un planeta muy pequeño –su masa equivale a 1/10^{ma} de la masa de la Tierra– su gravedad es muy débil para retener una atmósfera muy densa. Su dióxido de carbono la calienta pero sólo algunos grados. El contenido de la atmósfera en dióxido de carbono incluso disminuye cuando una parte del mismo se congela y se precipita en la superficie bajo forma de nieve de dióxido de carbono. Por consiguiente, no se puede contar con el efecto invernadero para calentar mucho la superficie de Marte.

No sólo la atmósfera de la Tierra se comporta como un cobertor que mantiene el calor en la superficie de la Tierra, lo que no hace la atmósfera de Marte, sino que la atmósfera y el campo magnético de la Tierra forman un escudo que protege a los seres humanos de las radiaciones perjudiciales del espacio. Se trata del viento solar (partículas solares cargadas), de los rayos ultra-violetas solares (parte del espectro electromagnético que es absorbido en gran medida por el ozono de la atmósfera terrestre pero provocan las quemaduras) y los rayos cósmicos galácticos (partículas de altas energías procedentes del exterior



En este mapa del relieve de Marte, constataremos que las llanuras del norte fueron aplanadas por coladas de lava mientras que el sur presenta montañas erosionadas por antiguos impactos de asteroides y de cometas. El mayor cráter de Marte es la cuenca de impacto denominada Hellas, que mide 2 200 Km de diámetro, llamada también Hellas Planitia – planitia(e) que significa planicie. Como en un principio se creyó que las planicies de Marte de color más pálido eran continentes separados por mares, se les dió nombres tales como Amazonia Planitia y Arabia Terra



Boletín meteorológico del Sistema Solar

¿Por qué ir a Marte cuando Venus está más cerca? Simplemente porque Venus es una especie de invernadero muy ardiente o estufa. ¡Marte es, de todo el Sistema Solar, el planeta que más se parece a su hermana gemela, la Tierra! La temperatura sobre la Tierra es perfecta para los seres humanos porque se encuentra a una distancia ideal del Sol: más cerca, el agua se evaporaría, como sobre Venus; más alejada y se convertiría en hielo, como en Marte.

En todos los planetas del Sistema Solar, el clima está condicionado por los mismos factores: la distancia media con relación al Sol, la inclinación del eje de rotación -que determina las estaciones-, la forma de la órbita alrededor del Sol, la presencia o ausencia de una atmósfera mensurable y la duración de los días. Vayamos a dar una vuelta por los otros planetas para ver lo que nos reserva su meteorología.

La lluvia

Nuestro planeta no es el único, en el Sistema Solar, que conoce la lluvia. Basta que estén reunidas las condiciones para que una lluvia líquida se forme en la atmósfera, según el punto de condensación adecuado para cada elemento químico. Sobre Venus, llueve ácido sulfúrico*, pero esta lluvia no llega nunca a la superficie del planeta, debido al intenso calor que allí hay.

Sobre Titán, una de las lunas de Saturno, las lluvias de metano forman lagos y ríos en las latitudes norte. Titán se sumerge en una atmósfera rica en nitrógeno, que se parece tal vez a la que había en la tierra hace mucho tiempo.

A veces también llueve en los planetas gaseosos gigantes que son Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, cuya atmósfera se compone fundamentalmente de hidrógeno y de helio. Es la presencia complementaria de metano en Urano y Neptuno la que explica su tinte azulado. Las nubes de Júpiter se componen de amoníaco, de sulfuro de hidrógeno y de agua. La velocidad de rotación de este planeta provoca vientos del este de 480 Km/h. En lo más profundo de su atmósfera, la presión y la temperatura aumentan, ocasionando la licuefacción del hidrógeno. Se piensa que la Gran Mancha Roja de Júpiter pudiera ser en realidad un huracán que ¡sola desde hace 400 años!

Las temperaturas

En Mercurio, las diferencias de temperatura son las más grandes de todo el Sistema Solar: pueden llegar a 430° C por el día y -170° C por la noche, ya que la atmósfera es demasiado delgada para retener el calor. Su muy lenta rotación explica la extrema duración del día, suficiente para calentar la superficie. Como no tiene inclinación su eje de rotación, no hay estaciones.

Venus está cubierta de espesas nubes con turbulencias a grandes velocidades, compuestas fundamentalmente (en 96%) de CO₂, que atrapan el calor superficial, creando un mundo ardiente como una estufa bastante caliente (700° C) para hacer fundir el plomo, y una presión atmosférica tan intensa que mantenerse de pie en Venus produciría la misma sensación que encontrarse a 900 m de profundidad en un océano terrestre.

Júpiter tiene una temperatura de alrededor de -148° C en la cima de las nubes. No obstante, la temperatura varía mucho a causa de

la composición química de los diversos elementos que constituyen su atmósfera. A medida que se avanza hacia el interior, la temperatura asciende para alcanzar, en el centro de Júpiter, una temperatura aún más elevada que en la superficie del Sol!

Sobre Saturno, la temperatura oscila alrededor de -178° C. Los anillos de Saturno consisten esencialmente en hielo de agua.

Cerca de la cima de las nubes, la temperatura de Urano es de -216° C. La mayor parte de este planeta está inmersa en un elemento líquido constituido principalmente de materia helada (agua, metano y amoníaco). El planeta tiene estaciones que duran más de 20 años, pero la temperatura difiere poco entre su invierno y verano debido a la distancia del Sol.

Sobre Tritón, una de las 13 lunas de Neptuno, la temperatura superficial desciende hasta -235° C. Sin embargo, la nave espacial Voyager 2 descubrió géiseres que arrojan material helado hasta 8 Km de alto. Por una razón desconocida, la fina atmósfera de nitrógeno de Tritón está calentándose.

Los escudos invisibles

El campo magnético que rodea los planetas actúa como un escudo invisible, que les protege de las partículas aportadas por los vientos solares de fuerte intensidad, procedentes del Sol y de otras partes. Como la Tierra, Mercurio posee un campo magnético, su magnetosfera. Marte y Venus no tienen. Júpiter, Neptuno, Saturno y Urano todos tienen una. Incluso los cometas y algunos satélites, como Ganímede, una luna de Júpiter, tienen sus magnetosferas. Estas interactúan sobre el tiempo que reina en el planeta y sobre la formación de los relámpagos.

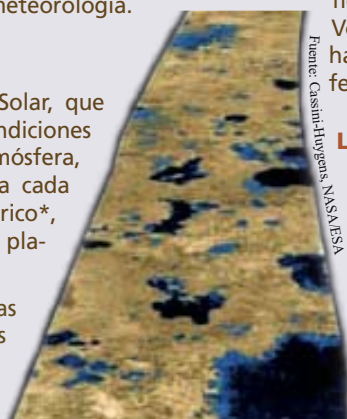
Júpiter tiene el campo magnético más poderoso de nuestro Sistema Solar, cerca de 20 000 veces superior al de la Tierra, delante de Saturno (578 veces el de la Tierra), Urano (48 veces) y Neptuno (27 veces). El campo magnético de Júpiter proviene de una corriente eléctrica generada por la velocidad de rotación de este planeta.

El eje principal del campo magnético de Neptuno está inclinado alrededor de 47° con relación al eje de rotación de este planeta, diferencia que expone su campo magnético a variaciones desordenadas durante cada rotación. Los vientos de Neptuno son los más fuertes de todo el Sistema Solar: tres veces más que los de Júpiter y nueve más que los de la Tierra.

Los relámpagos

Donde quiera que exista una atmósfera, puede producirse relámpagos, a consecuencia de la acumulación de una carga electrostática. Se observan en el conjunto del Sistema Solar. La sonda Venus Express de la Agencia Espacial Europea descubrió relámpagos visibles en la atmósfera de nubes de ácido sulfúrico de este planeta, así como emisiones esporádicas de ondas radio. Las enormes tempestades de polvo de Marte son fuentes potenciales de relámpagos.

Se han observado relámpagos directamente sobre Júpiter, Saturno y Neptuno, y se detectaron cargas estáticas por Voyager 2, cuando éste rebasó Urano, hace dos decenios. Incluso Titán tendría la capacidad de producir relámpagos, aunque aún no se han observado. Los relámpagos podrían suministrarnos indicaciones interesantes sobre la formación de biomoléculas, los precursores de la vida.



Lagos alimentados por las lluvias de metano sobre Titán

Fuente: Cassini-Huygens, NASA/ESA

* En la parte alta de la atmósfera de Venus, el dióxido de carbono (CO₂) está disociado en monóxido de carbono (CO) y oxígeno atómico (O). El oxígeno atómico reacciona con el dióxido de azufre (SO₂) para dar trióxido de azufre (SO₃), que se combina a su vez con el vapor de agua (H₂O) para formar el ácido sulfúrico (H₂SO₄)

CLAVE:

Diámetro del planeta

Duración del día del planeta

Duración del año del planeta

Distancia mayor del planeta

con respecto al Sol

MERCURIO
4880 km
1408 horas
0.2 año terrestre
58 millones de km

VÉNUS
12 100 km
-5832 horas
(Venus gira en sentido inverso)
0.6 año terrestre
108 millones de km

TIERRA
12 750 km
24 horas
365 días
150 millones de km
(= 1 Unidad Astronómica, o UA)

MARTE
6780 km
24.6 horas
1.9 año terrestre
228 millones de km (1.5 UA)

JUPITER
138 850 km
9.9 horas
11.9 años terrestres
778 millones de km

SATURNO
114 630 km
10.6 horas
29.4 años terrestres
1427 millones de km

URANO
50 530 km
-17.24 horas
(Urano gira en sentido inverso)
84.0 años terrestres
2870 millones de km

NEPTUNO
49 100 km
16.1 horas
164.8 años terrestres
4497 millones de km

Textos e imágenes de la figura según: <http://solarsystem.nasa.gov/edu/themes/index.cfm>

No está reproducido a escala

de nuestro Sistema Solar). Marte no tiene campo magnético que desviaría del planeta el viento solar o los rayos cósmicos galácticos, y la fina atmósfera de Marte no puede absorber los rayos ultra-violetas que se dirigen hacia él.

Este tipo de radiación cósmica constituirá un serio peligro para los seres humanos, ya que podría dañar algunas moléculas del ADN de las células vivas y hasta provocar cáncer en caso de proliferación de las células dañadas. Es evidente que los puestos de *doctores* y de *enfermeros* serán indispensables en la base marciana.

«Entonces allí hace frío, debemos cuidarnos de las radiaciones y nuestros cuerpos no están habituados a tan escasa gravedad. ¿Tiene Marte alguna cosa normal, como el tiempo que hace allí, por ejemplo?» pregunta Molly. ¿Pues bien, el Phoenix de la NASA descubrió la caída de una nevada sobre Marte, ¡Pero si yo fuera tú, no llevaría mis esquís, ya que la nieve se sublima antes de tocar el suelo. «¿Se sublima?» Si, pasa del estado de agua helada al de gas en forma de vapor de agua, saltando la fase líquida.

Si quieres ver un ejemplo de sublimación, el hielo seco (dióxido de carbono) se sublima en la Tierra: se utiliza frecuentemente para conservar el alimento fresco y se puede comprar en algunos comercios de alimentos.

En 1971, el Mariner 9, el primer satélite que orbitó el Planeta Rojo, llega a Marte en medio de una enorme tempestad de polvo que cubría todo el planeta. El Mariner 9 fue el primero que descubrió las tempestades de polvo de Marte, que

han conocido las sucesivas envías. Las tempestades han constituido un azote para las naves espaciales que después de alcanzar la superficie de Marte, han visto detenidos sus sistemas electrónicos y sus elementos móviles, y cubriendo de polvo sus paneles solares. *Spirit*, uno de los dos vehículos de exploración que aterrizaron sobre Marte en 2004, estuvo a punto de sucumbir en noviembre 2008 a causa de una fina lluvia de polvo marciano.

Gran Mancha Roja

¿Le gustaría conocer más?

Para conocer las misiones pasadas, presentes y futuras de Marte, aprender a crear una colonia del espacio, leer el boletín meteorológico de Marte, etc.:

Sobre la exploración de Marte:

<http://marsprogram.jpl.nasa.gov/marte/overview.html>

www.windows.ucar.edu/tour/link=/mars/exploring/exploring_mars.sp.html

Sobre características físicas de Marte:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Marte_\(planeta\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Marte_(planeta))

Sobre los volcanes de Marte:

www.solarviews.com/span/marsvolc.htm

Sobre el descubrimiento reciente de metano sobre Marte (en inglés):

www.nasa.gov/mission_pages/mars/news/marsmethane.html

Leer el boletín meteorológico de Marte (en inglés):

www.asc-csa.gc.ca/eng/astrometry/phoenix/weather1.asp

Sobre la creación de una colonia del espacio (en inglés):

www.lpi.usra.edu/education/explore/colonies/

Ver también Marte para los niños (en inglés):

<http://marsprogram.jpl.nasa.gov/kids/>



Fuente: NASA/JPL-Caltech/Canadian Space Agency. Viento: University of Aarhus

Compre un Galiléoscopio para admirar las estrellas



El Galiléoscopio™ es un telescopio de calidad, poco costoso, para armarlo usted mismo, creado para el Año Internacional de la Astronomía por un equipo de los mejores astrónomos, ingenieros ópticos y profesores de ciencias. Donde quiera que usted viva, con este material fácil de montar, de 50 mm de diámetro, con refractor acromático de una potencia de 25 a 50, usted podrá contemplar las maravillas celestes que Galileo fue el primero en apreciar, hace 400 años y que todavía son el encanto de los aficionados actuales. Estos son, por ejemplo, los cráteres de la luna, Marte, las cuatro lunas que gravitan alrededor de Júpiter, las fases de Venus, los anillos de Saturno y las innumerables estrellas invisibles a simple vista. El Galiléoscopio es un proyecto insignia de la Unión Astronómica Internacional, en colaboración con la UNESCO entre otros organismos.

Cuesta \$15 dólares de los Estados Unidos (más gastos de envío) o bien \$12.50 por cada uno cuando la compra es de 100 unidades o más (más gastos de envío).

Para encargar: <https://www.galileoscope.org/>

Para más detalles: info@galileoscope.org;

(Teléfono: +1 603-401-8249); y.berenguer@unesco.org



He aquí a que se parecería la puesta del Sol si usted estuviera en Marte. Parece mucho más pequeño que sobre la Tierra porque está más alejado. Según lo que le enseñé este artículo, si la dimensión angular del Sol en la Tierra es de un medio-grado (30 minutos de arco), ¿Cuál sería ésta en Marte (en promedio)? Solución al final de la página

Pero el polvo no sólo juega un papel negativo en Marte. Desde hace algunos años sabemos que existe en la superficie de Marte pequeños tornados de polvos llamados «tempestades diabólicas de polvo». Nosotros también tenemos en la Tierra. En marzo 2005, una de ellas envolvió al *Spirit*, y liberó el polvo de sus paneles solares, lo que le permitió recibir de nuevo energía. Si este pequeño diablo ayudó al *Spirit*, a un ser humano seguramente no le gustaría enfrentarlo, ¡ya que en el descenso del Phoenix la NASA midió la velocidad del viento de un pequeño tornado de polvo de 40 Km/h!

Recapitemos. Hablamos de las necesidades de alimento, de aire, abrigo y transporte. Añadamos a la lista, los desafíos que requieren la necesidad de una fuente constante de energía. Sin combustibles fósiles en Marte, la estación deberá utilizar la energía solar y tal vez la del viento. Ahora bien, la radiación solar que llega a Marte es, como promedio, inferior a la mitad de la que incide sobre la Tierra, y la densidad de la atmósfera es muy inferior, de manera que las tecnologías creadas en la Tierra podrían no ser directamente transferibles a su empleo en Marte.

Pregunto a Molly si todavía quiere explorar Marte, ahora que conoce más sobre él. «Pienso que necesitamos explorar el espacio, sobre todo otros planetas», responde ella. Como le pregunto por qué, asume un aire enigmático para añadir: «¿Y si no logramos cuidar bien nuestro planeta...?». Es una muy buena pregunta, Molly.

Susan Hoban¹

SOLUCION: El tamaño aparente de un objeto varía de forma lineal e inversamente proporcional a su distancia. Haga la prueba auxiliándose de una regla y de un marcador: ponga una taza sobre una mesa a una distancia conocida (digamos, 1 m). Extienda el índice y marque ahí el tamaño aparente de la taza. Aléjese ahora dos veces esta distancia (digamos 2 m) y mida de nuevo. ¿Cuánto cambió el tamaño aparente de la taza? Al partir de este principio y conociendo que 60 minutos de arco valen 1 grado, podemos calcular que la dimensión angular del Sol visto desde Marte = la dimensión angular del sol visto desde la Tierra multiplicada por (la distancia media de la Tierra al Sol dividida por la distancia media de Marte al Sol) es decir $x = 30$ minutos de arco $x (1UA/1,5 UA)$. Respuesta: $x = 20$ minutos de arco, es decir el tercio de un grado

1. Coordinadora del proyecto BEST Students (Beginning Engineering, Science and Technology) de la NASA, Universidad de Maryland, Condado de Baltimore: hoban@umbc.edu

El riesgo de desastres está en aumento, según informe de la ONU

Los riesgos de desastres están en aumento en todo el mundo para la mayoría de los peligros. Es lo que divulgó el 8 de junio un informe de la ONU, en la sede de la UNESCO en París. Además, el riesgo de pérdidas económicas debido a desastres aumenta mucho más rápido que el riesgo de mortalidad.

Concentrados en una muy pequeña porción de la Tierra, los riesgos de desastres están repartidos de forma muy desigual, según la primera edición del Informe Bienal Mundial de Evaluación sobre la Reducción de los Riesgos de Desastres, titulado «*Riesgo y pobreza en un clima cambiante: invertir hoy para un mañana más seguro*». Solo un puñado de países –sin embargo muy poblados– ha sufrido más de un mega-desastre durante el transcurso de los últimos 30 años: Bangladesh, China, Estados Unidos, India, Indonesia y Japón.

Aunque los mega-desastres siguen siendo poco frecuentes, la mitad de los 14 desastres más costosos y destructores ocurridos desde 1976 tuvieron lugar durante los últimos cinco años. Ese fue el caso por ejemplo del terremoto de Sichuan, en mayo del 2008, que provocó la muerte de al menos 87 566 chinos y afectó a más de 60 millones. Unos 5,36 millones de edificios se derrumbaron y más de 21 millones resultaron dañados. Los daños se estiman en 30 mil millones de dólares, este sismo ocupa el octavo lugar entre los desastres que más vidas han costado en los últimos 30 años y el tercer lugar entre los más costosos, después del huracán Katrina (EE.UU, 2005) y el terremoto de Kobe (Japón, 1995). También en mayo 2008, 133 655 personas perdieron la vida cuando el ciclón Nargis devastó una región de Myanmar de gran importancia para la alimentación del país.

«En general, los países más pobres y los que tienen problemas de gobernabilidad están más expuestos a riesgos que los otros» precisa el informe, que señala que las economías pequeñas son más vulnerables que aquellas que están más diversificadas. Cuando las langostas atacaron los cultivos en Níger, en 2004, la cosecha de cereales solo disminuyó un 11% por debajo de la media de los cinco años precedentes y a pesar



Una cadena humana intenta salvar un hombre atrapado dentro de su automóvil durante la mayor inundación que se recuerde en Chisinau. En el 2005, un verdadero diluvio hizo desbordar la represa al norte de la capital moldava y rompió su dique. Los hombres pudieron rescatar al chofer sobre tierra firme

de la crisis se podía comprar alimentos. Pero la conjunción de la fragilidad de las estructuras socioeconómicas y políticas, del alza de los precios en el mercado y de una creciente pobreza –40% de la población en 1990 y 60% en 2004– provocó que 12 millones de personas necesitaran una ayuda alimentaria.

Los medios de subsistencia de los campesinos son particularmente vulnerables en numerosos países en desarrollo. Aproximadamente 75% de las personas situadas por debajo del umbral internacional de pobreza –1,25 dólar diario– viven en zonas rurales: 268 millones en África subsahariana, 223 millones en Asia oriental y el Pacífico y 394 millones en Asia del sur. «Incluso en países que tienen un rápido desarrollo económico, como China» donde, según el informe, «hay 175 millones de campesinos por debajo de este umbral».

El informe aboga por un cambio radical en las prácticas del desarrollo y por un mayor énfasis en la adopción de políticas de adaptación y preparación para los desastres. Las noticias al respecto son alentadoras. Los informes provisionales enviados por 62 países sobre los progresos logrados en el alcance de los objetivos del Plan de Acción de Hyogo (2005) indican que «numerosos países están realizando grandes progresos en la puesta en marcha de sistemas institucionales, legislaciones, políticas y planes para mejorar la preparación para enfrentar los desastres, respuesta y para la alerta temprana». Entre esos países están los que sufrieron el tsunami de diciembre 2004 en el Océano Índico, que ocasionó la muerte de 226 408 personas. «Gracias a estos esfuerzos, muchos países de bajos ingresos han reducido considerablemente sus riesgos de mortalidad por desastres frente a eventos tales como ciclones tropicales e inundaciones» señala el informe.

En lo que concierne a otras importantes causas del riesgo, como la falta de acceso a la protección social, los progresos son menos alentadores. El informe recuerda que «el crecimiento económico por sí solo no basta para reducir el riesgo de desastre: cuando los países desarrollan su economía, la exposición a los riesgos tiende a aumentar en una proporción mayor que la disminución de su vulnerabilidad. Una mayor equidad social puede no solo reducir la vulnerabilidad, sino también aliviar la pobreza».

La redacción del informe fue coordinada por la Estrategia Internacional de la ONU para la Reducción de Desastres en colaboración con el PNUD, el Banco Mundial, el PNUMA, la OMM, la UNESCO, el consorcio ProVention y una amplia gama de otros socios.

Para leer el informe: www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/report/; Para más detalles: b.roubhan@unesco.org

22 nuevas reservas de biosfera

El pasado 26 de mayo, el Consejo Internacional de Coordinación (CIC) del programa de la UNESCO El Hombre y la Biosfera (MAB) incorporó al mismo 22 nuevas reservas de biosfera, situadas en 17 países. Inicialmente habían sido propuestos 36 sitios por 25 países. Ahora, la Red Mundial de Reservas de Biosfera cuenta con 553 reservas situadas en 107 países.

Desde la Reserva de Biosfera de la isla Jeju, en la República de Corea, donde se reunió el CIC del MAB, este Consejo aprobó también la extensión de cuatro reservas de biosfera

ya existentes: Mata Atlántica (Brasil), La Campana-Peñuelas (Chile), Carelia del Norte (Finlandia) y Dyfi (Reino Unido), denominada ahora Biosfer Dyfi Biosphere.

También la isla de Jeju acogió a los laureados del premio Michel Batisse para la Gestión de las Reservas de Biosfera. Otorgada cada dos años, la beca de 6 000 dólares será compartida este año entre Boshra Salem (Egipto) por el estudio de caso titulado *Working together for a better livelihood in Omayed Biosphere Reserve* y Yuriy Gorshkov (Rusia) por el estudio de caso *Nature management, conservation, restoration of the biological landscape diversity and socio-economic activity* en la reserva de biosfera del Grand Volzhsko-Kamsky.

El CIC felicitó también a los 10 laureados de las becas del MAB de este año para Jóvenes Científicos, de un monto de hasta de 5 000 dólares cada una: Peggy Prisca Ouoko Yangounza (República Centroafricana), Ana Maria Abrazua Vásquez y Paula Irrazabal y Soledad Contreras (Chile), Surima Orto Pozo (Cuba), Yun Son Suk (RDP de Corea), Steeve Ngama (Gabón), Taher Ghadirian (Irán), Deni Rayn Villalba (México), Marina Rubtsova (Rusia) y Khalid Osman Hiwytyala (Sudán).

Para ver la galería de fotos: www.unesco.org/mab



Una laguna en la Reserva de Biosfera de Montebello, en México

Las nuevas reservas de biosfera

Bliesgau Alemania	Enlaza dos paisajes que ofrecen un gran contraste: uno densamente poblado y urbanizado en la parte norte, y otro escasamente poblado y rural en la parte sur. En el contexto del cambio climático global, se están realizando en este sitio trabajos de investigación exhaustivos sobre los cambios ecológicos.
Alb Suabo Alemania	150 000 habitantes. Productos locales, industrias artesanales, eco-comercio, bio-agricultura, energías renovables, etc. El centro de entranamiento militar de Münsingen, cerrado al público durante 110 años y abierto en 2005. Es una de las más vastas áreas de Bade-Württemberg exentas de contaminación acústica.
Great Sandy Australia	Zona terrestre, costera y marina, alberga el bosque húmedo asentado sobre arena más grande del mundo. La reserva abarca la Isla Fraser, sitio natural inscrito en 1992 en la Lista del Patrimonio Mundial. Se fomenta el ecoturismo y se ha creado un nicho comercial para productos de la agricultura orgánica.
Shinan Dadohae Corea (República de)	Archipiélago situado al sudoeste del país. Comprende zonas terrestres y marinas, vastas zonas de mareas, que sirven de refugio a aves migratorias raras. Se siguen practicando métodos tradicionales de pesca como la captura a mano y de producción de sal
Mont Myohyang Corea (RPD de)	Según la leyenda, el sitio de esta reserva es sagrado por haber sido la morada del Rey Tangun, ancestro del pueblo coreano. Con una altitud de 2 000 metros, alberga treinta especies de plantas endémicas, 16 especies de plantas en peligro de extinción y 12 especies animales también amenazadas.
Fuerteventura España	La segunda en importancia del archipiélago de las Canarias, posee zonas desérticas y semidesérticas, hábitats costeros y marinos, rica biodiversidad marina (delfines, cachalotes, así como tortugas de mar). Uno de los observatorios geopaleontológicos más importantes del mundo. Las actividades se centran en el ecoturismo y la producción de energía eólica y solar.
Nokrek India	En el estado de Meghalaya, punto clave para la biodiversidad. Alberga elefantes, tigres, leopardos y gibones de cresta negra, se destaca también por poseer variedades silvestres de cítricos.
Pachmarhi India	En el estado de Madhya Pradesh, reservas de tigres y otras especies salvajes. Al ser una interfaz de varios tipos de bosque tropical húmedo, tropical seco y subtropical de colina el sitio constituye un verdadero paraíso para los botánicos. Las tribus autóctonas contribuyen a la conservación de los bosques;
Similipal India	Reserva de tigres, en el estado de Orissa, al este. En su medio ambiente tropical viven elefantes, panteras, venados. Las tribus locales subsisten gracias a la agricultura, la caza y la recolección de productos de los bosques, pero necesitan con urgencia fuentes de ingresos suplementarios.
Giam Siak Kecil – Bukit Batu Indonesia	Zona de turberas de la isla de Sumatra, dotada de una explotación maderera y dos reservas naturales habitadas por tigres de Sumatra, elefantes, tapires y osos de anteojos. Actividades de investigación que comprenden la observación de las especies más representativas y un estudio profundo de la ecología del ecosistema de turberas. Interesantes zonas experimentales para el mercado de carbono.
Jabal Moussa Líbano	Sitio virgen y conservado, protegido por ordenanzas municipales. Valle surcado por ríos y arroyos, posee praderas atravesadas por acequias, bosques mixtos de robles y pinos, olivares y numerosas especies de plantas de importancia económica. Hábitat natural de lobos, hienas, damanes, aves y reptiles.
Tasik Chini Malasia	Primera Reserva de Biosfera de este país, al este de la península. El Lago Tasik Chini, el núcleo de la reserva, es un santuario de numerosas especies endémicas de agua dulce. Fuerte potencial de desarrollo del artesanado a partir de especies de plantas locales situados en torno al lago y sus ríos.
Lagunas de Montebello México	Gran biodiversidad. Une el Altiplano Central de Chiapas con la llanura costera del Golfo de México. Paisaje es de formación kárstica con más de medio centenar de lagunas vitales para los recursos hídricos de la zona y la regulación del clima. Las comunidades locales están asociadas a la gestión del sitio, con cultivos de café orgánico, la repoblación forestal y el turismo, etc.
Isla de Flores Portugal	En el archipiélago de las Azores. Parte emergida de una montaña submarina cercana de la Dorsal Mesoatlántica. La isla se formó por la actividad volcánica hace algo menos de 10 millones de años. La reserva abarca la isla y algunas zonas marinas adyacentes. Las actividades económicas principales son la pesca con métodos tradicionales y el ecoturismo: práctica del submarinismo, observación de ballenas y delfines y las excursiones a pie por la costa.
Geres/Xures Portugal y España	Situada entre España y Portugal. Reserva de biosfera transfronteriza dotada de un plan conjunto de administración. Rica en ecosistemas de bosques y turberas, así como un considerable número de especies endémicas influenciadas por los climas oceánico y mediterráneo.
Altaiisky Rusia (Federación de)	En la parte oriental y nororiental de la cordillera del Altai, a lo largo de una inmensa cadena montañosa. Una superficie de 3.5 millones de hectáreas y una población de unas 15 000 personas. En su centro el sitio natural de Altai, inscrito en la Lista del Patrimonio Mundial clave para el turismo. Declarada reserva natural desde 1932, el Altaiisky es una de las regiones del mundo menos afectada por las actividades humanas. Posee poblaciones autóctonas.
Lajat Siria	En la frontera de Jordania. Gran biodiversidad. Supervivencia de los sistemas de pastoreo trashumante. Restauración del paisaje y actividades de excavación en las ruinas arqueológicas de Lajat.
Vhembe Sudáfrica	La reserva abarca: la parte norte del Parque Nacional Kruger; el Sitio Ramsar de los Makuleke Wetlands, los Soutpansbereng y el Blouberg, puntos calientes de la biodiversidad; el Paisaje Cultural de Mapungubwe, inscrito en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO; y la meseta de Makgabeng, que cuenta con más de un millar de sitios de arte rupestre. Las actividades humanas predominantes son: la agricultura, la ganadería y la caza. Población autóctona.
Desnianskyi Ucrania	Bosques, ríos, lagos, llanuras inundables y turberas en 58 000 hectáreas. Especies raras como osos y linces. Ecoturismo y agricultura orgánica en el área del río Desna. Labor pedagógica en el campamento ecológico <i>Desnianski Zori</i> para niños. Fomenta el ecoturismo transfronterizo con vistas a la creación de una reserva de biosfera transfronteriza en colaboración con Rusia.
Delta del Orinoco Venezuela (R. Bolivariana)	Alberga más de 2 000 especies botánicas y una vasta gama de especies animales terrestres y acuáticas. Ofrece la posibilidad de fortalecer las comunidades Warao, de proteger sus asentamientos y mejorar sus condiciones de vida.
Cu Lao Cham – Hoi An Viet Nam	Reserva costera, isleña y marina situada al centro del país, conocida por sus especies marinas: corales, moluscos, crustáceos y algas. También comprende la antigua ciudad portuaria mercantil de Hoi An, inscrita en la Lista del Patrimonio Mundial. Condiciones propicias para el ecoturismo sostenible.
Mui Ca Mau Viet Nam	En el extremo meridional del país. Frontera entre los bosques de manglares y de melaleucas, así zona de reproducción y cría de especies marinas. Planes para el ecoturismo y el turismo cultural, así como entrenamientos para mejorar la agricultura y la pesca.

Cabo Verde se une a la red del Campus virtual

Con la asistencia del personal de la Universidad de Cabo Verde, un nuevo socio se une al Campus Virtual Africano durante el taller subregional de formación para profesores, que tuvo lugar del 16 al 18 de marzo en Dakar (Senegal). Ahora el número de países que participa en la red aumenta a cuatro: Benin, Cabo Verde, Costa de Marfil y Senegal.

El personal técnico y profesores de las instituciones pertenecientes a la Red se encontraban en Dakar, en marzo, para el inicio de la producción de los cursos en línea para estudiantes, con la ayuda de la Cyber Teacher Technology. El programa del taller también incluía la forma de utilizar los medios de comunicación entre los centros participantes y de explotar y enriquecer las bibliotecas virtuales regionales. Se conoció además el portal regional del Campus Virtual Africano, colocado en lengua francesa por la Universidad Cheikh Anta Diop de Dakar, Senegal.

Aunque participa en la Red Internacional, Cabo Verde se prepara para crear su propia red nacional entrelazando a los diez centros que se encuentran en el archipiélago. El proyecto es supervisado por Antonio Correia e Silva, rector de la Universidad de Cabo Verde, con el apoyo de Vera Duarte Lobo de Pina, Ministro de Educación, así como Gloria Rendall Ribeiro, Secretaria Permanente de la Comisión Nacional para la UNESCO. El punto focal del proyecto es Petra Lantz de la Oficina de la ONU en Cabo Verde.

Como Cabo Verde es un país piloto de «Una Sola ONU», el proyecto reunirá a varios socios bajo los auspicios del Programa Una Sola ONU. A petición del gobierno, el Campus Virtual Africano será utilizado para mejorar la calidad y la formación de los profesores en todos los niveles del sistema educativo.

Cabo Verde consta de 519 000 habitantes, cuyo PNB anual per cápita de 2 590 dólares en PPA. La esperanza de vida, una de las más largas de África, es de 72 años. El país posee uno de los mejores resultados del continente en el campo de la educación: 99% de los niños asisten a la escuela primaria y 97% de los jóvenes entre 15 y 24 años saben leer y escribir; la proporción de un maestro por cada 25 alumnos es buena; cerca de dos tercios de los profesores de secundaria (62%) han recibido una formación profesional. Cerca del 1% de la población esta matriculada en la educación superior y un poco más de la mitad de los estudiantes universitarios y sus profesores son mujeres [*Informe de seguimiento de Educación Para Todos* (UNESCO, 2009)].

El Campus Virtual Africano fue inaugurado en julio del 2008. Benin se convirtió en el primer país en albergar la red. Es uno de los tres proyectos insignes de la UNESCO que contribuyen a la puesta en marcha del Plan de Acción Consolidado de África en la Esfera de la Ciencia y la Tecnología. Los otros dos proyectos son el Fortalecimiento de las capacidades en Ciencia y Tecnología y Políticas de Innovación y el proyecto de Mejoramiento de la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología.

El Campus Virtual Africano está dirigido en la sede de la UNESCO por Mohamed Miloudi, de la División de la Política

Científica y del Desarrollo Sostenible, y en África occidental por Ann-Thérèse Ndong-Jatta, directora de la Oficina Regional de la UNESCO para la Educación en África, situado en Dakar. El proyecto se beneficia también del apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo Internacional (AECID).

De aquí al final del año, establecimientos de Nigeria, Gambia y Togo, se unirán a la red.

Para más detalles: Cristina.Ferreira@unicv.edu.cv; o gloria.ribeiro@govcv.gov.cf; o también: <http://cva.ucad.sn/> (en francés)



Imagen de video. El Prof. Tako, del Campus virtual en Costa de Marfil, imparte una conferencia sobre medicina, utilizando el Cyber Teacher Technology. Las conferencias se archivan para que cada estudiante pueda verlas cuantas veces quiera

Una biblioteca digital para el mundo

La UNESCO y 32 instituciones asociadas presentaron el 21 de abril, en la sede de la Organización, en París, la Biblioteca Digital Mundial, un sitio Web que propone al público, de forma libre y gratuita, acceso a materiales históricos, mapas, libros raros, películas, grabaciones sonoras, publicaciones y fotografías, algunos de estos materiales datan de varios siglos.

La idea fue propuesta por primera vez a la UNESCO por James Billington, de la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos. El proyecto tiene la finalidad de ampliar la cantidad y diversidad de los contenidos culturales en Internet; proporcionar material de documentación, información y estudio a educadores, investigadores y público en general y también para reducir la brecha digital entre los diferentes países y dentro de cada uno de ellos. La biblioteca funciona en siete idiomas: inglés, árabe, chino, español, francés, portugués y ruso. Propone también contenidos en muchos más idiomas.

Entre los tesoros de la biblioteca digital figura una copia de la obra más famosa de Al-Sufi, el *Kitab suwar al-kawakib*, publicada hacia 964 de nuestra era. Al-Sufi (Persa, 903–986) describe en ella las 48 constelaciones de Ptolomeo, acompañado de sus propias críticas y comentarios. Su obra estimuló los trabajos de astronomía en el mundo árabe y musulmán e influyó fuertemente en el desarrollo de la ciencia en Europa. Esta copia en

poder de la Biblioteca del Congreso y realizada en Asia en los alrededores de 1730 es la fiel reproducción de un manuscrito perdido, redactado por Ulugh Beg de Samarcanda en 1417.

Entre los otros tesoros se encuentran estelas y huesos de oráculos aportados por la Biblioteca Nacional de China; manuscritos científicos arábigos procedentes de la Biblioteca y Archivos Nacionales de Egipto; fotografías antiguas de América Latina conservadas en la Biblioteca Nacional de Brasil; el *Hyakumanto darani*, una publicación del año 764 custodiada en la Biblioteca Nacional de la Dieta de Japón y la famosa *Biblia del Diablo* del siglo XIII, perteneciente a la Biblioteca Nacional de Suecia.

La biblioteca digital fue creada y desarrollada por un equipo de la Biblioteca del Congreso, con la asistencia técnica de la Biblioteca Alexandrina de Egipto. Entre las instituciones que contribuyeron, tanto en conocimientos especializados como en contenidos, se encuentran bibliotecas nacionales e instituciones culturales y educativas de África del Sur, Arabia Saudita, Brasil, China, Estados Unidos, Francia, Irak, Israel, Japón, Malí, México, Marruecos, Uganda, Países Bajos, Qatar, Reino Unido, Federación Rusa, Serbia, Eslovaquia y Suecia.

Para descubrir la biblioteca: www.wdl.org/es/

El *Atlas mundial de los grandes monos*, ahora en francés

En la isla de Jeju, la UNESCO lanzó, el 28 de mayo, El *Atlas mundial de los grandes monos y su conservación*, durante un evento paralelo a la reunión del CIC del programa MAB.

El atlas había sido publicado en inglés por el PNUMA y presentado durante la primera reunión intergubernamental sobre los grandes monos de septiembre 2005. Esta «première» fue organizada en la capital de la República Democrática del Congo (RDC) por el Proyecto de Supervivencia de los Grandes Monos (GRASP), coordinado por el PNUMA y la UNESCO. La edición francesa coincide ahora con el Año del Gorila, iniciativa conjunta de la Convención del PNUMA sobre las Especies Migratorias (CMS), del GRASP y de la Asociación Mundial de Parques Zoológicos y Acuarios. El gobierno francés participó en el financiamiento del *Atlas*.

De las cuatro especies de gorilas, tres aparecen en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza como «en peligro crítico de extinción». Los más amenazados son los gorilas de montaña de la RDC, Ruanda y Uganda, así como los gorilas Cross River de Camerún y de Nigeria de los que sólo sobreviven 700 y 300 individuos respectivamente. En la RDC, la población de los gorilas de las llanuras orientales se redujo drásticamente en esta última década: según algunos científicos sólo quedaban 5 000 individuos. La subespecie más abundante, el gorila de las llanuras occidentales, que vive en Angola, Camerún, República Centroafricana, la RDC,

República del Congo, Guinea Ecuatorial y Gabón, sólo quedan unos 125 000 individuos.

La amenaza principal que pende sobre los gorilas es la caza, incluso si la misma responde a necesidades alimentarias —por lo menos un millón de toneladas de carne producto de la caza proviene todos los años de los bosques de la cuenca del Congo— o a las necesidades de la medicina tradicional. Existe otro mal: la destrucción del hábitat de los gorilas por causa de la agricultura de desbroce y quema y la silvicultura. La explotación de los abundantes recursos mineros —carbón, oro, cinc, uranio y coltan (utilizado en los teléfonos celulares)— agrava aún más el problema.

El Año del Gorila colecta fondos para financiar algunos proyectos en África en el marco del Acuerdo de la CMS para la conservación de los Gorilas, adoptado en octubre de 2007. El mismo tiene como objetivo mejorar la gestión de las poblaciones nacionales y fronterizas de primates y de su hábitat al garantizar las poblaciones locales medios de subsistencia suficientes gracias a la introducción de actividades remunerativas como el ecoturismo, la silvicultura sostenible y las prácticas agrícolas alternativas. Uno de estos proyectos tiene por ambición propagar a miles de hogares de la RDC el uso de cocinas eficientes, de fabricación local, para cocinar. Estos medios reducen hasta en un 70% la cantidad de carbón y madera utilizada, crean empleos locales y mejoran la calidad del aire de las casas. Un segundo proyecto, en Camerún, propone la apicultura como modo de vida alternativo a la caza de los animales por su carne. Un tercer proyecto organiza la observación de los gorilas de montañas en Ruanda, donde los ingresos en divisa del turismo «sobrepasan ahora a los de las exportaciones de café y té», según la CMS.

La UNESCO apoya la Iniciativa de la Reserva de Biosfera Transfronteriza del Rift Albertine Central, que prevé promover el ecoturismo para proteger a los gorilas del los Sitios del Patrimonio Mundial del Bosque Impenetrable de Bwindi (Uganda), del Parque Nacional de Virunga (RDC) y del Parque Nacional de los Volcanes (Rwanda).

La UNESCO apoya también la creación de una reserva transfronteriza entre Cabinda (Angola) y las Reservas de Biosfera de Luki (RDC) y de Dimonica (Congo) con vistas a proteger a los chimpancés y el ecosistema del bosque pluvial tropical de Mayombe, favoreciendo allí un desarrollo sostenible. Algunos expertos participaron en Kinshasa, en un taller sub-regional en abril, previo a la Reunión ministerial tripartita de los países involucrados.

El Año Internacional del Gorila empezó favorablemente, el 29 de enero, cuando el Instituto Congoleño para la Conservación de la Naturaleza publicó los resultados de una investigación que indica que la población de los gorilas de montaña del sector Mikeno del Parque Nacional de Virunga había pasado de 72 a 81 individuos desde agosto de 2007, última fecha en que los guardias habían podido recorrer este sector. Señalaron, sin embargo, un incremento de la caza furtiva, cuatro cazadores fueron detenidos, durante las siete semanas de la investigación, y 536 trampas destruidas.

Para más detalles: www.yog2009.org/; mab@unesco.org; www.unesco.org/mab/grasp



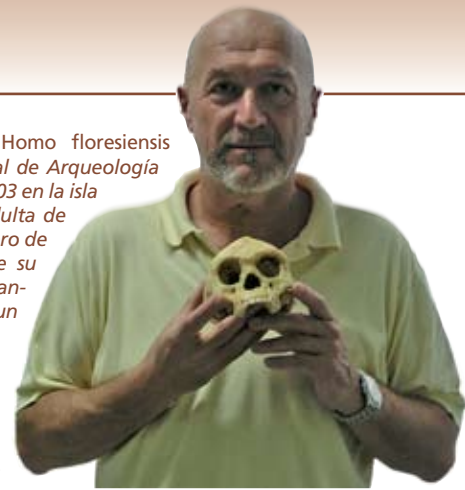
Joven gorila de las tierras bajas sobre las espaldas de su madre, en el Congo

© UNESCO/Jam Redmond

Claudio Tuniz

«Out of Africa»

Claudio Tuniz presenta el cráneo del Homo floresiensis (apodado el hobbit), en el Centro Nacional de Arqueología de Djakarta. Este cráneo, descubierto en 2003 en la isla indonesia de Flores, es el de una mujer adulta de poco más o menos 1 m, que posee un cerebro de 400 cm³. La datación con carbono 14 de su esqueleto le otorga 18 000 años. Los paleoantropólogos sospechan que pertenece a un género más arcaico que el género Homo



Las pruebas de que todos nosotros procedemos de África no dejan de acumularse. Pero ¿Cuándo comenzó la emigración de estos seres humanos dotados de una anatomía moderna? ¿Cuánto tiempo emplearon para llegar a los últimos rincones de la tierra? ¿Y qué sabemos nosotros del modo de vida de nuestros ancestros y de su huella sobre el medio ambiente?

El especialista en física nuclear Claudio Tuniz estudia desde hace varios años estas interrogantes, y últimamente en calidad de Subdirector del Centro Internacional Abdus Salam de Física Teórica (CIFT) de la UNESCO, en Trieste, Italia. El vínculo entre la física y la evolución de la humanidad tal vez no es evidente a simple vista pero ocurre que los instrumentos de la física moderna pueden datar con exactitud la evolución y la dispersión de los seres humanos. Partiendo de los aceleradores de partículas para medir la edad de los meteoritos y de las rocas lunares, el Prof. Tuniz los utilizó para precisar la edad de las osamentas y de los dientes humanos.

El 29 de abril, en vísperas del Coloquio de la UNESCO "Darwin, evolución y ciencia", el Prof. Tuniz fue a Venecia para explicar como se utilizan los últimos avances en Física para estudiar la evolución de las especies. Para conmemorar el 200º aniversario del nacimiento de Charles Darwin, publicó también el libro *The Bone Readers* con sus coautores Richard Gillespie y Cheryl Jones. Ahí relata los debates científicos, políticos y las reacciones culturales que acompañaron el estudio del origen de los aborígenes de Australia.

¿De dónde procedemos nosotros?

Existen dos teorías principales sobre el origen del hombre moderno. La teoría «Out of Africa» (salido de África) ubica nuestras raíces en África. La teoría antagonista, multiregional, plantea que éste haya evolucionado simultáneamente en diversas regiones. Los partidarios de esta última afirman que el hombre moderno del Sudeste de Asia y de Australia procede del *Hombre de Java*, y los chinos descienden del *Hombre de Pekín* –ambos pertenecen a la especie *Homo erectus*–, y que los europeos descienden del Hombre de Neandertal. Ahora bien, los análisis de ADN se inclinan fuertemente a favor de la teoría del origen africano, y sus defensores reivindican además el testimonio aportado por las osamentas.

¿Cómo se dispersaron los hombres?

Los estudios de genética de las poblaciones sugieren que hace de 70 000 a 80 000 años, un grupo de humanos modernos emigró desde África, donde habían evolucionado, hace alrededor de 200 000 años, a partir de una especie más arcaica de *Homo*. Es posible que primero se hayan dispersado hacia el este, para

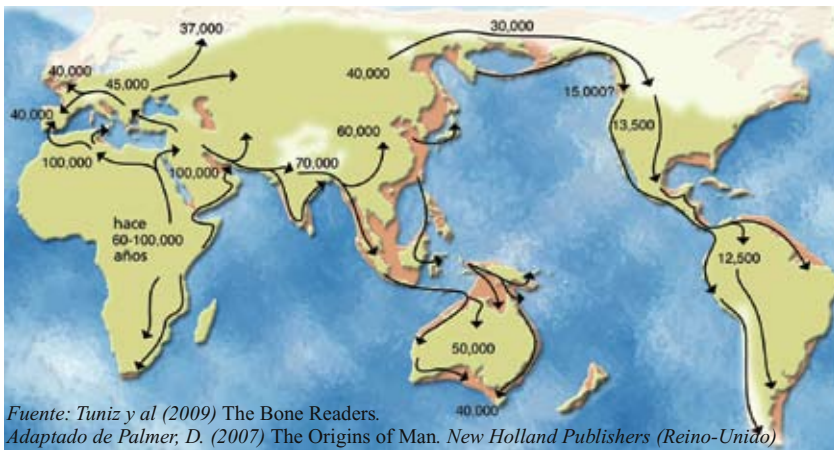
llegar a Asia y a Australia. Hace por lo menos 40 000 años que habrían llegado a Europa y 14 000 años a las Américas. Dejaron tras de sí indicios –huesos, dientes, útiles de piedra y restos de alimentos– que nos ayudan a seguir sus huellas.

Los análisis de ADN permiten confirmar este tipo de información arqueológica. La reciente datación de los sedimentos adheridos a los útiles de piedra procedentes de la India remonta estos artefactos a 77 000 años. El estudio de las mutaciones genéticas sugiere que los humanos modernos al abandonar África llegaron a la India hace de 60 000 a 70 000 años. Por consiguiente, no se podría decir con certeza si los artefactos fueron fabricados por humanos modernos o por una población tardía de homínidos arcaicos desaparecidos posteriormente. Las mismas comparaciones pueden ser efectuadas en Australia y en las Américas, donde los análisis de ADN corroboraron las pruebas arqueológicas de que Australia fue poblada hace unos 50 000 años y las Américas hace de 11 000 a 16 000 años. En ambos casos, la llegada de los humanos coincide con la desaparición de la megafauna, estos grandes animales que poblaban estas tierras durante los períodos glaciares.

¿En qué puede ser útil la física al estudio de la evolución y de la dispersión de los hombres?

Desde mediados del Siglo XIX, Charles Darwin y los geólogos de su época opinaban que la Tierra y sus seres vivos tenían un origen muy antiguo, sin tener sin embargo, un método cuantitativo para probarlo. Esto sólo fue posible a finales de ese siglo, con el descubrimiento de la radioactividad. Las técnicas modernas que la utilizan nos ayudan a datar con precisión la cronología de la dispersión y de la evolución de los hombres.

La dispersión de los seres humanos modernos, según las pruebas genéticas y arqueológicas. Los trazos de las costas durante las épocas glaciares están indicados en rosado



Fuente: Tuniz y al (2009) *The Bone Readers*.

Adaptado de Palmer, D. (2007) *The Origins of Man*. New Holland Publishers (Reino Unido)

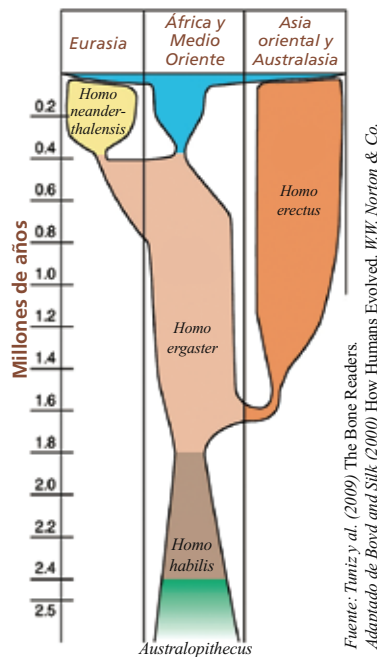
Existen varios métodos, según la antigüedad de los materiales a analizar. El método del radiocarbono, que utiliza los radio núcleos de carbono 14 producido en la atmósfera por los rayos cósmicos, permite datar el material de hasta alrededor de 50 000 años. Otro método, llamado de datación cosmogénica, utiliza los isótopos radioactivos del aluminio y del berilio dotado de una gran longevidad, generados cuando los rayos cósmicos bombardearon la superficie de la Tierra. El mismo permite remontarse en el tiempo hasta un millón de años. Otros métodos utilizan la radioactividad del uranio y los efectos de la radioactividad natural sobre los granos de arena, es la datación por luminiscencia estimulada ópticamente. Existen muchos otros.

La datación cosmogénica acaba de ser aplicada al Hombre de Pekín, homínido chino arcaico de 700 000 años comparable con nuestros ancestros africanos del mismo período. Los ancestros del Hombre de Pekín habrían abandonado el continente africano en un éxodo anterior hace casi 2 millones de años. Durante este período, el clima de la Tierra conoció varias eras glaciares. En lo más frío de la más reciente era glacial, hace 20 000 años, la mayor parte de Europa y de América del Norte estaba recubierta de capas de hielo de 1 m de espesor. El nivel de los mares disminuye 120 m, lo que abrió nuevos corredores entre los continentes. El «lenguaje de los isótopos», expresado en isótopos de oxígeno y de hidrógeno en los sedimentos marinos profundos y los casquetes de hielo de la Antártica, habla profusamente del clima pasado.

Los instrumentos y los procedimientos científicos creados, esencialmente, por la investigación en física ayudan a estudiar los dientes y los huesos de los homínidos y a examinar sin daño las vasijas, lanzas, porcelanas y otros objetos arqueológicos. Entre estos instrumentos, citemos los nuevos microscopios que utilizan la radiación sincrotrónica y los haces de neutrones e iones de alta energía, que pueden revelar la estructura y la composición de los artefactos culturales.

En los años 1980, utilicé la radiación sincrotrónica para estudiar el régimen alimentario de los antiguos Normandos de Sicilia y del Sur de Italia, donde establecieron un reino en el siglo XI d. J.C. Utilicé con este fin material dental. En ese momento analizamos el diente de un hombre descubierto en Visogliano, cerca de Trieste que, según numerosos paleoantropólogos, es el ancestro común del Hombre de Neandertal y de los humanos modernos. Perteneciendo a la especie *Homo heidelbergensis*,

En el ESRF, Claudio Tuniz utiliza la radiación sincrotrónica (rayos X brillantes) para producir una imagen en 3D del diente de un homínido arcaico con una resolución que es mil millones de veces superior a la de imágenes por rayos X ordinarios. Llamada micro-tomografía, esta técnica promete descubrir los secretos de la biología del desarrollo del Hombre de Neandertal, del Homo erectus y de otros homínidos. Con la ayuda del sincrotrón, los científicos del ESRF acaban de descubrir que el esmalte del diente del Hombre de Neandertal es más delgado que el de los humanos modernos, lo que corrobora la hipótesis de que los jóvenes de neandertalenses llegaban a la adultez más temprano que el Homo sapiens. La radiación sincrotrónica es producida por un haz de electrones acelerados en un anillo hasta alcanzar una velocidad cercana a la de la luz



Según este modelo de la evolución y la dispersión de los humanos, *H. ergaster* se desarrolló en África, hace 1,8 millones de años, antes de esparcirse por Asia, donde se transformó en el *H. erectus*. La tinta azul representa al *H. sapiens*

Fuente: Tuniz y al. (2009) The Bone Readers. Adaptado de Boyd and Silk (2000) How Humans Evolved. WW Norton & Co.

hace casi medio millón de años. También consideramos la posibilidad de utilizar la datación cosmogénica –con la que hace tiempo daté los meteoritos de la Antártica– a fin de precisar mejor su edad.

¿Qué nos depara el futuro?

Las nuevas técnicas de rayos X nos permiten distinguir detalles minúsculos en los huesos y los dientes para comprender la evolución. Gracias a la radiación sincrotrónica podemos producir imágenes tridimensionales de los huesos y de los dientes con una resolución que supera mil veces la de las imágenes usuales de los rayos X, y sin destruir el espécimen.

En la actualidad, aplicamos esta técnica en el homínido arcaico que cité anteriormente, el *Homo heidelbergensis*. El Centro Europeo de Radiación Sincrotrón (ESRF) de Grenoble (Francia) es el más avanzado en esta esfera pero nosotros tenemos proyectos semejantes en el Sincrotrón ELETTRA de Trieste.

En Jordania, un centro de investigación creado bajo los auspicios de la UNESCO, El Centro Internacional de Radiación Sincrotrón para las Ciencias Experimentales y Aplicadas en el Medio-Oriente (SESAME), prevé un programa dedicado a la arqueología y al patrimonio cultural. Es un tema de gran importancia para el Oriente Medio, donde los seres humanos modernos se encontraron por vez primera con los neandertalenses hace 100 000 años. La región posee también un rico patrimonio que data de los tiempos históricos, que debe ser preservado y estudiado. El Secretariado de la UNESCO y el CIFT participan activamente en estos programas.

En el CIFT construimos, conjuntamente con ELETTRA, un espectrómetro de rayos X portátil, que nos permitirá analizar en el mismo lugar, sin necesidad de recoger muestras, los ejemplos de arte rupestre de Kimberley y de la Tierra de Arnhem en Australia del Norte con el objetivo de elucidar los métodos utilizados por



Un sitio en Andhra Pradesh (India). Fechado por luminiscencia estimulada ópticamente, por un grupo australiano, este sitio contiene artefactos que se remontan a cerca de 77 000 años. Pueden haber sido hechos tanto por el Homo sapiens, como por los homínidos arcaicos. Los artefactos fueron encontrados en las capas de sedimentos arriba y debajo de finas cenizas de la súper erupción del volcán Toba de Sumatra, hace 74 000 años. La erupción fue la mayor explosión volcánica de los dos últimos millones de años: proyectó en la atmósfera 2 700 Km³ de rocas y de cenizas



los artistas del pleistoceno. Este instrumento pudiera ser transportado a los museos africanos para los estudios de conservación y comprensión del material vinculado a la evolución humana. De esta forma, el análisis podrá hacerse en el mismo lugar, sin desplazar los preciosos y frágiles vestigios humanos.

Finalmente, y no es lo menos importante, pensamos utilizar la datación cosmogénica para confirmar la cronología de algunos vestigios humanos, que datan de 500 000 a 1,5 millones de años. Es un período esencial para la evolución, y es importante corroborar otras técnicas de datación que todavía presentan un amplio margen de incertidumbre.

¿Cómo llegó usted a interesarse por la evolución del ser humano?

Siempre me interesé por la evolución humana y la arqueología. Luego de varios años de trabajos en física pura y nuclear me di cuenta de que una parte de la metodología podía ser aplicada en muchas otras esferas. En los años 1980, apliqué los métodos de los rayos X y del acelerador de partículas para el estudio del patrimonio cultural y, en los años 1990 utilicé la datación con carbono 14 por acelerador para estudiar la prehistoria australiana. Me apasioné entonces por la forma en que los métodos de la física nuclear podían utilizarse para estudiar y preservar este patrimonio.

El patrimonio cultural prehistórico es muy importante para la identidad de los grupos autóctonos como los aborígenes de Australia o los de América del Norte.

Háblenos de la obra *The Bone Readers*

En este libro examinamos los hechos que guardan relación con la llegada del primer hombre a Australia, lo que el ADN moderno nos enseña sobre el origen de los aborígenes australianos, las teorías sobre los «hobbits» indonesios, y quién o qué hizo desaparecer a los gigantescos marsupiales. Los descubrimientos que se refieren a Australia y los países vecinos encuentran eco en los debates sobre la desaparición del Hombre de Neandertal y aportan luces sobre la evolución humana. También analizamos sobre la forma en que la política y la ideología pueden interferir con el método científico. Existen tensiones entre ciencia, manejo del patrimonio cultural y creencias de los pueblos primitivos.

Los aborígenes australianos pidieron a los museos y otras instituciones de todo el mundo que le devolvieran las osamentas

de sus ancestros, incluidos aquellos con un pasado muy antiguo, que se remonta hasta 40 000 años. Como lo escribimos en nuestro libro, «*La controversia echa raíces en la historia colonial de Australia. Menospreciados en el Siglo XIX como primitivos y prisioneros de la Edad de Piedra, [los aborígenes] fueron considerados como especímenes interesantes por los naturalistas, en las colonias y en Europa. Las osamentas de al menos 3 000 individuos fueron enviadas fuera del país a 70 ó incluso más instituciones, de más de 21 países para enriquecer sus colecciones*». En la actualidad, cuando los museos le devuelven osamentas muy antiguas, las comunidades aborígenes las entierran o las incineran en calidad de osamentas de sus ancestros.

Esto crea tensiones con la comunidad científica. En nuestra obra, explicamos que «*son numerosos los científicos y arqueólogos que afirman que los vestigios muy antiguos forman parte del patrimonio común de la humanidad. La investigación de los esqueletos pudiera ayudar a entender la esperanza de vida, la salud, las prácticas culturales, el régimen alimentario y la movilidad de las poblaciones de otros tiempos. Y el estudio de los vestigios humanos australianos podría contribuir a apaciguar algunos debates sobre la evolución humana*».

Algunos aborígenes también se opusieron a los proyectos basados en el análisis de ADN, como el Proyecto Internacional sobre la Diversidad del Genoma Humano, de los años 1990. El mismo estaba encaminado a tomar muestras de ADN de 100 000 personas que pertenecen a 400 o 500 poblaciones diferentes. Uno de sus inconvenientes era la intención de conservar una parte del ADN como línea de células. Esto repugnaba a algunos aborígenes. Los científicos deben estar atentos a las sensibilidades culturales.

Muchos aborígenes confunden la ciencia y el mundo occidental, con el de los colonizadores. Cuando lo hacen, me gusta citarle las palabras de Abdus Salam, fundador del CIFT, «el pensamiento científico es patrimonio común de la humanidad». Algunos aborígenes de Australia del Norte acogen favorablemente esta idea y les gustaría implicarse en un proyecto donde los métodos científicos se integran al saber tradicional. Su tradición oral se ha transmitido a centenas de generaciones, por consiguiente, dicen, la ciencia ¡sólo confirmará lo que ellos ya saben!

Todavía queda mucho por aprender sobre Australia del Norte. Los aborígenes de estas regiones con los cuales hablé estarían felices de colaborar con los científicos. Es importante descifrar, de manera no invasiva, la información contenida en los instrumentos culturales y su relación con la cultura del pueblo que los fabricó. Estimo que es una importante posibilidad para el Secretariado de la UNESCO para hacerlo, y que el CIFT también pudiera jugar ahí un papel.

Entrevista realizada por Mary Ann Williams²

El editor presenta extractos de The Bone Readers en su sitio: www.allenandunwin.com. La obra también es publicada por Left Coast Press (Estados Unidos) y Springer (Italia).

2. Responsable de la información al público: mwilliams@ictp.it

Aprender a vivir con la sequía en Europa

En estos últimos años, Europa ha sufrido en algunas regiones una serie de episodios de sequía severa y, en otras regiones, de lluvias torrenciales que hacen temer la presencia de un cambio climático. La idea de una política europea con relación a la sequía se consolida con el objetivo de preparar mejor a la región frente a esta eventualidad, gracias a la vigilancia, a la previsión y al intercambio de información entre los países. En vista de la conferencia de las Naciones Unidas que se celebrará en diciembre para decidir un acuerdo que sucederá al *Protocolo de Kyoto*, examinamos a través del prisma de un programa de la UNESCO sobre los ríos, el espectro del problema creciente de la sequía en Europa.

En 2004, el Parlamento Europeo se interesó por primera vez en la necesidad de elaborar una política con relación a la sequía, gracias a la red EurAqua de los Institutos Europeos de Investigación sobre Agua Dulce, durante la publicación del documento de reflexión *Towards a European Drought Policy*. Esta política se basa en los parámetros desarrollados en el marco del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO por el programa Regímenes de flujos determinados a partir de series de datos internacionales experimentales y de las redes (FRIEND). Este documento, titulado *Challenges of Water Scarcity and Drought in Europe*³, es un nuevo jalón hacia una directiva europea referente a la sequía.

Veranos catastróficos

En 2003, Europa sufrió el verano más caliente desde el inicio de los registros meteorológicos, que provocó a la economía una pérdida de aproximadamente 12 mil millones de euros (*ver recuadro*). La disminución del nivel de las aguas ha dañado la estabilidad de los diques, interrumpió la navegación en el



Imagen : Droegge/Reiss

El 3 septiembre 2003, se veían pocos barcos en Kaub, en el Rin en Alemania. El nivel era tan bajo allí que ese segmento tramo solo era recorrido por barcos poco cargados y de poco calado. Se construyó un espolón en medio del río con el fin de hacer ascender el lecho y estrechar el cauce. Ello acelera el caudal e impide a la sedimentación obstaculizar el canal de navegación. Los cordones están hechos de grava cuya cresta es empedrada seguidamente

Danubio, el Elba y el Rin y disminuyó la producción de energía: en España, los embalses hidroeléctricos funcionaban muy por debajo de su capacidad, y en Francia, las centrales nucleares no sabían dónde encontrar el agua para enfriar sus reactores. Las pérdidas en términos de cosechas fueron generalizadas, los incendios de los bosques devastadores y los turistas abandonaban masivamente los sitios vacacionales, huyendo de las restricciones de agua, la vegetación se veía chamuscada y las temperaturas alcanzaron valores record.

Dos años después el cuadro se repite, luego al año siguiente y de nuevo al próximo. Olas de calor y sequía azotaron vastas regiones de Europa central, occidental y meridional. Los países más afectados fueron Alemania, Austria, Bélgica, Croacia, España, Francia, Hungría, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Polonia, Portugal, Rumania, Reino Unido, Eslovaquia y Suiza. Es entonces que la Unión Europea comprendió que la sequía se había convertido en una característica significativa del paisaje europeo.

¿Variabilidad del clima o cambio climático?

Numerosos especialistas están obsesionados con el tema de saber si la frecuencia y la intensidad creciente de las inundaciones y de las sequías en Europa pueden imputarse a la variabilidad del clima o al cambio climático. Nadie lo sabe. La vigilancia puede terminar con el debate a condición de que sea completa, ininterrumpida y se desarrolle mientras ocurren los procesos que están impactando, para poder despejar las tendencias.

Por suerte, esta idea se impuso en un pequeño equipo de científicos europeos desde 1985. Fundaron FRIEND con el fin de sacar el mejor provecho del cúmulo de informaciones recogidas durante los años 1960 y 1970 en cuencas representativas y experimentales de Europa del norte. Hoy en día FRIEND ha adquirido la dimensión de una red mundial de ocho grupos regionales para los que la UNESCO alberga su secretariado. Más de 145 países participan en este programa (*ver mapa*).

Euro-FRIEND se divide en cinco grupos, donde cada uno trabaja varios temas de investigación. En uno de esos temas, los científicos

Costo económico de la sequía en Europa, 1992-2008

Año(s)	Países o territorios afectados por la sequía	Costo económico (mil millones de €)
1992-1995	España	> 3,7
1999	En España: Andalucía, Aragón, Castilla, Cataluña, Extremadura, Murcia, Valencia	> 3,0
2000	Bulgaria, Alemania, República Checa, Grecia, Hungría, Polonia, Rumania, Turquía, Balcanes Occidentales	> 0,5
2003	Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, República Checa, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Hungría, Italia, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Rumania, Reino Unido, Suiza, Balcanes Occidentales	> 11,6
2005	Francia, Portugal, España, Reino Unido	> 2,0
2006	Sudeste del Reino Unido	> 0,15
2007	Grecia, Moldavia y el resto de Europa del Sudeste	> 1,5
2008	España, Portugal	0,15

Fuente : FRIEND

buscan determinar en qué medida la gestión del agua, las actividades humanas y los mecanismos que gobiernan el clima, influyen sobre la sequía. Como estos factores varían de una cuenca y de un país a otro, el proyecto elabora un mapa del fenómeno en toda Europa para tratar de encontrar un modelo de la variabilidad hidrológica de la sequía y mejorar de esta forma la vigilancia, la información meteorológica, la previsión⁴ y la disminución de los efectos.

Europa se esfuerza en desarrollar el tránsito fluvial

Las investigaciones de Euro-FRIEND sobre la sequía también es de interés para el transporte de mercancías por vías de navegación interiores –ríos y canales. El transporte fluvial es más fiable y seguro que el transporte por carretera o ferroviario, aunque está más expuesto a la aleatoriedad del déficit fluvial. Existen por supuesto otros sectores como la agricultura, el aprovisionamiento de agua y el saneamiento, el turismo y la electricidad, que son sensibles también a los efectos del cambio climático y a la variabilidad del clima. Dicho esto, aquí nos interesaremos únicamente por el caso particular del transporte interior por vías fluviales navegables. La Unión Europea tiene la voluntad de desarrollar el tráfico en sus vías navegables interiores, por varias razones. De una parte, este modo de transporte juega ya un papel económico no despreciable, estimado a 10 € las 1 000 toneladas/Km, contra 35 € por carretera y 15 € por ferrocarril.

Por otra parte, equilibrar nuevamente hacia la navegación interior el flujo de la transportación ayudaría a los europeos a reducir sus emisiones de gas de efecto invernadero: la emisión de dióxido de carbono por tonelada/Km es inferior a la del transporte por carretera o por ferrocarril.

Actualmente, el transporte fluvial representa 6% de las transportaciones interiores de la Unión Europea. Más de 36 000 Km de vías navegables enlazan cientos de ciudades y de regiones industriales. De los 27 Estados miembros, 18 de ellos las poseen, de los cuales 10 mediante redes interconectadas. Este medio de transporte desempeña un papel esencial en toda Europa del noroeste pero poco importante en la mayoría de los países de Europa meridional, donde los ríos son poco navegables.

¿Se han acentuado las sequías?

Un hecho sin precedentes ocurrió en mayo 2008. Barcelona y la región española de Cataluña debieron importar un buque cisterna de agua proveniente de Marsella, otra ciudad de la costa mediterránea de la vecina Francia. Luego de varios meses con una insuficiente pluviosidad, las presas de España se redujeron a la mitad de sus capacidades, y los de Cataluña apenas a un cuarto. En total se necesitaron seis embarques provenientes de Marsella y de puertos españoles, que costaron aproximadamente 22 millones de euros a la municipalidad.

España está sufriendo su peor sequía desde el comienzo de los registros, hace 60 años. Pero ¿será este el síntoma de un fenómeno más general? Europa abarca varias zonas climáticas diferentes, sometidas todas a fuertes variaciones, incluso en el interior de algunos grandes países como Francia y Alemania. Si bien el clima mediterráneo tiene tendencias calientes y semiáridas, la Europa central y oriental tienen un clima continental más fresco y húmedo.

En el año 2000, fueron analizados más de 600 registros diarios del caudal de los ríos operados por el archivo Europeo del



Reunirse entre FRIENDs

FRIENDS organiza su sexta conferencia mundial en la Facultad de Ciencias y Técnicas de Fez (Marruecos), del 25 al 29 de octubre 2010, sobre el tema: Cambio planetario: enfrentar los riesgos y amenazas de los recursos hídricos.

Se invita a los autores a presentar un artículo sobre uno de los cuatro temas de la conferencia: hidro-riesgos; estrategias de adaptación; presiones

humanas sobre los recursos limitados de agua; sistemas de información y de vigilancia del medio ambiente. La fecha límite de envío de un resumen de 300 páginas, en inglés o francés, está fijada hasta el **30 septiembre 2009**.

Los autores serán informados antes del 31 diciembre 2009 de la aceptación o no de su resumen. La fecha límite de exposición del artículo es el 31 de marzo 2010.

Para toda información e inscripción (con pago): <http://typo38.unesco.org/en/about-ih/plihp-partners/friend.html>

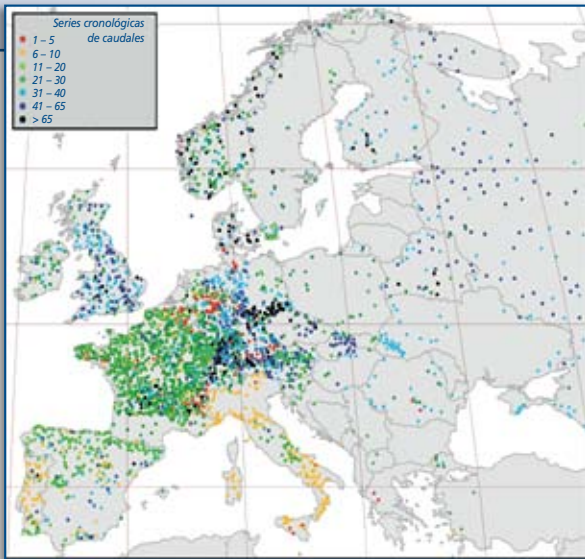
Hacia un sistema paneuropeo de vigilancia y de previsión de la sequía

Los científicos han desarrollado un novedoso método para analizar las pasadas sequías paneuropeas. Estos cuentan cuántas veces el caudal medio histórico de un río ha sido igualado o sobrepasado durante una determinada jornada. Los gestores y planificadores del agua estiman que esta forma de determinar el caudal es mucho más convincente que la simple lectura de un volumen total, ya que indica inmediatamente como el aumento o la disminución del nivel de un río se sitúa con relación a los registros históricos del sitio en cuestión.

En adelante se podrá incluso visualizar una serie cronológica de los valores sobrepasados en toda Europa, con la simple ayuda de un software vendido en el comercio, que puede servir para ver y analizar la aparición de una sequía en un horizonte de tiempo dado.

El método del sobrepaso fue aplicado por primera vez en el 2000, en el marco del proyecto FRIEND para una Evaluación del Impacto Regional de las Sequías en Europa (ARIDE). El estudio había seleccionado más de 50 estaciones de aforo en 17 países, que debían transmitir automáticamente sus datos al sistema piloto: en Albania, Alemania, Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Chipre, Italia, Jordania, Malta, ex República Yugoslava de Macedonia, Marruecos, Noruega, Portugal, Reino Unido, Eslovenia, Túnez y Turquía. Su selección dependía de su capacidad de poner sus datos en línea; para los países mediterráneos, FRIEND utilizaba un servicio de datos en línea creado por la OMM, el Sistema Mediterráneo de Observación del Ciclo Hidrológico (Med-HYCOS).

El proyecto ARIDE ha demostrado que sería técnicamente probable establecer un sistema paneuropeo en tiempo casi real de vigilancia y prevención de sequías basado en la noción de sobrepaso del caudal promedio y su visualización. Sin embargo, el método sólo será completamente eficaz si los países recogen más datos espaciales y temporales representativos. Esto los obligará a crear nuevas estaciones de aforo donde haga falta y vigilarlas regularmente.



El Archivo Europeo del Agua es uno de los principales productos de Euro-FRIEND. Esta base de datos reúne los caudales diarios registrados por más de 4000 estaciones de aforo de 30 países europeos, algunas de las cuales se remontan a más de 60 años, como vemos aquí. Es uno de los archivos hidráulicos más completos del mundo

Agua para tratar de determinar las modificaciones del esquema de sequía en toda Europa entre 1962 y 1990. Este estudio, realizado por Euro-FRIEND en el marco de su proyecto ARIDE (ver recuadro), no ha arrojado modificaciones significativas en la mayoría de sus estaciones.

Sin embargo, se han constatado algunas marcadas diferencias regionales. En España, al igual que en la parte occidental de Europa del este y la mayor parte del Reino Unido, se observó una tendencia al agravamiento de la sequía. Por el contrario, en vastas regiones de Europa central y en la parte más oriental de Europa del este, se observa una tendencia a sufrir sequías menos severas que antes.

Estas tendencias pudieran imputarse en gran medida a cambios regionales del modelo de pluviosidad y nevada. Pero no es fácil distinguir si estos cambios son inducidos por el hombre, por la variación natural de las precipitaciones en el tiempo, o por la conjugación de los dos. Otro hecho incita a la prudencia: los modelos regionales observados estaban fuertemente influidos tanto por la elección del período y de las estaciones de aforo analizadas como por los propios parámetros de la sequía. Euro-FRIEND aún tendrá que trabajar más en ello.

¿Un invierno seco anuncia un verano seco?

El Reino Unido tuvo siete años de pluviosidad promedio antes de que el invierno caliente y seco de 2004–2005 provocase un déficit de 40% en una buena parte del centro y sur de Inglaterra, que se prolongó hasta el verano. «La sequía estaba bien localizada pero muy prolongada y severa en las zonas más afectadas» precisó un portavoz del Centro de Ecología e Hidrología del Reino Unido. Luego de un segundo invierno seco en 2005–2006, la Oficina de Meteorología del Reino Unido publicó cifras que mostraban cómo las partes meridionales de Inglaterra habían sufrido consecutivamente los dos inviernos más secos desde hacía más de 80 años.

Los científicos dedujeron de esta experiencia y de sus propios escenarios de modificaciones del esquema de altas y bajas presiones atmosféricas en el país, que la pluviosidad invernal influía grandemente en la aparición de la sequía en el sudeste del Reino Unido.

¿Tenían razón? De acuerdo con un novedoso estudio que se inclinó por una parte, hacia los vínculos entre los sistemas de tormentas, depresiones y otras fuerzas atmosféricas causantes de estragos en Europa, y por otra hacia las grandes sequías del continente, tenían perfectamente razón. El estudio se apoyaba en los datos del Archivo Europeo del Agua de 1962 a 1990. Hay que señalar como los resultados mostraban que luego de un invierno poco lluvioso y de poca nieve, las posibilidades de una sequía era más grande que luego de un verano seco.

Al cruzar mezclando en un atlas electrónico algunos escenarios de modificación de la fecha de ocurrencia y de la frecuencia de los esquemas de circulación atmosférica bien determinados, podríamos entonces modelar la dinámica de las sequías, y en consecuencia, prevenirlas. FRIEND había implementado desde 2001 este sistema piloto para los gestores europeos del agua. Lamentablemente, hasta ahora, no parecen haber adoptado el reflejo de utilizarlo.

Siegfried Demuth⁵

Sobre FRIEND consultar:

<http://typo38.unesco.org/en/about-ihp/ihp-partners/friend.html>

Uno de los productos derivados de Euro-FRIEND es el Centro Europeo virtual de la sequía, creado en 2004, servicio de informaciones actualmente acogido por Noruega: www.geo.uio.no/edu

3. http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/scarcity_en.htm

4. La predicción consiste en evaluar las condiciones futuras fuera de toda referencia a un período en particular, contrariamente a la previsión

5. Coordinador de FRIEND en la UNESCO: s.demuth@unesco.org

Una pizca de **sal**

Más que probar el agua de mar para determinar su salinidad, los oceanógrafos electrolizan sus muestras de agua para medir la facilidad con que la electricidad les atraviesa. Esta medición de la conductividad tiene en cuenta los electrolitos que provienen de las sales disueltas, pero no de las otras materias presentes en el agua de mar. El método para medir la conductividad llamado «Escala de Salinidad Práctica» es utilizado desde 1978. La UNESCO lo integró en las ecuaciones de 1980 para el cálculo de la densidad del agua de mar.

Hoy en día, un método más preciso de determinación de la «Salinidad Absoluta» en todo el océano ha sido elaborado e integrado a la Ecuación Termodinámica del Agua de Mar. Esta será a partir del 2010 la futura norma oceanográfica, después de haberse convertido el año pasado en una norma industrial. Toda empresa que proponga, por ejemplo, proveer de agua potable a ciudades desérticas próximas a las costas, deberá aplicar este método de cálculo en la concepción de las plantas para la desalinización del agua de mar. La ecuación termodinámica permitirá afinar también los modelos climáticos actuales. El 24 de junio, los expertos que participaron en la 25 Asamblea de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO (COI) en París, recomendaron a la comunidad de oceanógrafos adoptar sin reservas la ecuación termodinámica y utilizar la Salinidad Absoluta.

«Hace 20 años, yo no conocía bien al agua de mar» confiesa Rainer Feistel del Leibniz-Institut Ostseeforschung de Warnemünde (Alemania). Pero este físico matemático tenía un buen dominio de la conservación de la energía, la termodinámica y las matemáticas de los sistemas complejos. Hacia finales de los años 1980, luego de casi un decenio en Berlín, Feistel regresó a su región de origen en los márgenes del Báltico y puso su talento al servicio de la oceanografía. Las ecuaciones que descubrió durante sus navegaciones funcionaban muy bien para la alta mar, pero eran incoherentes en las regiones fuertemente influidas por la descarga de los ríos, la evaporación, las precipitaciones y los extremos de temperaturas. «En cuanto uno se acerca a los puntos sensibles se forma un verdadero desorden», declara Feistel. Ese era el caso en el mar Báltico. «Me sorprendió», dijo este. Faltaba un elemento matemático, una «función de Gibbs» que los físicos habían determinado para todo tipo de fluidos, salvo aparentemente el agua de mar. La función de Gibbs, que debe su nombre al matemático norteamericano Josiah Willard Gibbs (1839–1903), define un fluido por su energía y transferencia de calor, la termodinámica.

Un agua más caliente que la de arriba se elevará al igual que el aire caliente de un globo lo levanta por encima del aire frío y más denso que lo rodea. Es por lo que el agua dulce de los ríos y de la lluvia flotarán si la superficie está en calma mientras que el agua fría y el agua salada se hundan



Si los oceanógrafos fuesen capaces de distinguir por el gusto las diferentes sales y minerales del océano, sería mucho más fácil analizar el agua de mar. Un científico tomaría un sorbo de una muestra, lo esparciría en su paladar antes de escupirlo y lamer los restos de sal sobre sus labios y como buen catador exclamaría: «Sí, sí, es un buen ejemplo del Atlántico Norte No. 35» ¿Seguro? ¿A lo mejor un pequeño sabor a dióxido de carbono disuelto le quede unos instantes en su boca, o la punta de su lengua descubre un poco de carbonato de calcio depositado como sarro sobre sus dientes? Estas incoherencias le indicarían que esta agua no pertenece a las habituales del Atlántico Norte⁶

¿Qué es la sal?

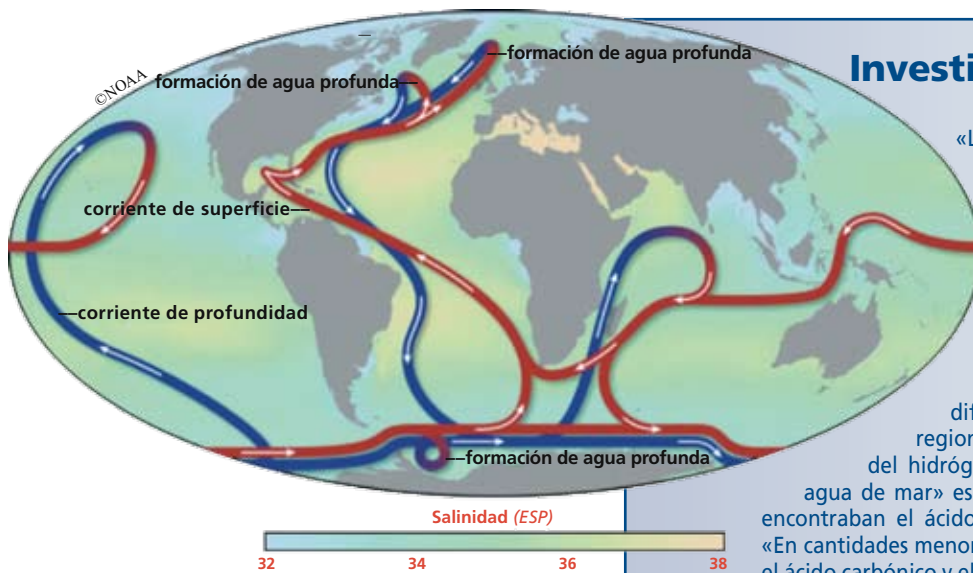
«En química, a todo ion positivo unido a un ion negativo se le llama una sal», explica Hiraoki Matsunami, genétista-molecular y experto en quimiosensación (gusto y olor) de Duke University, en los Estados Unidos. En el océano, las sales se disuelven en iones positivos y negativos móviles, también llamados electrolitos. Son estas partículas cargadas las que permiten a la electricidad atravesar el agua. Los mismos iones que constituyen la sal alimentaria –sodio (Na^+) y cloruro (Cl^-)– representan más del 86% del peso de los 11 principales iones del mar y le dan su gusto salado. En su forma seca, constituyen la sal de cocina con la que se polvorean los alimentos.

Después del cloruro y el sodio, los iones más comunes del océano son el sulfato (SO_4^{2-}) y el magnesio (Mg^{2+}). ¿Qué gusto tendría el océano si estos iones fuesen más numerosos? «He probado el sulfato de magnesio, es muy desagradable, pero no diré que es amargo» dice Matsunami de este ingrediente de las sales de baño.

Durante un siglo, los oceanógrafos han calculado la salinidad basándose fundamentalmente en el contenido del ion salino más común: el ion cloruro (ver recuadro en la página siguiente).

Las lagunas del método de la conductividad

El método de la conductividad establecido en 1978 mejoraba la precisión de las mediciones al contemplar todos los iones del mar y no solo al cloruro. Pero para calcular la salinidad a partir de la conductividad, contrariamente al antiguo análisis químico, era necesario sacrificar la definición de salinidad.



Este mapa indica la equivalencia de las partes de sal por cada mil partes de agua en los océanos mundiales, según la Escala de Salinidad Práctica. Muestra también el camino que recorre la cinta transportadora del océano, las corrientes calientes de superficie aparecen en rojo. Esta estera rodante es accionada por las diferencias de densidad de agua de mar

La conductividad solamente mide a los iones libres, los electrolitos, esas sales disueltas que encontramos en las bebidas energéticas. En realidad, toda sustancia no conductora disuelta, como el dióxido de silicio y el dióxido de carbono, «es simplemente ignorada», en lo que respecta a la salinidad práctica, señala Finkiel.

El mar Báltico es un excelente ejemplo de un agua con una composición insólita, muy alejada de la norma del Atlántico Norte. Contiene electrolitos que conducen la electricidad, sin ser por ello, cloruro de sodio típico. Al verter en el Báltico, los inmensos ríos de Polonia y Rusia le aportan carbonato de calcio disuelto (CaCO_3) que proviene de la caliza de sus lechos. Cuando se disuelve, el CaCO_3 se disocia en iones conductores Ca^{2+} y CO_3^{2-} . Estos iones prefieren unirse entre ellos, pero en su defecto, a veces se unen a otras moléculas que flotan en el agua, lo que modifica la masa de las moléculas y desvirtúa las mediciones de conductividad.

El cambio hacia la Salinidad Absoluta

La reevaluación hecha por Feistel de las ecuaciones de 1980 dotó al agua de mar de una función de Gibbs. Las ecuaciones matemáticas precedentes usadas para determinar las propiedades del agua de mar no tomaban en cuenta la capacidad del agua para transferir el calor desde las corrientes cálidas hacia las frías. Tampoco proponían normas para comparar el grado de dificultad de esta transferencia de energía con respecto a la presión y al volumen inherente al agua. La ecuación termodinámica del agua de mar asimila a todas las que le precedieron y engendra un nuevo paquete de algoritmos numéricos muy apreciados por los modeladores.

Investigaciones sobre la salinidad

«La composición química del agua de mar no se conoce aún con precisión» declara Frank Millero de la Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science de la Universidad de Miami, en Florida, (Estados Unidos). No es por falta de intentos. Hace más de 150 años que los especialistas de las ciencias del mar buscan la «fórmula mágica» de la medición de la salinidad.

A partir de 1865, el experto danés en geoquímica marina, Georg Forchhammer, descubrió 27 sustancias diferentes en el agua de mar que tomó en diversas regiones del océano. «Al lado del cloro, del oxígeno, y del hidrógeno, el sodio es el elemento más abundante en el agua de mar» escribió este. Entre las otras sustancias importantes se encontraban el ácido sulfúrico, la sosa, la potasa, la cal y la magnesia. «En cantidades menores pero perceptibles están la sílice, el ácido fosfórico, el ácido carbónico y el óxido de hierro» concluía el mismo. Sus tablas fueron utilizadas hasta 1902 cuando el oceanógrafo danés Martin Knudsen filtró y destiló agua del Atlántico Norte como norma para el agua de mar, que todo científico podía emplear para calibrar fácilmente sus instrumentos y comparar con esta referencia las muestras tomadas en el mundo entero.

En los años 1930, la introducción de instrumentos capaces de medir la conductividad eléctrica del agua de mar motivó a los especialistas en ciencias marinas para decidir cual, entre el análisis químico y el nuevo análisis físico, era el más idóneo para medir la salinidad. Fue la conductividad quien ganó y hacia mediados de los años 1950, introducir en el mar un rosetón con probetas de muestreo equipadas con medidores de conductividad de temperatura y de profundidad (CTF), comenzaba a ser parte integrante de las expediciones oceanográficas. En un afán de uniformidad, una norma internacional fue establecida para el agua de mar en 1978, que permitió a los oceanógrafos comparar la conductividad sobre una Escala de Salinidad Práctica.

A diferencia de esta escala, que solo toma en cuenta a los iones, la nueva Salinidad Absoluta integrará los no-electrolitos gracias a tablas que toman en cuenta las variaciones de esas sustancias de una región a otra. Ahora también la latitud y la longitud de toma de las muestras de agua de mar, jugarán un papel importante en el cálculo de la salinidad.

En 2010, por primera vez, el algoritmo para medir la salinidad va a tomar en cuenta a otros elementos además de los iones en la conversión de la conductividad. Millero, quien trabajó en la ecuación del agua de mar de 1980, y Feistel colaboran en el advenimiento del cambio. Trabajan con el modelador Trevor McDougall, del Centro de Investigación sobre el tiempo y el Clima de Hobart, Australia. Son miembros de un equipo internacional creado en 2005 por el Comité Científico de la Investigación Oceánica y por la Asociación Internacional de las Ciencias Físicas del Océano. Actualmente trabajan en la integración de la localización de las mediciones de conductividad con los análisis químicos que provienen de esas regiones en el cálculo de la Salinidad Absoluta. Entre otras cosas, el equipo ha redefinido la forma de calcular las propiedades del agua de mar por el método de la Salinidad Absoluta, combinándolos con los principios de la termodinámica, creando una nueva ecuación termodinámica única para toda el agua de mar.

Cerciorarse de un modelo climático que valga su peso en sal

Las propiedades fundamentales del agua de mar –salinidad, temperatura, presión, así como punto de congelación y ebullición, capacidad térmica, velocidad de propagación del sonido y

densidad— están íntimamente relacionadas entre ellas. Poder medir la salinidad es importante, ya que los niveles de salinidad son indicadores de cambio climático. Este revela la cantidad de agua dulce que se evapora de los océanos. Parece ser, por ejemplo, que la salinidad de ciertas partes del Atlántico está en aumento. Esto podría significar que el calor atrapado por un incremento de la concentración de CO₂ en la atmósfera superior provoca una mayor evaporación que deja tras sí una mayor cantidad de sal.

En segundo lugar, los niveles de salinidad influyen sobre la densidad del agua. Esta última determina si una corriente subirá hacia la superficie o se hundirá hacia el fondo, ya que mientras más densa es el agua de mar, más se hunde. La densidad depende de la temperatura, de la presión y de la cantidad de materias disueltas en el agua. Es indispensable conocer la densidad del agua de mar para poder monitorear el clima de la Tierra. El océano transporta el calor por vía de las corrientes marinas —llamadas cintas transportadoras oceánicas— según un mecanismo llamado circulación termohalina. En los océanos Ártico y Antártico, las aguas frías y saladas se hunden para constituir corrientes profundas. Durante miles de años, estas corrientes le dan la vuelta al mundo hasta alcanzar zonas de surgencia que las llevan a la superficie. Allí, las corrientes calentadas por el Sol y refrescadas por la lluvia regresan hacia los polos, donde la formación de hielo permite que el ciclo continúe. Una llegada masiva de agua dulce, como la que provendría de la fusión de los casquetes polares, podría impedir al agua de superficie de hundirse y frenar o incluso detener la cinta transportadora rodante—, provocando alteraciones en el clima de la Tierra. «Para que un modelo climático valga su peso en sal, debemos ser capaces de saber si el agua caliente sube y la fría baja, así como la amplitud y rapidez de esos movimientos», señala Keith

Alverson, quien dirige la sección de las observaciones y servicios oceánicos de la COI de la UNESCO.

Diversos factores influyen sobre los patrones de circulación oceánicos tales como: el viento, la lluvia, la topografía del fondo marino, las condiciones de las aguas circundantes, así como la Luna y la rotación de la Tierra. Los modelos de circulación oceánicos que integran a todos estos factores y los algoritmos de cálculos que generan estos modelos necesitan de varias semanas para correrlos.

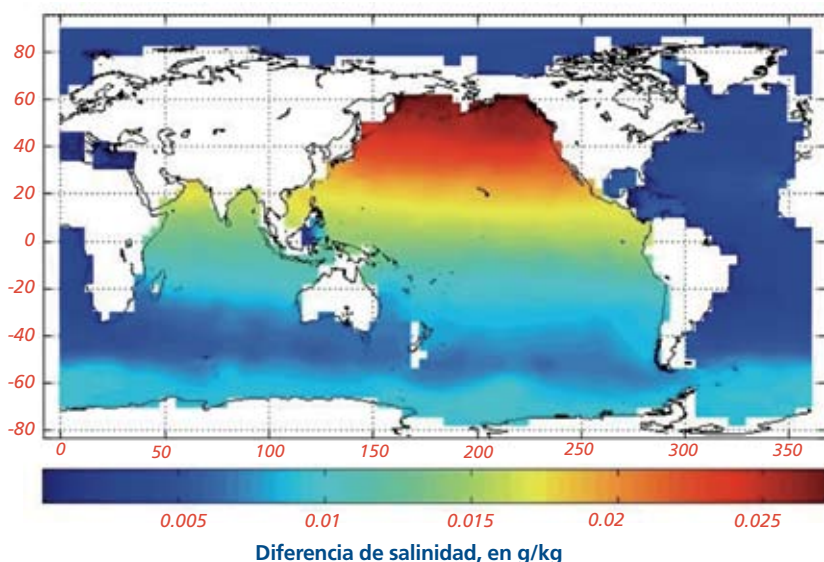
En cuanto a los modelos de cambios climáticos, que incorporan la habilidad del océano para transportar calor, demoran aun más. «Decidir qué modelo funciona mejor, saber cuál concuerda mejor con las observaciones de los registros históricos del clima de la tierra y luego correr el modelo para anticipar el clima dentro de un siglo o dos, eso puede tomar casi un año», declara McDougall. Para incorporar a no-electrolitos en la ecuación de salinidad, y luego unificarlas con las diferentes otras ecuaciones de las diferentes propiedades del agua de mar en una sola, el equipo de McDougall usó las teorías de Josiah Gíws, combinando la teoría del siglo XIX y los algoritmos numéricos del siglo XXI.

Según lo que ya han hecho hasta hoy, McDougall estima que la nueva ecuación indicará un cambio de un 3% en la forma en que el océano redistribuye el calor desde el ecuador hacia los polos. El otro cambio que observa es una diferencia de 0,5° C en la temperatura de superficie del Pacífico ecuatorial, tanto en el este como el oeste. A lo largo del Perú, los alisios alejan de la costa el agua caliente de la superficie, que es sustituida por la surgencia de aguas profundas, frías y ricas en nutrientes. El agua caliente se acumula más hacia el oeste y calienta el aire que está sobre ella, lo que aumenta la pluviosidad en Indonesia. Durante los años El Niño, el debilitamiento de los alisios permite a las aguas calientes, pobres en nutrientes, de permanecer más cerca de la costa peruana. Entonces los vientos ya no empujan la lluvia más allá del Pacífico central e Indonesia sufre sequías.

La nueva ecuación termodinámica del agua de mar permite a los modelos tomar mejor en cuenta los cambios de densidad y de transferencia de calor, por causa de la caída de lluvia en la superficie de la Tierra. «El principal objetivos de esos trabajos es hacer que esos modelos sean lo más precisos posible» concluyó McDougall.

Christina Reed⁷

Para más detalles: <http://www.ioc-unesco.org/>;
k.alverson@unesco.org



Este mapa muestra las zonas donde la medición de la salinidad está más visiblemente modificada por el nuevo método de Salinidad Absoluta (expresada en gramos de materia disuelta por kilogramo de agua). A diferencia de la Escala de Salinidad Práctica, la Salinidad Absoluta toma en cuenta todas las materias disueltas y no solo las sales. El color rojo oscuro corresponde al suplemento de dióxido de sílice presente en esta región del Pacífico, que no era descubierto por la Escala de Salinidad Práctica. El azul oscuro indica poco o ningún cambio

6. El agua del Atlántico Norte, de una salinidad de 35 partes por cada mil, siempre sirvió como referencia para distinguir las muestras de agua. Esta se compone fundamentalmente de Cloruro de Sodio
7. Periodista científica free lance que colabora con la COI de la UNESCO. Autora de Marine Science: Decade by Decade (2009), que refiere la historia de la oceanografía del siglo XX: c.reed@unesco.org

Agenda

23 junio-22 noviembre

Cosmos: hasta los confines del Universo
Expo. Palacio del descubrimiento. París.

29 junio-10 julio

Universo invisible: materia oscura y energía negra.
Expo, simposio (29 junio-3 julio), coloquio publicado (6-10 julio). UNESCO París: www.unesco.org/iya2009

6-7 julio

Reducir los efectos de los sismos
Taller plataforma internacional/UNESCO, invitando a los poderes locales a compartir las lecciones del pasado y considerar el futuro. Estambul (Turquía): t.imamura@unesco.org

6-13 julio

Reservas de biosfera en Iberoamérica
Seminario internacional. Islas Galápagos (Ecuador): m.clusener.godt@unesco.org

7-8 julio

El derecho al agua
Reunión de expertos, hidrólogos y juristas, co-organizado por el programa PCCP de la UNESCO y el Centro Vasco UNESCO (Étxca), con participación del WWAP: UNESCO París: lsalame@unesco.org; www2.ohchr.org/english/issues/water/ixpert/index.htm; mancisor@unescoeh.org

12-18 julio

Relatividad general y gravitación
12ª Reunión Marcel Grossman. Análisis de los progresos de la experimentación sobre la teoría de la gravitación de Einstein. UNESCO. París: www.icra.it/MG/mg12/en/welcome.htm

17-26 julio

Astronomía y patrimonio mundial
Campamento de verano para 16-20 años de todos los países. Observación de eclipse solar y visita al sitio del Patrimonio Mundial de Suzhou (China): whitir_suzhou@yahoo.com

27-29 julio

Educación relativa al cambio climático
Su integración en los programas escolares, particularmente en los Pequeños Estados Insulares. Seminario internacional. UNESCO/gobierno de Dinamarca. UNESCO París: h.thulstrup@unesco.org; p.dogse@unesco.org

5-7 agosto

Políticas de STI en América Latina y el Caribe: Hacia un nuevo Contrato social para la Ciencia
2º Foro UNESCO Montevideo. Preparar el Foro mundial sobre la Ciencia (nov.2009) 10 años después Conferencia Mundial sobre la Ciencia. Apadrinado por el ministro argentino de STI. Buenos Aires: www.unesco.org.uy; glemarchand@unesco.org.uy

20 agosto

Compartir un recurso de agua invisible
Seminario PHI de la UNESCO proponiendo a los países gestiones prácticas para recurrir a la Resolución de la ONU (2008) sobre una ley los acuíferos transfronterizos. Estocolmo (Suecia): www.worldwaterweek.org

7-11 septiembre

Del Big Bang a la civilización
2ª Escuela Iberoamericana de astrobiología. Acercar a los estudiantes y a los científicos. Universidad de la Rep./UNESCO Montevideo (Uruguay): glemarchand@unesco.org.uy; www.astronomia.edu.uy/astrobiologia2009/

14-18 septiembre

Geoparques europeos
8ª Conferencia bienal. Abierta a científicos, no científicos, agencias de turismo, políticos. Geoparque Nortujejo (Portugal): m.patzak@unesco.org; www.naturtejo.com/conteudos/en/home.php

21-25 septiembre

OceanObs'09
Conferencia apadrinada por el COI de la UNESCO sobre la información para la sociedad: hacer perdurar los beneficios, aprovechar el potencial. Un decenio del Sistema de Observación del Océano. Venecia (Italia): info@oceanobs09.net

Noches de observación de las estrellas

17 julio-24 Agosto

Estrellas fugaces
Visibles a simple vista en todo el mundo, ideal después del 12 de agosto en luna nueva.

22 julio

El más largo eclipse total de Sol (6 min. 39 seg.)
Visible en Bután, en China, en India, en Japón, en Nepal.

14 agosto

Júpiter pasa cerca de la Tierra
Visible toda la noche, por todas partes, al telescopio.

17 agosto

Neptuno pasa cerca de la Tierra
Visible toda la noche, por todas partes, al telescopio.

17 septiembre

Urano pasa cerca de la Tierra
Visible toda la noche, por todas partes, al telescopio.

6 octubre

Distancia máxima entre Mercurio y el Sol (18º)
Visible antes del amanecer, por todas partes, a simple vista.

23-24 octubre

50 horas de astronomía
La UAI organiza eventos para observar al telescopio lo que Galileo vio hace 400 años: las cuatro lunas de Júpiter.

Diciembre

El mejor momento para observar a Marte
Visible todo el tiempo, durante todo el mes a simple vista.

14 diciembre

Estrellas fugaces
Visibles por todas partes, a simple vista.

31 diciembre

Eclipse parcial de Luna
Visible a simple vista al anochecer en África, Asia y Europa, cuando la Luna pase bajo la sombra de la Tierra: 17h 15-21h 30.
Para otras citas: www.astronomia2009.org



Nuevas Publicaciones

Risk and Poverty in a Changing Climate Invest Today for a Safer tomorrow

Primer Informe Mundial bienal de Evaluación de la Reducción de Riesgos de Desastres, ISBN/ISSN: 9789211320282, en inglés, 207 p., (ver p.11)

Biofuel and Environmental Impacts

Scientific Analysis and Implications for Sustainability
UNESCO-SCOPE-PNUMA Policy Briefs Series, 9. En inglés, 6 p.
Resumen de las conclusiones del proyecto internacional sobre los biocombustibles, presentado por el Comité Científico sobre los problemas del Medio Ambiente (SCOPE) que analiza las ventajas y los problemas de los biocombustibles en uso, así como sus potencialidades.

Global Open Oceans and Deep-Seabed (GOODS)

Biogeographic Classification
J. Vierros, I. Cresswell, E. Escobar Briones, J. Rice and J. Ardron (eds). IOC y MAB de la UNESCO. UNESCO-IOC Colecciones Técnicas, 84. En inglés, 88 p.
Apenas 0.6% de los océanos y 6% de las aguas territoriales están protegidas. La clasificación biogeográfica de las especies y de los habitantes nos ayudará a comprender su distribución, para las necesidades de la investigación científica, de la conservación y de la gestión. Obra realizada por un grupo de expertos y del Grupo de Trabajo especial informal y abierto de las Naciones Unidas que estudia las cuestiones de conservación y de utilización sostenible de la diversidad biológica marina más allá de las zonas de jurisdicción nacional.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001824/182451e.pdf>

Urban Water Security

Managing Risks
Blanca Jiménez y Joan Rose (eds). Producto del proyecto UNESCO-IHP. Eds. UNESCO/Taylor & Francis, ISBN 978-92-3-104063-4, En inglés, €42.00, 348 p.
La contaminación microbiológica y química de las aguas urbanas y la aparición de enfermedades transmitidas por el agua, se deben principalmente a la mala calidad del agua y del saneamiento así como a los vertimientos de aguas usadas, industriales o domésticas (o insuficientemente) tratadas. El cambio climático agrava estos problemas.

Museum International

Patrimonio Cultural Subacuático
Isabelle Vinson (ed.) Periodical, Volumen 60, n° 4, Ediciones UNESCO/Blackwell N° 240, €24.00, ISSN: 1350-0775. Existe en Inglés y Francés, 112 p.
La obra hace el inventario de las innovaciones tecnológicas para la conservación de los objetos sumergidos favoreciendo su mantenimiento in situ. Alerta contra los peligros de explotación comercial del patrimonio cultural subacuático. Ver *Un Mundo de Ciencia*, abril 2009.



Patrimonio Mundial

Patrimonio Geológico: Un pasado y futuro común

Periódico, número 52, Ediciones UNESCO/Pressgroup, ISBN: 92-3-1WH005-2, €5.00. En inglés, francés y español, 116 p.
Contribución al Año Internacional del Planeta Tierra. Numerosos sitios del patrimonio Mundial que albergan volcanes. Otros tienen paisajes carticos espectaculares como las Cuevas de Skocjan (Eslovenia) y del karst de China del Sur. Sin olvidar sitios fósiles y geo-parques nacionales de la Red Mundial de la UNESCO de Geo-parques

Learning and Knowing in Indigenous Societies

P. Bates, M. Chuba, S. Kube, D. Nakashima (eds). Local and Indigenous Knowledge Systems (LINKS) y la Sección de Patrimonio Inmaterial de la UNESCO. En inglés, 128 p.
Considerables esfuerzos para integrar los conocimientos y las lenguas locales en los programas educativos, pero el equilibrio sigue siendo delicado. Estudios de caso: de Botswana, Indonesia, Namibia, Venezuela, etc.
Para descargar: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001807/180754e.pdf>;
Detalles: p.bates@unesco.org

L'atlas mondial des grands singes et leur conservation

J. Caldecott and L. Miles (eds) Producido por UNESCO-MAB en colaboración con PNUMA y Museo Nacional Francés de historia natural, con ayuda gubernamental. Edición francesa de: World Atlas of Great Apes and their Conservation (PNUMA, 2005).
ISBN: 978-92-3-204098-5, 492 p. (ver p.14)

Soixante ans de science à l'UNESCO: 1945-2005

Producido por el Sector de Ciencias Naturales. Edición francesa del libro conmemorativo publicado en inglés en 2006. Ediciones UNESCO, ISBN 978-92-3-204005-3, €30.00.

East Asian Biosphere Reserve Network

Producido por UNESCO-MAB, En inglés, 12 p.
Describe como las reservas de biosfera en China, Japón, RPD Corea, Rep. de Corea, Mongolia y Rusia (también miembro de Euro-MAB) están cooperando en base a tres prioridades: eco-turismo, conservación y cooperación transfronteriza.
Para descargar: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001825/182543e.pdf>

Science Programme Activities in Africa (2008-2009)

Producido por El Buró Regional para la Ciencia de la UNESCO (Nairobi, Kenya), En inglés, 76 p.
Describe las actividades regionales y aquellas de 11 oficinas cluster de la UNESCO en África
Para más detalles: a.ochanda@unesco.org;
Para descargar: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001817/181746e.pdf>

Año internacional de la astronomía: www.unesco.org/iya2009; www.astronomy2009.org

Para solicitar una publicación en venta: www.unesco.org/publishing

Un Mundo de Ciencia en línea: www.unesco.org/sp/a-world-of-science

Un Mundo de Ciencia es un boletín trimestral publicado en inglés, español, francés, malayo (Dunia Sains: www.akademisains.gov.my) y ruso (www.unesco.ru) por el Sector de Ciencias Naturales y Exactas de la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 1, rue Miollis, 75732 París, Francia. Los artículos pueden ser libremente reproducidos, haciendo referencia al autor y a *Un Mundo de Ciencia*. ISSN 1815-9729. Impreso en Francia por: Celer. Director de la Publicación: W. Erdelen; Jefe de Redacción: Susan Schneegans. Realización: Yvonne Mehl y Lic. Perfecto Alonso; Traducción del francés por: Adriana Montenegro. Para suscribirse gratuitamente: www.unesco.org/science/; Suscripción gratuita versión papel, para bibliotecas y otras instituciones: s.schneegans@unesco.org; Fax: (331) 4568 5827. Impreso en 12 300 copias. Foto de portada: *Visión del artista de una estación humana sobre Marte: Pat Raxlings/NASA*
Patrocinado por: Gobierno de España / Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino / Organismo Autónomo Parques Nacionales - ISSN: 1815-9737

