



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

Las nuevas caras del Universo, p. 2

# Un Mundo de **CIENCIA**

Boletín trimestral  
de información sobre  
las ciencias exactas  
y naturales

**Vol. 7, No. 1**  
Enero-marzo 2009

## SUMARIO

### ENFOQUES

- 2 Las nuevas caras del Universo

### ACTUALIDADES

- 10 Nuevo enfoque para la investigación sobre la salud
- 11 La reforma del sistema científico de Tanzania está en marcha
- 12 La corrosión de los mares podría costar caro a la pesca
- 13 El equipo de SESAME toma posesión de su sede
- 14 Hacia una ley sobre los acuíferos transfronterizos
- 14 Las desigualdades afectan el trabajo escolar en América Latina
- 15 Los 40 laureados del concurso de fotos

### ENTREVISTA

- 16 Giovanni Valsecchi explica cómo prepararse contra una catástrofe cósmica

### HORIZONTES

- 18 Envejecer joven
- 21 Ulugh Beg, o un sabio en el trono

### BREVES

- 24 Agenda
- 24 Nuevas Publicaciones

## EDITORIAL

### Hasta los confines del Universo

**E**l 3 de noviembre la NASA y la Agencia Espacial Europea anunciaron que el telescopio espacial Hubble había tomado la primera foto de luz visible de un planeta en órbita alrededor de otra estrella proporcionándonos así la primera imagen real de un planeta situado a 25 años luz de la Tierra. No es solo que Fomalhaut b, como se conoce al nuevo planeta, parezca un grano de polvo en el cielo. Si no que los científicos ya especulan sobre la posibilidad de que este planeta tenga poco más o menos el mismo tamaño que Júpiter y posea también su propio sistema de anillos.

Antes que todo, esta proeza puede ayudarnos a conocer un poco mejor el Universo donde vivimos y del cual somos un ínfimo elemento. Nuestra propia galaxia, que parece inmensa, es sólo una de las 100 mil millones que existen. Por ello, no tiene nada de sorprendente que nos hagamos la pregunta «¿estamos solos?» Un descubrimiento como este de Fomalhaut b no puede más que reavivar nuestra curiosidad. Si Fomalhaut b tiene rasgos similares al Júpiter de nuestro propio Sistema Solar, reflexionemos; ¿eso quiere decir que Júpiter no sería único? Y si no lo fuera, ¿entonces la Tierra? En estas páginas, le hacemos la pregunta al exobiólogo André Brack, uno de los oradores invitados a propósito del lanzamiento del Año Internacional de la Astronomía, el 15 de enero.

Al igual que André Brack, los otros autores del artículo sobre *Las nuevas caras del Universo* son miembros de la Unión Astronómica Internacional, auspiciadora, junto a la UNESCO, de este Año Internacional. En estas páginas, Roland Lehouq y Jean-Marc Bonnet-Bidaud nos recuerdan que, aunque nuestras miradas se vuelven al cielo, nuestros pies están sólidamente anclados sobre un cuerpo celeste. Por ello, los científicos han decidido no buscar más en otra parte que en la propia Tierra esas partículas incapturables que pensamos son tan antiguas como el Universo y son capaces de atravesar la materia sólida: los neutrinos.

Es por ello que luego de la colisión de un cometa con Júpiter en 1994, la NASA decidió lanzar un programa de investigación sobre los Objetos Cercanos a la Tierra. Después de todo, si esto pudo ocurrir con Júpiter, también pudiera sucedernos a nosotros. En estas páginas, el astrónomo Giovanni Valsecchi explica por qué es tan importante observar los cielos en busca de riesgos cósmicos, sobre todo desde que contamos con la tecnología que nos permite reaccionar en caso de que un asteroide se sitúe en trayectoria de colisión con respecto a la Tierra. Pero, ¿sabríamos coordinar un sistema de alerta temprana a nivel mundial?

El Año Internacional de la Astronomía tiene por tema *El Universo: para que lo descubras*. Esperamos que usted disfrute este viaje de 12 meses hacia lo desconocido y lo poco conocido. Esta revista le anunciará, a lo largo de todo el Año, los acontecimientos que tendrán lugar. La aventura comienza el 15 de enero en la UNESCO, aquí en París, con la presentación de diversos aspectos de la astronomía y al día siguiente, un concierto del cuarteto de cuerdas Kronos que interpretará *Sun Rings*, pieza inspirada en las ondas radio de las profundidades del Sistema Solar recibidas por diversas sondas espaciales, como los dos Voyagers, la Galileo y la Cassini. Recogidos durante 40 años por el físico norteamericano Don Gurnett, estos sonidos han sido arreglados por el compositor Terry Riley para componer lo que bien pudiera ser el primer concierto espacial.

*W. Erdelen*  
Sub-director General para las Ciencias Exactas y Naturales

# Las nuevas caras del Universo



*Vista artística de los ocho más grandes objetos trans-neptunianos conocidos representados a escala: los cuatro más grandes son los plutoides. Si Plutón no hubiera sido despojado de su status de planeta, el Sistema Solar contaría hoy con una buena docena de planetas*

Celebramos el lanzamiento del Año Internacional de la Astronomía presentándoles una breve recopilación de los últimos descubrimientos. Este viaje nos llevará a los confines de nuestro Sistema Solar tan conocido pero que sin embargo nos reserva aún algunas sorpresas como la presencia de un lago de metano en Titán, cuyo tamaño no tiene nada que envidiarle al lago Superior en América del Norte. Seguidamente, partiremos en la búsqueda de otros planetas como la Tierra y de signos de vida extraterrestres, con la esperanza de responder finalmente a la pregunta que nos obsesiona desde siempre: ¿estamos solos en el Universo? Luego, viajaremos desde el gigante agujero negro de nuestra galaxia hasta las galaxias más lejanas. Redescubriremos la materia oscura y la energía oscura, los dos componentes invisibles más extraños del Universo. Finalmente, volveremos a la Tierra, alrededor de ella, e incluso bajo ella donde experimentos pioneros están tratando de desentrañar uno de los más grandes misterios de la astrofísica moderna, la composición del Universo que nos rodea.

¿Cuántos planetas hay en el Sistema Solar? ¡No, no son nueve como habíamos aprendido hasta ahora, sino solamente ocho! Recordemos<sup>1</sup> que en agosto 2006, la Unión Astronómica Internacional (UAI) desclasificó el planeta Plutón, ubicándolo en la categoría de planetas enanos, creada especialmente para la ocasión. Degradado de su categoría de planeta, Plutón es considerado hoy como el arquetipo de una nueva categoría de objetos llamados trans-neptunianos, o dicho de otra manera, más allá de la órbita de Neptuno.

## El nuevo Sistema Solar

El estudio de los confines del Sistema Solar ha transformado nuestra percepción de esta región. En efecto, los telescopios modernos han descubierto numerosos objetos congelados más allá de la órbita de Neptuno, en una región conocida por el nombre de cinturón de Kuiper, en honor al astrónomo holandés que postuló su existencia en 1951. El primer objeto trans-neptuniano fue descubierto en 1992 y siguieron cientos



*Estas imágenes de los asteroideos Cérès y Vesta fueron obtenidas gracias al telescopio espacial Hubble. Se puede constatar fácilmente que Vesta no es esférico, lo que explica porqué no se le otorgó el status de planeta enano como a Cérès*

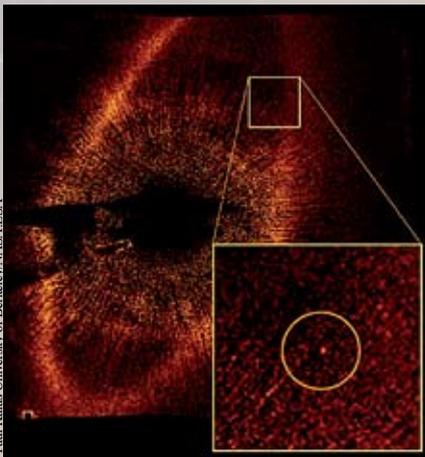
de otros, confirmando la existencia del cinturón propuesto por Kuiper. Actualmente se piensa que mas allá de la órbita de Neptuno se encuentran gran número de cuerpos congelados cuyo número podría alcanzar varios miles de millones. Su observación es particularmente difícil, ya que a causa de su pequeño tamaño –del orden de 10 a 50 km– de diámetro,



*Esta imagen de Plutón fue obtenida gracias al telescopio espacial Hubble. ¡Su baja resolución no demerita la proeza que hizo posible obtener imágenes de la superficie de un planeta situado a casi 6 mil millones de kilómetros de la Tierra!*

incluso menos y de su extrema lejanía del Sol, emiten muy poca luz. Además, como necesitan muchos siglos antes de completar una órbita alrededor del Sol, su movimiento aparenta ser muy lento, apenas perceptible. Estos objetos son, probablemente residuos de la formación de los planetas, expulsados en esta región lejana tras la interacción con los planetas gigantes.

Plutón fue durante un tiempo el mayor objeto del cinturón de Kuiper. Pero en el 2005 se confirmó que, el objeto catalogado bajo el número 2003 UB313 y situado mucho más allá de Neptuno, es mayor que Plutón. El problema que se plantea es: ¿existían diez planetas en el Sistema Solar?



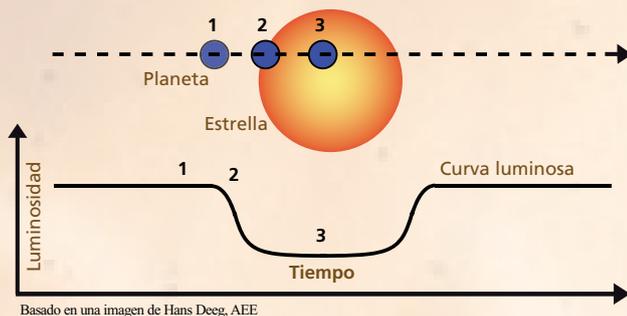
Primera foto de luz visible de un planeta en órbita alrededor de otra estrella, tomada por el telescopio espacial Hubble. Situado «apenas» a 25 años luz de la Tierra, la masa de este planeta probablemente está cercana de la masa de Júpiter. Demora aproximadamente 872 años en recorrer su órbita y está situado de su sol a una distancia aproximadamente 4 veces mayor de la que separa a Neptuno de nuestro Sol. Nombrado Fomalhaut b, pudiera tener un sistema de anillos de las mismas dimensiones como los primeros que

Júpiter tuvo en sus primeros tiempos antes de que el polvo y los fragmentos se fusionaran y formasen las cuatro lunas Galileas. Fomalhaut es un sol con aproximadamente 200 millones de años, que se apagará dentro de mil millones de años. Esto lo hace una estrella de corta vida, en comparación con nuestro Sol, que ya tiene 4,5 mil millones de años y deberá brillar aún durante 5 mil millones de años más. La breve vida de Fomalhaut se debe a que es 16 veces más brillante que nuestro Sol. Podrían existir otros planetas en el ancho cinturón que separa a Fomalhaut b de su sol

Rebautizado más tarde Eris, el nuevo objeto era el más lejano del Sistema Solar: en el momento de su descubrimiento, Eris estaba dos veces más lejos del Sol que Plutón. Además, su órbita muy inclinada, como la de Plutón, lo distinguía de los ocho primeros cuerpos del Sistema Solar. Se descubrió igualmente que Eris tenía un satélite que fue bautizado Disnomia.

La UAI resolvió crear la nueva categoría «planetas enanos» para los cuerpos del Sistema Solar que posean una masa suficiente como para que su propia gravedad les imponga una forma casi esférica, descartando de ella los ocho planetas clásicos. Actualmente, cinco cuerpos son considerados planetas enanos: el asteroide Cérès, situado entre Marte y Júpiter, y cuatro objetos transneptunianos que forman la nueva clase de plutoides: Plutón, Eris, Makemake y Haumea (ver imagen).

Por el momento, el cinturón de Kuiper no ha sido explorado nunca por una sonda espacial. No obstante, la misión New Horizons de la NASA, lanzada el 19 de enero 2006 desde la base de Cabo Cañaveral, sobrevolará Plutón y su satélite Charon el 14 de julio 2015 para obtener sus imágenes de alta resolución. Esta misión permitirá también conocer más sobre los dos nuevos satélites de Plutón, Hydra y Nyx, descubiertos por el telescopio espacial Hubble. Posteriormente,



Basado en una imagen de Hans Deeg, AEE

si las circunstancias lo permiten, Nuevos Horizontes podría estudiar otro objeto del cinturón de Kuiper cuya elección no está aún determinada.

### Las nuevas Tierras

¿Existen sistemas solares similares al nuestro en el Universo? El tema ha permanecido como puramente teórico durante mucho tiempo, aún cuando las posibilidades de encontrar uno parecían más bien buenas teniendo en cuenta la gran cantidad de estrellas en el cielo: se estima en 100 mil millones el número de galaxias al alcance de nuestros telescopios, conteniendo cada una un buen centenar de miles de millones de estrellas! Desde 1995 y el descubrimiento del primer planeta extra-solar, el problema fue resuelto: existen, efectivamente, otros sistemas solares, son incluso numerosos (ver recuadro Pág. 4).

¿Cómo procedieron los astrónomos? Esencialmente según dos métodos. El primer método, el de los tránsitos, se basa en la idea de que un planeta al pasar delante del disco de su estrella produce un mini-eclipse que hace disminuir temporalmente la luminosidad del astro en un porcentaje igual a la relación de las superficies aparentes de la estrella y del planeta; este valor varía de 1% para un planeta como Júpiter al pasar delante del Sol, a 0,01% en el caso de la Tierra. La observación continua de la luminosidad de una estrella permite identificar el período y la intensidad de esta disminución de luminosidad y, combinado con mediciones de velocidades radiales –la velocidad con la que el astro se acerca o aleja del observador– se puede deducir las características del planeta (ver imagen).

El segundo método se basa en el hecho de que un cuerpo masivo en órbita alrededor de una estrella afecta el movimiento propio de esta: en lugar de desplazarse en línea recta en el cielo, la estrella describe una curva ondulante. La situación es similar a la del lanzador de martillo que se desplaza de derecha a izquierda cuando impulsa su proyectil en la zona de envío. Ahora bien, este movimiento de



Imagen: ASF, NASA, G. Tinetti

Visión artística del planeta extrasolar\* HD 189733b del que sabemos que su atmósfera contiene metano y agua. Este descubrimiento hecho por el telescopio Hubble se produjo al observar la luz de la estrella filtrada por la atmósfera del planeta

¿Cómo ver los exoplanetas, a miles de años luz de la Tierra, cuando ningún telescopio puede captarlos? Es posible detectar la presencia de un planeta en órbita alrededor de una estrella por la fotometría o por la espectroscopia. Con el método llamado de los tránsitos, se calcula la disminución de la luminosidad de la estrella cuando el exoplaneta pasa delante de ella

## ¿Estamos solos?

¿Estamos solos? Siempre esta pregunta ha alimentado la imaginación humana. Pero, ¿cómo pasar del mito a la realidad? ¿Qué buscar? ¿Dónde buscar? Los científicos buscan esencialmente una forma de vida desarrollada en el agua y basada fundamentalmente en la química del carbono, no por simple mimetismo con la vida terrestre sino porque esos dos factores son universales y poseen propiedades excepcionales demostradas en laboratorios. Debido a ello, la búsqueda de una segunda génesis va a aprovechar plenamente los trabajos consagrados al estudio de la vida terrestre.

### La aparición de la vida terrestre

Hace aproximadamente 4 mil millones de años, un cierto número de moléculas se auto-organizaron en el agua, verdadera cuna de la vida, y formaron conjuntos químicos capaces de generar copias iguales de ellas mismas (auto reproducción). A consecuencia de ligeros errores de ensamblaje, aparecieron grupos más eficientes que se convirtieron en especies dominantes (evolución). Auto reproducción y evolución son las dos propiedades básicas que caracterizan la transición de la materia a la vida.

Generalmente se considera que esos conjuntos primitivos ya estaban compuestos de moléculas con carbono, de las cuales una parte pudo ser creada en la atmósfera. Por ejemplo, Stanley Miller obtuvo cinco aminoácidos, los eslabones elementales de proteínas, al someter una atmósfera de metano, hidrógeno, amoníaco y agua a descargas eléctricas imitando a los rayos. Las fuentes hidrotermales submarinas a lo largo de las dorsales oceánicas pudieron igualmente proveer una parte de las moléculas carbonadas que participaron en la aparición de la vida. Por otra parte, el análisis de los meteoritos con compuestos de carbono, y más particularmente de los micro meteoritos recolectados en los hielos de Groenlandia y de la Antártica, indica que la cantidad de materia con compuestos de carbono extraterrestre aportada a la Tierra al principio de su historia representaba 25 000 veces la cantidad de carbono biológico reciclado actualmente en la superficie de la Tierra. Algunas experiencias en laboratorios y en el espacio han confirmado este vínculo extraterrestre.

### Señales de vida extraterrestre

¿Dónde encontrar en otra parte condiciones similares a las que permitieron el paso de la materia a la vida en la Tierra? Con la ayuda de grandes radiotelescopios, los astrónomos han identificado más de cien moléculas carbonadas en las nebulosas interestelares, demostrando así que la química del carbono es universal. Pero, ¿dónde encontrar agua en forma líquida? En Marte, evidentemente. Las

fotografías tomadas por las diferentes misiones marcianas, desde Mariner 9 en 1971 hasta hoy, muestran claramente que grandes cantidades de agua cubrían en otros tiempos una parte de la superficie marciana. Por ello, es tentador pensar que una vida elemental de tipo terrestre haya podido aparecer y desarrollarse en el planeta rojo. La misión norteamericana Mars Science Laboratory y la misión europea ExoMars tendrán como objetivo, precisamente, investigar los indicios de una eventual vida marciana en 2011 y 2016, respectivamente.

Europa, la más pequeña de las cuatro lunas de Júpiter observadas por Galileo, está cubierta por una capa de hielo cuyo espesor pudiera estar entre los 10 y los 100 km. Bajo el hielo, Europa posee muy probablemente un océano de agua líquida. Eventuales fuentes hidrotermales en este océano pudieran aportar la materia carbonada necesaria a la emergencia de una vida europea.

Titán, el mayor satélite de Saturno, se parece a la Tierra por su atmósfera densa. La sonda Cassini-Huygens demostró que la atmósfera de Titán posee metano y densas nubes formadas de moléculas carbonadas complejas. Bloques de hielo cubren el suelo pero la presencia de agua líquida está excluida ya que allí reina una temperatura de aproximadamente  $-180^{\circ}\text{C}$ . Encelada, otro satélite de Saturno, está cubierta de hielo pero la sonda Cassini observó en su superficie chorros de vapor de agua que pudieran provenir de un reservorio de agua líquida subterránea.

### La vida más allá del Sistema solar

Más allá del sistema solar, la búsqueda del agua solo puede hacerse por teledetección. Para que un planeta extrasolar, un planeta más allá del sistema solar, pueda albergar agua en su superficie, hace falta que tenga un tamaño adecuado y se encuentre a una distancia conveniente de su estrella. Desde septiembre 1995, fecha en la que dos astrónomos suizos descubrieron el primer planeta extrasolar, más de 300 de estos han sido detectados.

Aproximadamente han sido identificados 25 sistemas estelares con varios planetas pero no fue solo hasta principios de 2008 que fue descubierta, por micro lente gravitacional\*, una estrella acompañada de dos planetas semejantes en tamaño y posición, como en un modelo reducido de la pareja Júpiter/Saturno de nuestro Sistema Solar. Este descubrimiento indica claramente que los sistemas estelares análogos al Sistema Solar, pueden ser probablemente comunes en el Universo. ¿Y los pequeños exoplanetas habitables del tamaño de la Tierra? La precisión de nuestros instrumentos actuales no permite aún detectarlos pero quizás pudieran estar al alcance del telescopio espacial Corot lanzado en diciembre 2006.

André Brack\*\*

Para más detalles, vea en francés L'exobiologie ou l'origine chimique de la vie, A. Brack (PDF) <http://astro.u-strasbg.fr/goutelas/g2005>

\* Según este método de observación por telescopio, el campo gravitacional de un planeta situado entre un observador y una fuente de luz estelar lejana va a desviar los rayos luminosos que pasarán cerca de ella y amplificar la luz recibida traicionando así la presencia del planeta

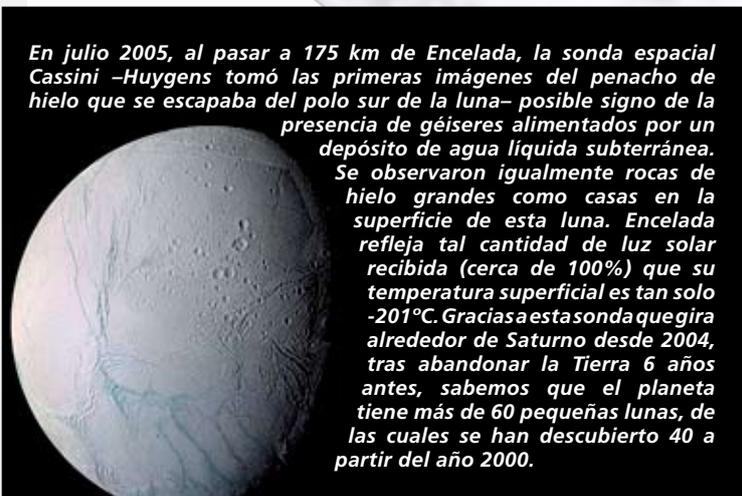
\*\* Centro de biofísica Molecular del Centro Nacional de Investigación Científica, Francia

Río marciano desecado en el delta Nephentes Mensae, imagen de enero 2008.

Imagen: ASE/DLR/FU Berlin (C. Neidig)



En julio 2005, al pasar a 175 km de Encelada, la sonda espacial Cassini -Huygens tomó las primeras imágenes del penacho de hielo que se escapaba del polo sur de la luna— posible signo de la presencia de géiseres alimentados por un depósito de agua líquida subterránea. Se observaron igualmente rocas de hielo grandes como casas en la superficie de esta luna. Encelada refleja tal cantidad de luz solar recibida (cerca de 100%) que su temperatura superficial es tan solo  $-201^{\circ}\text{C}$ . Gracias a esta sonda que gira alrededor de Saturno desde 2004, tras abandonar la Tierra 6 años antes, sabemos que el planeta tiene más de 60 pequeñas lunas, de las cuales se han descubierto 40 a partir del año 2000.



ondulación puede ser detectado por los efectos que él induce sobre la luz de la estrella: cuando la estrella se acerca a nosotros, la luz va hacia lo azul, cuando esta se aleja, va hacia lo rojo. Al medir simultáneamente el desplazamiento periódico de los colores y el período del movimiento, es posible calcular un límite inferior a la masa del planeta y estimar sus parámetros orbitales.

La dificultad de este método reside en expresar en velocidades los sutiles cambios de colores, Esta velocidad vale 12 m por segundo para un planeta gigante comparable con Júpiter en órbita alrededor de una estrella de tipo del Sol y menos de 0,1 m por segundo para un planeta de la masa de la Tierra. Fue gracias a este método, utilizando espectrómetros especializados extremadamente sensibles, que la mayoría de los exoplanetas han sido descubiertos.

La mayoría de los planetas extrasolares detectados hasta ahora son al menos tan grandes como Júpiter. Sólo han sido descubiertos una quincena de «super-Tierras», o sea, planetas de 5 a 20 veces mayor masa que el nuestro. Hasta el momento, esta muestra está esencialmente constituida por objetos calientes con la particularidad que orbitan muy cerca de su estrella donde reinan temperaturas muy elevadas. Solo dos super-Tierras han sido detectadas cerca de la zona habitable de una estrella roja y poco luminosa. Una verdadera gemela de la Tierra continúa aún sin encontrarse. Una vez hallada, la etapa siguiente será analizar la atmósfera de este planeta para detectar eventuales

señales de vida, pero para ello, hará falta enviar misiones especialmente dedicadas a esta búsqueda o esperar el advenimiento de telescopios terrestres de gran diámetro.

### Retrato de un agujero negro gigante

El centro de nuestra galaxia, la Vía Láctea, esconde un astro muy exótico, un agujero negro gigante cuya masa es varios millones de veces la del Sol. Los astrónomos necesitaron mucho tiempo para convencerse de la presencia de tal astro en el mismo interior de nuestra galaxia, pero ahora tienen la certeza.



Un agujero negro es un objeto cuya gravedad es tan intensa que es capaz de retener toda forma de materia y de luz: por ello no es visible directamente. En nuestra galaxia, que es un vasto disco de más de cien mil millones de estrellas, su parte central se mantuvo durante mucho tiempo inaccesible, debido a su lejanía, más de 20 000 años luz, al polvo y al gran número de estrellas confinadas en esas regiones centrales, que hace particularmente difícil su observación.

La única emisión claramente detectada en el centro de la Vía Láctea fue durante mucho tiempo una fuente compacta de ondas de radio descubierta en 1974 y denominada SgrA\*, por estar situada en la constelación de Sagitario. Los progresos en la observación de la luz infrarroja son los que han permitido penetrar la nube de polvo y localizar las estrellas más cercanas al punto central.

*La imagen central resultado del montaje de 800 fotografías tomadas por el telescopio espacial Hubble durante más de 11 días. Se trata de un sondeo profundo de nuestro Universo realizado para observar las galaxias más lejanas. El campo visual es muy pequeño: en el cielo sólo representa una superficie 50 veces menor a la de la luna llena, que equivale al área del hueco de una aguja sostenida con la punta de los dedos. De hecho, ¡solo se ven tres estrellas de nuestra galaxia cuando ya se conocen cerca de 10 000 galaxias! Si extendemos estos valores a todo el cielo, podemos deducir que existen más de 100 000 millones de galaxias en el Universo. Esta imagen marca una ruptura en nuestro conocimiento del Universo lejano. Anteriormente, los astrofísicos solo podían hacer esta estimación estudiando unas galaxias muy luminosas llamadas quásares, muy diferentes de las galaxias normales. Ahora, los objetos más débiles de esta imagen (dentro del círculo en verde y ampliados a la izquierda) son galaxias que se encuentran entre las primeras que se formaron cuando el Universo tenía solamente alrededor de 800 millones de años. Su análisis revela que esta clase de galaxias muy jóvenes está exclusivamente compuesta de galaxias enanas a partir de las cuales se formaron las grandes galaxias actuales, producto de sucesivas colisiones. Estas primeras galaxias son difíciles de observar debido a su extrema lejanía que debilita considerablemente*



*su luminosidad y debido también a la expansión del Universo, que ocasiona un corrimiento de su luz hacia el rojo, ya que la longitud de onda de la luz se ha alargado durante su viaje en el espacio. Este enrojecimiento de las fuentes disminuye la intensidad luminosa que se recibe y obliga a los astrofísicos a utilizar detectores sensibles al infrarrojo, como los instalados a bordo del satélite Spitzer. A la derecha se pueden ver las ampliaciones tanto en luz visible como en infrarroja de una misma región de la imagen central (marcada por un rectángulo azul). Se ve claramente aparecer una galaxia en las fotos en infrarrojo dentro del círculo en azul que era casi imperceptible a las tomadas en luz visible*

## ¿Y si la materia oscura no existiera?

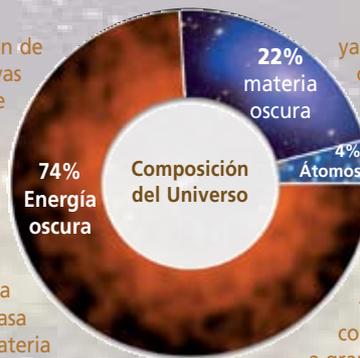
Las galaxias son un vasto conjunto de estrellas, pero también de gas y de polvo, en el cual se forman continuamente nuevas estrellas. La mayoría de las galaxias son espirales, en forma de disco aplastado donde las estrellas forman brazos espirales. La materia visible, estrellas y gas, gira alrededor del eje central como por un disco en rotación. La medida de la velocidad de rotación en función de la distancia permite deducir la masa total de la galaxia. Mientras más rápido gira la materia, mayor es su masa. Uno de los mayores misterios de la física de las galaxias es que la masa calculada por esta velocidad de rotación es enorme, mucho mayor que la masa visible de la galaxia. Existe entonces una masa invisible, o «materia oscura» que explica esas grandes velocidades de rotación. Pero, ¿de qué está hecha esta materia oscura? Hace más de 60 años que la materia invisible fue descubierta y aún no sabemos responder esa pregunta.

Por otra parte, las galaxias se forman poco tiempo después del comienzo del Universo por el «Big-Bang» que tuvo lugar hace 13,7 mil millones de años. El Universo está en expansión rápida, y es muy difícil para la materia formar galaxias en este medio ambiente donde todos los elementos de materia se alejan unos de otros. Los cálculos muestran que si dispusiéramos hoy sólo de la materia visible, ella no sería suficiente para formar galaxias, luego tenemos que recurrir a grandes cantidades de materia oscura para que las ayuden a formarse. Pero la naturaleza de esta materia oscura continua siendo un gran misterio. Hoy estamos seguros que no puede tratarse de átomos ordinarios, como toda la materia ordinaria que nos rodea, pero esta enorme masa debe estar compuesta de partículas exóticas, que no hemos logrado aún evidenciar en los grandes aceleradores de partículas.

### Habría que modificar la ley de Newton

¿Y si finalmente esta materia oscura no existiera? Otra solución al problema sería no añadir masa desconocida sino cambiar muy ligeramente la ley de la gravedad, la ley de Newton, en regiones donde esta gravedad es muy débil, como en los confines o bordes de las galaxias. Estas regiones no existen sobre la Tierra, por lo que no hemos podido detectar aún los efectos de estas modificaciones de la ley de Newton.

Las observaciones detalladas de las velocidades de rotación de las galaxias nos indican como la ley de Newton debe ser revisada: cada vez que la aceleración se vuelve más pequeña que una constante universal, igual a un Angström ( $10^{-10}$  m) por segundo cuadrado, entonces la fuerza de gravitación



ya no decrecerá más con el cuadrado de la distancia sino con la distancia. Y la fuerza de atracción ya no es más proporcional a la masa del cuerpo que atrae sino a su raíz cuadrada. La fuerza de gravedad es entonces en este régimen más intensa que lo que prevé la ley de Newton. Si interpretamos las observaciones a la luz de la ley de Newton, esto nos hace creer que hay más masa de la que hay realmente.

Si la ley de la gravedad debe ser modificada, ello tendría muchas consecuencias cuyo impacto aún no se comprendería totalmente, ya sea por los cúmulos de galaxias a gran escala o por el comienzo del Universo.

Esta pista es hoy explorada activamente con el fin de no pasar de largo junto a una posible solución del problema que obsesiona a los astrónomos desde hace decenas de años.

Françoise Combes\*

\*Observatorio de París



## Cómo una manzana cambió el curso de la historia

El físico y astrónomo inglés Isaac Newton (1643-1727) le gustaba contar cómo la imagen de una manzana cayendo de un árbol le inspiró la teoría de la gravitación. ¿Por qué la manzana cae directamente al suelo? se preguntó. Y, si la fuerza de gravedad puede ejercerse sobre el árbol más elevado, ¿esto significa que ella puede extenderse lo suficientemente lejos para explicar el hecho de que la Luna no caiga de su órbita? el cuestionamiento dio lugar a:

### La primera ley del movimiento de Newton

Todo objeto en estado de movimiento uniforme tiende a conservar su movimiento, a menos de estar sometido a una fuerza exterior (se le llama igualmente Principio de la Inercia).

### La segunda ley del movimiento de Newton

La relación entre la masa  $m$  de un cuerpo, su aceleración  $a$  y la fuerza  $F$  que se aplica aquí se escribe:  $F = ma$ . Dicho de otra manera, un cuerpo animado de cierta velocidad la conserva a menos que una fuerza no actúe sobre él para acelerarlo.

### La tercera ley del movimiento de Newton

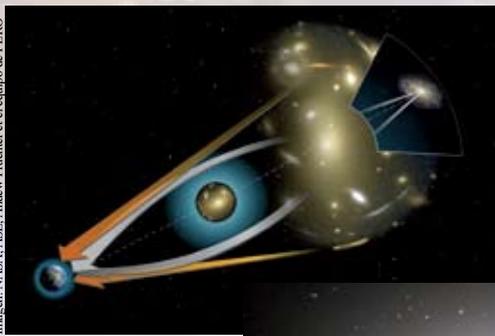
Para cada acción hay una reacción igual y en sentido opuesto. Esta ley se observa a través de lo que se produce si abandonamos una barca para salir a la orilla de un lago. En el momento en que nos acercamos a la orilla, la barca tiene tendencia a desplazarse en sentido inverso.

Adaptado del programa del Departamento de Física y de Astronomía de la Universidad de Tennessee (Estados Unidos)  
<http://ese10.phys.utk.edu/astr161/lect/index.html>



Estas estrellas, observadas durante más de diez años, que parecen tener un movimiento aleatorio, en realidad se mueven en órbitas regulares alrededor del centro. El análisis de estas órbitas, gracias a las leyes de gravitación ha permitido calcular por primera vez la masa situada en el centro: ¡más de tres millones de veces la masa del Sol, concentrada en un volumen apenas más grande que el Sistema Solar! Única forma de explicar esta observación: un agujero negro supermasivo está escondido en el centro de nuestra galaxia.

Imagen: NASA, ASE, Andrew Fruchter et el equipo de FERRO



*Un espejismo gravitacional se produce por la desviación de la luz en un espacio deformado por la presencia de una importante masa*

Su existencia fue predecida en 1971 por los astrofísicos ingleses Donald Lynden-Bell y Martin Rees. En su hipótesis, la materia próxima a ser tragada por un agujero negro forma un disco que lo rodea y en el que se producen violentos fenómenos de fricción. En algunas galaxias muy activas, bautizadas «quásares», se observan potentes chorros de partículas aceleradas que se escapan del núcleo compacto. El considerable calor que se producen da lugar a una potente fuente de radiación, con un espectro de emisión no solo en la banda de radio-frecuencias sino también en la gama de los rayos X y gamma.

Sin embargo, observaciones efectuadas en 2000 y 2001 en la parte del espectro de los rayos X, por el observatorio europeo XMM-Newton y el satélite Chandra de la NASA, revelaron que las emisiones provenientes del agujero negro de la Vía Láctea eran muy inferiores a las esperadas para una masa como esa. ¿Por qué es tan baja la eficiencia de la conversión de la energía de la materia en caída en el agujero negro? ¿Será que la mayor parte de su emisión es irradiada a mayores energías? Este es el enigma que existe aún sobre este gigantesco agujero negro que parece anémico.

El centro de la Vía Láctea sigue siendo una región muy compleja. El satélite europeo INTEGRAL (INTErnational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory) ha descubierto allí recientemente la antimateria, hermana gemela de la materia, que mutuamente se aniquilan cuando se ponen en contacto produciendo rayos gamma. Esta antimateria está compuesta de anti-electrones o positrones, que pueden ser producidos cuando las partículas son aceleradas a muy altas velocidades.

### Una nueva materia

La materia visible del Universo se organiza de forma jerárquica. Las estrellas y el gas se agrupan en galaxias donde pueden contarse cientos de miles de millones de estrellas y a su vez las galaxias lo harán en cúmulos de decenas a centenas de unidades. El estudio de los movimientos de esas diferentes estructuras –estrellas, galaxias y cúmulos– ha revelado un misterio que no deja de intrigar a los astrónomos: ¿Existe una masa escondida en el Universo!

Los primeros indicios de la existencia de una masa invisible para nuestros

Imagen: Cosmic Evolution Survey



*Mapa en tercera dimensión de la distribución de materia oscura en una región del Universo. La distancia a la Tierra aumenta de izquierda a derecha*

Imagen: Telescopio espacial Hubble



*La Galaxia Sombrero. La curva de rotación de las galaxias sugiere que estas contienen una gran cantidad de materia oscura*

instrumentos, por no ser luminosa, surgen primeramente del estudio del movimiento de las galaxias en el seno de un cúmulo. En los años 1930, el astrónomo suizo Fritz Zwicky estudió la dinámica de los dos cúmulos más cercanos, situados en dirección de la Cabellera de Berenice y de Virgo. Demostró que la atracción gravitacional ejercida por la parte visible del cúmulo no es suficiente para retener a las galaxias: Sin una masa adicional invisible, los cúmulos deberían disgregarse. Más tarde, el estudio de las galaxias espirales en las cuales las estrellas giran regularmente alrededor de un centro común, vino a confirmar esta primera observación. Al medir la velocidad con que se mueven en sus órbitas alrededor del centro de la galaxia miles de estrellas y nubes interestelares, los astrofísicos pudieron trazar una curva que representa la velocidad de las estrellas en función de su propia distancia hasta ese centro. Esta curva, primeramente en ascenso, se hace notoriamente constante a medida que nos alejamos del centro. Por sí sola, la materia luminosa, estrellas y gas, no puede esclarecer esta observación. Para explicar esta curva, hay que introducir el efecto de la gravitación de una masa invisible, aproximadamente 10 veces superior a la de la galaxia visible, y considerar que esta masa interactúa con la galaxia uniformemente.

En los años 1990, los astrofísicos dieron en el clavo gracias a un nuevo método de análisis del cielo. Según la teoría de la gravitación propuesta por Albert Einstein, toda distribución de materia engendra una deformación del espacio que provoca la desviación de los rayos luminosos que pasan por sus alrededores. Por lo que puede suceder que la imagen de una fuente luminosa situada en el plano posterior de un cúmulo de la galaxia se deforme, incluso, se debilita, por el efecto del llamado lente gravitacional. Al estudiar estas distorsiones que ocurren en alguna regiones del cielo se ha podido representar la distribución de la masa del cúmulo deflector. El resultado ha confirmado la presencia de una gran cantidad de materia invisible.

¿De qué está constituida esta materia oscura? No de materia ordinaria (protones y neutrones) porque ya habría revelado su presencia, por ejemplo, su participación en las reacciones de fusión nuclear al originarse los primeros átomos. Ahora bien, las cantidades de helio, deuterio y litio que se han producido mediante esta forma indican de manera indudable que la materia ordinaria es insuficiente para constituir toda la masa del Universo.

Para intentar comprender la naturaleza de esta materia oscura, la física de partículas se ha unido a la astrofísica para localizarla en la Tierra. Dos experimentos están en curso: el experimento norteamericano Cryogenic Dark Matter Search en una mina de Minnesota (USA) y su rival franco-alemán Edelweiss, situado bajo el túnel del Monte Frejus, en el laboratorio subterráneo de Modane, (Francia). Ninguna nueva partícula fue detectada pero la sensibilidad de los experimentos se multiplicará por 100 en los próximos años. Si no encuentran nada, habrá que diseñar otro modelo y otros experimentos. Por el contrario, el descubrimiento de una nueva partícula exótica resolvería uno de los mayores misterios de la astrofísica moderna y sería el comienzo de una fabulosa aventura científica.

### La fuga de las galaxias

Nuestra visión de la evolución del Universo está en plena mutación. Al estudiar las supernovas, explosiones de estrellas visibles hasta muy grandes distancias, los astrofísicos descubrieron un nuevo componente fundamental del universo, una energía de origen aún desconocido que acelera su expansión.

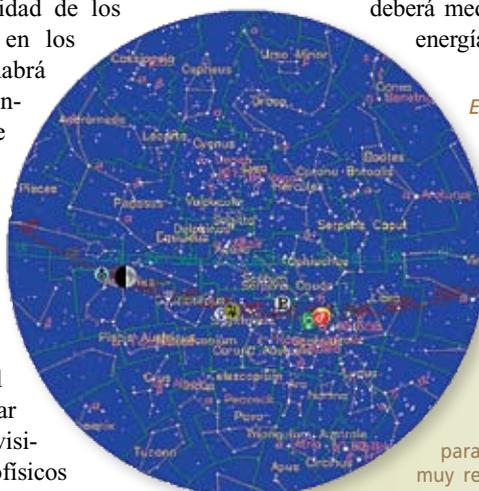
A partir de las observaciones del astrónomo norteamericano Edwin Hubble en 1920, sabemos que las galaxias se alejan unas de otras. Esta fuga de las galaxias es debida a la expansión del Universo: año tras año, siglo tras siglo, el Universo se dilata y la distancia entre dos galaxias alejadas aumenta. Hasta hace poco se pensaba que esta expansión se volvería más lenta debido al efecto de la gravitación que tiende a atraer las galaxias entre si. Pero las observaciones han mostrado un resultado opuesto.

En 1998, para medir la expansión, varios equipos de científicos eligieron utilizar ciertas supernovas consideradas como «bujías estándares», o sea, que suponemos que la luminosidad intrínseca es idéntica. Luego, una disminución en su brillo aparente se debe a su alejamiento, lo que permitiría estimar a que distancia se encuentran, al igual que los agrimensores calculan las distancias al medir la dimensión aparente de una vara de longitud conocida. Ahora bien, las supernovas más lejanas están mucho más debilitadas que lo previsto, y parecen estar más lejos.

Única conclusión posible, la expansión no es regular sino acelerada, el Universo se dilata más rápido que lo previsto. Parece como si una energía invisible, bautizada «energía oscura» por los astrofísicos, sobrepasara en gran medida la atracción

gravitacional. Esta energía oscura parece constituir ella sola, los tres cuartos de la energía total del Universo.

Ninguna teoría física puede explicar este componente del Universo. Por ahora, los físicos investigan su origen en las propiedades del vacío y en las nuevas teorías de lo infinitamente pequeño que pudieran modificar nuestra comprensión de la gravitación. Algunas de esas teorías, como la teoría de las cuerdas, consideran por ejemplo, que el espacio podría tener más de tres dimensiones. Los grandes aceleradores de partículas, como el Gran Colisionador de Hadrons que acaba de ponerse en servicio en la Organización Europea de Investigación Nuclear (CERN) en Suiza, son una de las esperanzas para tratar de confirmar esos nuevos caminos de la física. Al mismo tiempo, los astrónomos conciben también nuevas misiones espaciales, como Euclid, que deberá medir con elevada precisión los efectos de la energía oscura en el Universo.



En este ejemplo extraído del *Your Sky*, el cielo nocturno es observado por encima de la ciudad de Abidjan, en Costa de Marfil, el 5 de diciembre 2008

### Un planetario en casa

Varios sitios de Internet proponen a los internautas un servicio gratuito que les permite observar en su computadora el cielo nocturno de su localidad. He aquí algunos ejemplos.

**Stellarium** es un planetario en programa de libre acceso para su computadora. Muestra en tres dimensiones un cielo muy real, como el que usted ve a simple vista, con anteojos o con un telescopio. Los planetarios los utilizan para sus proyecciones. Basta con inscribir las coordenadas de su localidad y enviarlas: [www.stellarium.org/](http://www.stellarium.org/)

**Your Sky** es un planetario interactivo. Usted puede ver mapas en formato ilustrado (ver arriba), para cualquier hora y fecha, ángulo de vista y lugar de observación. Si usted inscribe los datos orbitales de un asteroide o de un cometa, Your Sky calculará su posición del momento y la proyectará en el mapa: [www.fourmilab.ch/yoursky/](http://www.fourmilab.ch/yoursky/)

**Celestia** le hará explorar el Universo en tres dimensiones. Funciona en Windows, Linux y Mac OS. Cubre un amplio catálogo de estrellas, galaxias, planetas, lunas, asteroides, naves espaciales etc.: [www.shatters.net/celestia/](http://www.shatters.net/celestia/)

### Las fronteras de la observación

Desde la primera utilización por Galileo de un telescopio para observar el cielo, los progresos de las técnicas de observación han permitido aumentar considerablemente el tamaño del Universo accesible a nuestros instrumentos. Cuando miramos a la más lejana galaxia conocida actualmente, observamos aproximadamente, a 12,9 mil millones de años en el pasado, –dado el tiempo que emplea la luz en recorrer tal distancia–, siendo estimada la edad del Universo en 13,7 mil millones de años. Hoy, la nueva generación de grandes telescopios ofrece la excitante esperanza de llegar a observar las galaxias incluso en el momento mismo de su formación.

Los grandes observatorios terrestres como el Very Large Telescope en Chile o el Keck Telescope en Hawai utilizan actualmente espejos de 8 a 10 m de diámetro y técnicas innovadoras,

El Extremely Large Telescope tendrá un espejo de 40 m de diámetro. Deberá estar terminado hacia 2013 en un lugar aún no definido



como la óptica activa (deformación de la superficie del espejo) y la óptica adaptativa (corrección en tiempo real de las deformaciones de la imagen debidas a la atmósfera), permitiendo un ángulo de imagen jamás alcanzado desde la Tierra.

¡Actualmente se estudian una amplia variedad de instrumentos futuros como el Thirty Meter Telescope (TMT) o el European Extremely Large Telescope (E-ELT) con su espejo segmentado; de más de 40 m de diámetro! El espectro de las ondas radio también está cubierta desde la tierra. El radiotelescopio gigante Atacama Large Millimeter Array (ALMA) estará constituido por al menos 54 antenas de 12 m de diámetro, sensibles a la banda de ondas milimétricas. Las señales captadas por estas antenas serán combinadas para poder disponer de una resolución equivalente a una antena única de 14 km de diámetro. La construcción de este instrumento terminará en 2013. En el futuro, el Square Kilometre Array (SKA), que deberá ser construido para 2020, en África del Sur o en Australia, cubrirá un millón de metros cuadrados con varios cientos de antenas.

Los instrumentos espaciales desempeñan un papel cada vez más importante para captar las luces del cosmos que no pueden alcanzar el suelo a causa de la absorción atmosférica. el sucesor del telescopio espacial Hubble, lanzado en 1990, será el James Webb Space Telescope, desarrollado conjuntamente por la NASA, la Agencia Espacial Europea (AEE) y la Agencia Espacial Canadiense. Deberá entrar en servicio en 2013. Este telescopio espacial tendrá un espejo de 6 m de diámetro optimizado para tener una gran sensibilidad a la radiación infrarroja

con el fin de observar los objetos más lejanos cuya luz está fuertemente desplazada hacia el rojo por la expansión del Universo. Este telescopio estará precedido por el satélite Herschel, más modesto con su espejo de 3,5 m de diámetro, pero operando en una gama más amplia del espectro de radiación infrarroja. Herschel será puesto en órbita en 2009 para observar la formación de las estrellas y la evolución de las galaxias. Será lanzado conjuntamente con el satélite Planck que estudiará la radiación cósmica de fondo, la luz emitida cuando la materia se volvió transparente, en los primeros tiempos del Universo.

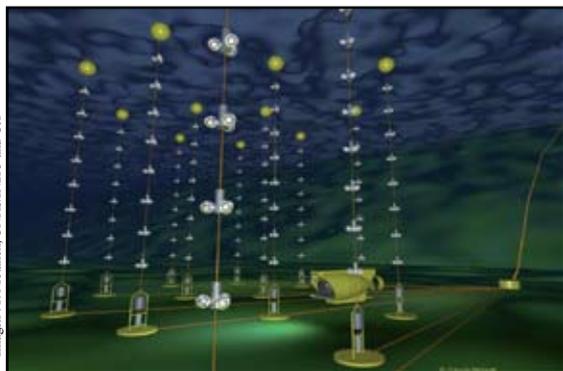


Actualmente una flota de satélites astronómicos gira alrededor de la Tierra para observar las diferentes radiaciones que permitirán comprender mejor el funcionamiento de las estrellas: el telescopio espacial Spitzer para la radiación infrarroja, el satélite Chandra y el observatorio XMM-Newton para los rayos X, los satélites INTEGRAL y Fermi para los rayos gamma.

Los astrónomos ya no se contentan solo con capturar la luz, detectan igualmente las vibraciones del espacio y atrapan las partículas cósmicas. Por primera vez esperan observar las ondas gravitacionales anunciadas en la teoría de la gravitación de Einstein. Se trata de minúsculas deformaciones del espacio-tiempo, creadas durante la explosión de una estrella o la fusión de astros compactos (estrellas de neutrones por ejemplo) y que se propagan en el espacio como ondas en el agua. En la Tierra, los instrumentos norteamericano LIGO y el europeo VIRGO, comenzaron la escucha de esas vibraciones planteándose como objetivo un verdadero reto: ¡medir variaciones del tamaño de una milésima del tamaño de un núcleo atómico en distancias de varios kilómetros! En el espacio, el experimento LISA planeado para el 2020 debe poder realizar mediciones aún más precisas en distancias superiores a 5 millones de kilómetros.

Entre los nuevos objetivos se encuentra también captar las partículas que circulan en el Universo. Las más potentes son analizadas hoy por el Observatorio Pierre Auger, una amplia red de 1600 detectores distribuidos sobre 3000 km<sup>2</sup> en Argentina. La más abundante de las partículas cósmicas, el incapturable neutrino que interactúa muy poco con la materia, también se busca intensamente. Un neutrino puede atravesar sin problemas la Tierra. Producido en abundancia en el Universo altamente denso, en los inicios del tiempo, incluso antes que la luz, es un mensajero único desde los primeros instantes. Para esperar capturarlos, los diferentes «telescopios a neutrinos» han tenido que situarse en lugares insólitos: ICE CUBE está situado en Antártica bajo 2000 m de hielo y ANTARES a una profundidad de 2500 m en las aguas del Mediterráneo.

Jean-Marc Bonnet-Bidaud y Roland Lehoucq<sup>2</sup>



Esquema del observatorio submarino de neutrinos, ANTARES, en funcionamiento a 2500 m de profundidad, alejado de la costa de Tolón (Francia)

1. Ver Un Mundo de Ciencias, enero 2007
2. Ambos pertenecientes a la Comisión de Energía Atómica en Francia: lehoucq@cea.fr y bonnetbidaud@cea.fr

## Nuevo enfoque para la investigación sobre la salud

**Los ministros y los representantes de los ministerios de salud pública, de ciencia y tecnología, de educación, de relaciones exteriores y de la cooperación internacional de 59 países, adoptaron en Bamako (Mali), un Llamamiento a la Acción que establece ambiciosos objetivos para aumentar las inversiones en la investigación en materia de salud.**

Este *Llamamiento a la Acción*, adoptado el 19 de noviembre durante la última jornada del Foro Ministerial Mundial sobre la Investigación para la Salud, exhorta a los gobiernos a asignar al menos 2% del presupuesto de los ministerios de salud pública a la investigación. Paralelamente los proveedores de fondos para la investigación y la innovación, así como las agencias internacionales de desarrollo, fueron invitados a invertir al menos 5% de sus fondos de asistencia en la investigación para la salud, adecuándose a las estrategias nacionales de investigación. La referencia a las «estrategias nacionales de investigación» tiene su importancia, ya que hasta ahora los donantes tenían tendencia a imponer a los países beneficiarios sus propios programas de investigación.

El *Llamamiento a la Acción* insiste en el hecho de que «la investigación mundial para la salud debe de estar determinada por los programas y las prioridades nacionales y regionales». El presidente Amadou Toumani Touré recordó al inaugurar el foro, el 17 de noviembre, que Mali debe enfrentar no solo el paludismo, el VIH, la tuberculosis y las enfermedades emergentes tales como las fiebres hemorrágicas y la gripe aviar, sino también y cada vez más, a enfermedades crónicas como la diabetes y los problemas cardiovasculares. Aunque esta tendencia se manifiesta en toda África, los países tienen dificultad en interesar a los donantes a sus nuevas prioridades en materia de investigación sobre la salud.

Los signatarios hacen un llamamiento a todos los socios para que pongan en práctica las recomendaciones de la Comisión de la OMS sobre los Determinantes Sociales de la Salud. Presentado en agosto pasado, el informe de la Comisión, titulado *Salvar el Abismo en una Generación*, afirma que las desigualdades sanitarias son evitables y que los responsables políticos disponen hoy de suficientes conocimientos científicos para poder reducir estas desigualdades, aunque sea indispensable llevar las investigaciones más adelante.

Los determinantes sociales de la salud incluyen el nivel educacional, la nutrición, el acceso a un agua potable sana y al servicio de alcantarillado. El *Llamamiento a la Acción* da pruebas de un giro a favor de un mayor acercamiento intersectorial de la investigación para la salud, en estrecha relación con las investigaciones sobre la educación, la alimentación, el agua y la agricultura.

Los firmantes solicitan a los gobiernos insistir en los niveles de enseñanza secundaria y superior, sobre la importancia de la investigación científica. Piden también «fortalecer las capacidades de la investigación y constituir una masa crítica de jóvenes investigadores que pongan en marcha programas sobre los métodos y la ética de la investigación, fundamentalmente pero no exclusivamente, para estudiantes en el campo de la salud». Se invita a los organismos regionales a una mejor armonización al plano ético de las leyes y a los procedimientos. En virtud de su amplio mandato, la UNESCO es invitada a promover la investigación para la salud en la categoría

de los grandes asuntos intersectoriales, dentro de sus proyectos de fortalecimiento de las capacidades y hacer de ello una parte integrante de los consejos de políticas que brinda a los gobiernos.

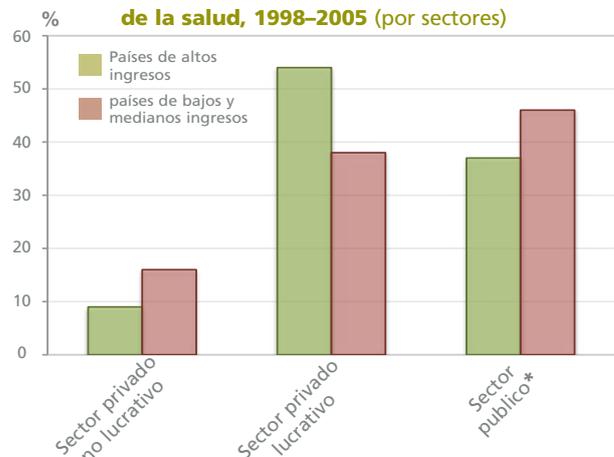
Al constatar que «actualmente se dedica solo una pequeña proporción de los gastos de investigación a los problemas que afectan de forma desproporcionada a las poblaciones pobres», los signatarios invitan a los países, a los ministerios, a las agencias internacionales y al sector privado, a trabajar de conjunto más eficazmente, organizando varias «asociaciones equitativas» con el fin de orientar la investigación hacia un mejoramiento de la salud de los pobres en todo el mundo.

El gasto mundial de I&D para la salud se ha duplicado entre 1998 y 2005 alcanzando los 160,3 mil millones de dólares. Los países de G7 representan, ellos solos, 88% del total, proporción que es netamente superior a la de su peso en la economía mundial (61%). «Los países de bajos y medios ingresos (PBMI) alcanzan quizás solo un 3% de estos gastos», señala Charles Gardner, del Foro Mundial sobre la Investigación para la Salud, «pero estos países invierten en la investigación para la salud al menos 2,3 mil millones de dólares por año de sus propios fondos públicos nacionales». Recuerda que «en muchos de estos países, el reducido costo de la mano de obra y de las infraestructuras proporciona a estas inversiones una fuerte plusvalía. En el 2005, la sociedad Goldman-Sachs estimaba que la I&D en biofarmacéutica en la India representaba solo el 12,5% del costo de investigaciones equivalentes en “los países ricos”».

Charles Gardner está convencido de que los socios del desarrollo «deben preocuparse más por reforzar las capacidades de las instituciones públicas de investigación de los PBMI para negociar asociaciones locales equitativas de I&D pública-privada, que cubran también las prácticas de gestión de la propiedad intelectual de interés público, capaces de facilitar este tipo de asociación».

Mientras que más de la mitad de las investigaciones mundiales para la salud son financiadas por el sector privado, la colaboración de la industria farmacéutica y de otros socios privados se ha convertido en algo esencial. En los países de altos ingresos, el gasto del sector privado en este campo aumenta más rápidamente que el del sector público (*ver gráfico*). Durante una sesión en Bamako dedicada a los líderes de la investigación, el Wellcome Trust británico expuso la forma en que su Red Epidemiológica Genética del Paludismo, estudiaba la resistencia

**Crecimiento relativo del financiamiento de la salud, 1998-2005 (por sectores)**



\* En los países de bajos y medianos ingresos, cerca de un cuarto del aumento concierne a la ayuda al desarrollo

Fuente : Foro mundial para la investigación sobre la salud (2008) : Monitoring Financial Flows for Health Research. Noviembre

a esta enfermedad en la población de 11 países africanos y tres países asiáticos. El representante de la multinacional Merk&Co evocó luego su donación de medicamentos al programa de oncocercosis que combate en África occidental la ceguera de los ríos.

El tema de los derechos sobre la investigación estuvo en el centro de los debates de Bamako. Se exhorta a los gobiernos nacionales a «conceder prioridad a la elaboración de políticas a favor de la investigación y de la innovación en materia de salud, específicamente los servicios de atención primaria para que puedan controlar y administrar por ellos mismos los programas de investigación para la salud».

En cuanto a los socios y las partes involucradas se exhorta a todos a «promover y compartir los descubrimientos, el desarrollo y acceso a productos y tecnologías dedicadas a las enfermedades desatendidas y emergentes que afectan de forma desproporcionada a los PBM».

La OMS deberá dar el ejemplo velando por que su estrategia de investigación para la salud sea puesta en marcha de conformidad con la estrategia global y el plan de acción sobre la salud pública, la innovación y la propiedad intelectual.

Se exhorta al grupo del Banco Mundial y a los bancos regionales de desarrollo a «profundizar y ampliar sus investigaciones para la salud, prestando una particular atención a la investigación y la innovación en materia de sistemas sanitarios y al fortalecimiento de las capacidades nacionales en ciencia y tecnología».

El *Llamamiento a la Acción* invita también a las agencias multilaterales a estudiar junto a los Estados miembros y los otros socios, la posibilidad de proclamar el 18 de noviembre Jornada Mundial de la Investigación sobre la Salud.

El Foro fue organizado por el gobierno de Mali, la OMS, el Banco Mundial, la UNESCO y dos ONG que tienen su sede en Ginebra: el Consejo de la Investigación en materia de Salud para el Desarrollo y el Foro Mundial para la investigación sobre la Salud.

Para más detalles: [www.bamako2008.org](http://www.bamako2008.org);  
(en inglés): [www.tropika.net/svc/home/bamako2008](http://www.tropika.net/svc/home/bamako2008)

## La reforma del sistema científico de Tanzania está en marcha

**La reforma del sistema de ciencia, tecnología e innovación (CTI) de Tanzania comenzó con la primera consulta de las partes interesadas, durante un taller en Bagamoyo (Tanzania) el 15 y 16 de diciembre. La UNESCO liderea un equipo de representantes de agencias y de socios del desarrollo, que acompaña a Tanzania en esta operación, en el marco de la iniciativa Una Sola ONU. Es bajo estos auspicios que la UNESCO, los servicios y agencias del gobierno, formularon un conjunto de proposiciones cuyo costo total se elevará a 10 millones de dólares, financiado por el fondo Una Sola ONU así como otras fuentes.**

Tanzania es uno de los ocho países pilotos<sup>3</sup> escogidos para la iniciativa Una Sola ONU lanzada en el 2007, elemento de una mayor reforma destinado a mejorar la coordinación entre las agencias de las Naciones Unidas. Este programa se inspira del informe *Unidos en la Acción*, presentado a las Naciones Unidas por un equipo especial de alto nivel.

En el centro de la iniciativa Una Sola ONU, varias agencias de las Naciones Unidas colaboran para elaborar programas concertados para cada uno de estos países pilotos y financiados en su mayoría por el fondo Una Sola ONU. La participación de la UNESCO en el programa de Tanzania respondía a la solicitud realizada en junio 2007 por Jakaya Mrisho Kikwete, Presidente de Tanzania, al Director General de la UNESCO, para que esta ayudase a su país a efectuar un análisis de conjunto y una reorientación del sistema de CTI en Tanzania.



Foto UNESCO/Jasmina Sopova

*La antigua ciudad de piedra, en la isla de Zanzibar, muy conocida por los turistas. La UNESCO proyecta ayudar a Tanzania a poner la innovación al servicio del desarrollo de la industria turística, respetando siempre al medio ambiente*

En agosto 2007, los directores de las Agencias de la ONU se pusieron de acuerdo sobre la proposición de la UNESCO de incluir las cuestiones científicas en el programa Una Sola ONU para Tanzania, en apoyo de la estrategia *Visión 2025* desarrollada por el gobierno, la cual busca «transformar la economía en un sector potente, resistente y competitivo, que saque provecho de los aportes de la ciencia y de la tecnología». Citando a Peter Msolla, ministro tanzano de las comunicaciones, la ciencia y la tecnología: «sin una dosis segura de innovación [en Tanzania], se aniquilarían los progresos realizados en el transcurso de los años en el plano macro-económico gracias a la puesta en marcha de políticas económicas apropiadas se perderían».

En el programa Una Sola ONU para Tanzania, la UNESCO es líder en el campo temático de la innovación y la tecnología, al que están también asociados el Banco Mundial y Finlandia, que cubren de conjunto las actividades de tres programas comunes. A título del programa común: Creación de riquezas, empleo y emancipación económica, la UNESCO coordina la sección de las políticas y los planes de acción encaminados a integrar las CTI en la economía de forma explícita. A título del programa común: Fortalecimiento de las capacidades en materia de gestión del desarrollo, la UNESCO coordina la sección de revalorización del sistema CTI en materia de gestión y de gobierno. Finalmente a título del programa común sobre la educación, la UNESCO coordina la sección de reforzamiento de las capacidades de CTI en la enseñanza superior de aquí al 2010.

Durante la fase preparatoria, la UNESCO colaboró con la Agencia Sueca de Ayuda al Desarrollo Internacional y su Departamento de Cooperación Científica con los países en desarrollo (SAREC), así como con el Departamento de Ciencia

3. Los otros son Albania, Cabo Verde, Mozambique, Paquistán, Ruanda, Uruguay y Vietnam

y Tecnología de África del Sur. Responsables tanzanos de alto nivel realizaron misiones de estudio en Suecia y África del Sur.

En calidad de guía en el campo temático Innovación y Tecnología, la UNESCO esta encargada de coordinar la formulación de proposiciones de financiamiento inicial. Ella supervisará a partir de ahora su puesta en marcha y organizará la distribución del trabajo entre las agencias de la ONU, en función de sus capacidades para realizar lo mejor posible las diferentes tareas del programa elaborado por la UNESCO. La realización del programa se le confiará al Comité Conjunto de Dirección de Una Sola ONU, copresidido por el Secretario Permanente de Asuntos Financieros y Económicos y por el Coordinador Residente de la ONU en Tanzania.

En cuanto a la UNESCO, ésta aportará regularmente su contribución financiera a la reforma de la ciencia, específicamente a través de su plataforma interna de apoyo a los sistemas nacionales de investigación. La Organización movilizará donantes suplementarios en otros países como Suecia y Japón.

Uno de los primeros proyectos a los que se dedicará la UNESCO consiste en poner la innovación al servicio del desarrollo de la industria turística en Tanzania. Otro proyecto será la creación de una cátedra UNESCO en una gran universidad del país, que será escogida posteriormente y que formará expertos en política científica.

A juzgar por las reformas de la ciencia del mismo tipo que se han llevado a cabo en otros países en desarrollo, se estima que la de Tanzania necesitará en total 500 millones de dólares de inversión en los próximos diez años.

Para más detalles: [f.osotimehin@unesco.org](mailto:f.osotimehin@unesco.org); [a.maduekwe@unesco.org](mailto:a.maduekwe@unesco.org); [www.unesco.org/science/psd](http://www.unesco.org/science/psd)

## La corrosión de los mares podría costar caro a la pesca

**La acidificación de los océanos mundiales, que se acelera a un ritmo sin precedente, amenaza a los ecosistemas marinos y a los medios de subsistencia de decenas de millones de personas. Tal es la conclusión a la que llegaron 250 científicos de 32 países que participaban en Múnich, del 6 al 9 de octubre en el 2do Simposio Internacional<sup>4</sup> sobre el océano en un mundo alto en CO<sub>2</sub>.**

Esta reunión fue organizada por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO, el Comité Científico de la Investigación Oceánica (SCOR), la Agencia Internacional de la Energía Atómica (AIEA) y el Programa Internacional Geosfera-Biosfera, bajo el alto patrocinio del Príncipe Alberto II.

Actualmente el océano absorbe aproximadamente ocho mil millones de toneladas de CO<sub>2</sub> por año, que de no ser así quedarían en la atmósfera. Desempeña por lo tanto un importante papel en la atenuación del calentamiento global, pero ¿a qué precio?

«Nuestros océanos están enfermos. No sabemos exactamente hasta que punto, pero tenemos suficientes pruebas para asegurar que la química de los océanos se está modificando, lo que

afectará a ciertos organismos marinos y que los decisores deben reaccionar y tomar nota de este fenómeno», declaró James Orr, del Laboratorio de Medio Ambiente Marino de la AIEA, quien presidía el simposio. «Desde la revolución industrial, la acidez de las aguas de superficie del océano ha aumentado un 30%. Este cambio es mayor y 100 veces más rápido que los episodios precedentes de acidificación sufridos por los océanos desde hace varios millones de años», agregó James Orr.

«Los trabajos de investigación publicados indican que de aquí al 2030, el océano Austral empezará a ser corrosivo para las conchas de algunos caracoles de mar que viven en la superficie de las aguas», explicó éste. «Estos moluscos representan una fuente de alimentos importante para los salmones del Pacífico. Si su número disminuye o si desaparecen en algunas regiones como en el Pacífico Norte, ¿qué será del salmón? – ¿y de la industria pesquera del salmón? ¿Y que pasará si la acidificación afecta cada vez más a los arrecifes coralinos que cobijan una cuarta parte de los peces del mundo, al menos en un período de sus vidas y que generan una industria turística de varios miles de millones de dólares?».

«Los fenómenos precedentes de acidificación pueden informarnos» indicó Carole Turley, del Laboratorio Marino de Plymouth (Reino Unido). «Se tradujeron, por ejemplo, en una exterminación masiva de los organismos con conchas, hace unos 55 millones de años. Esto confirma los estudios del fondo del océano que indican la existencia de chimeneas naturales que emiten CO<sub>2</sub> y acidifican de forma elevada su entorno. Estas muestran una importante baja de la biodiversidad y la aparición de especies invasoras».

El nivel de saturación del aragonito, una forma de carbonato de calcio utilizado por numerosos organismos marinos para construir sus esqueletos o sus conchas, permite prever que en las latitudes tropicales la velocidad de calcificación podría disminuir de 30% durante el próximo siglo.

Algunas regiones, como la costa oeste de los Estados Unidos, experimentan ya una sub-saturación de temporada, fenómeno que hace subir mediante corrientes ascendentes aguas corrosivas a la plataforma continental. Aproximadamente 70% de los corales del mundo que viven en aguas frías profundas y que sirven de refugio a numerosas especies de peces comerciales, estarán bañados, de aquí al 2100, en aguas corrosivas.

*Un pterópodo. Estos pequeños «caracoles alados» constituyen para muchas especies comerciales de peces, el primer eslabón de la cadena alimenticia. Un estudio reciente observó la disolución de la concha de pterópodos vivos, cuando están expuestos a un nivel de carbonato equivalente al que el océano debería alcanzar en las latitudes elevadas dentro de 50 años. Corales, fitoplanctones calcáreos, mejillones, caracoles, erizos de mar y otros organismos marinos, toman todos del agua de mar su calcio (Ca) y su carbonato (CO<sub>3</sub>) para construir sus conchas o sus esqueletos. En la medida en que el pH disminuye y que los océanos se acidifican, el carbonato se hará más escaso y los organismos tendrán mayor dificultad para segregar CaCO<sub>3</sub> para elaborar el material de sus esqueletos. Esto tendrá consecuencias desastrosas para la industria: la acuicultura de moluscos produce 12 millones de toneladas por año, para un valor mercantil de 10,5 mil millones de dólares.*

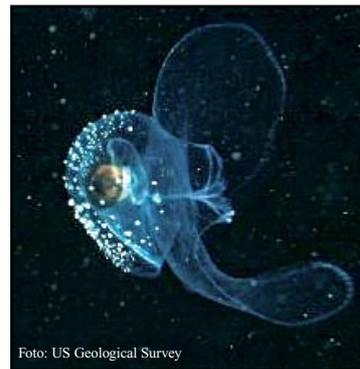


Foto: US Geological Survey

4. Sobre el 1<sup>ro</sup>, ver Planète science/A World of Science de octubre 2004

¿Qué podemos hacer? Los participantes estuvieron de acuerdo sobre la necesidad de comprender las implicaciones del actual fenómeno de acidificación. Hermann Held, del Instituto de Investigación de Potsdam Sobre los Efectos del Cambio Climático (Alemania), insistió sobre el hecho de que la reducción de las emisiones de carbono es la única vía eficaz para estabilizar o invertir el proceso de acidificación. Este estima que a pesar de las reticencias de numerosos gobiernos, esto es posible, además abordable: la eliminación de las emisiones de carbono de aquí a un siglo costaría menos del 1,5% del PIB mundial.

«En cuatro años, hemos pasado de un problema mal comprendido y poco conocido a uno manifiesto, demostrado y cada vez más presente en la conciencia del público» señaló luego de la reunión Maria Hood, coordinadora de la Red Internacional de Coordinación del Carbono Oceánico en la COI de la UNESCO. «Pensamos que en ocasión de este segundo simposio, debemos por fin reflexionar sobre los vínculos de la ciencia con la economía y la política. Los científicos formulan preguntas científicas que en muchas ocasiones no están bien relacionadas con las necesidades políticas».

«Nos esforzamos de manera que en un futuro los grupos de utilizadores de referencia sean por fin asociados a la elaboración de los programas de investigación. Son expertos que provienen de las industrias, de los gobiernos y de la protección de la naturaleza. Aconsejan a los administradores y a los decisores sobre los tipos de productos más útiles. Facilitan además la difusión de los resultados más allá de la comunidad de investigadores». Es una situación donde todo el mundo gana y una relación esencial para dar a la ciencia toda su eficacia con vista a tomar las mejores decisiones».

Para más detalles: [m.hood@unesco.org](mailto:m.hood@unesco.org); [www.ocean-acidification.net/](http://www.ocean-acidification.net/)

## El equipo de SESAME toma posesión de su sede

Más conocido por sus siglas en inglés SESAME, el Centro Internacional de Irradiación Sincrotrón para las Ciencias Experimentales y Aplicadas en el Medio Oriente fue entregado oficialmente a su personal el 3 de noviembre, cinco años después de haberse puesto la primera piedra.

La ceremonia tuvo lugar en Amman (Jordania) en presencia de Koïchiro Matsuura, Director General de la UNESCO, bajo los auspicios del Rey Abdullah II Ben Al-Jussein del Reino Hachemite de Jordania.

La edificación sede de SESAME se terminó a principios del año 2008. Durante los últimos meses el Secretariado tomó progresivamente posesión de sus locales, luego de haber funcionado en las oficinas de la sede de la UNESCO en Aman desde 2004. Durante este tiempo, el equipo técnico de SESAME, dirigido por un miembro de aquel que había construido el Sincrotrón SOLEIL en Francia, perfeccionó el Microtrón y el Acelerador<sup>5</sup> donados al proyecto por Alemania. Paralelamente el equipo científico realizó pasantías para la formación de potenciales usuarios. La ceremonia de noviembre también marcó la instalación del microtrón y del principal elemento del acelerador (booster) de SESAME, el inyector.

Cuando el Centro esté totalmente operacional, a finales de 2011, el mismo ofrecerá al Medio Oriente un laboratorio de primer orden



Photos: UNESCO/Maciej Nalecz

Los invitados llegan para la mini inauguración pues (a la derecha) uno de ellos admira el microtrón nuevamente instalado en el recinto experimental



para la investigación fundamental y para numerosas aplicaciones en la arqueología, la biología, las ciencias médicas, la física, la alta tecnología y la industria.

Una fuente de sincrotrón representa una herramienta indispensable para la investigación y la creación de nuevos materiales. Centenares de científicos de la región y de otras áreas geográficas podrán trabajar en un moderno centro de excelencia «de tercera generación» equipado de un sincrotrón que no tiene nada que envidiar a los mejores del mundo.

Esta mini-inauguración fue inmediatamente seguida de la 13<sup>era</sup> Reunión del Consejo de SESAME, los días 3 y 4 de noviembre. Después de haber dirigido durante casi diez años este querido proyecto, el Prof. Herving Schopper, antiguo Director General de la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN), entregó la presidencia del Consejo al Prof. Sir Chris Llewellyn-Smith, quien preside actualmente el Consejo del ITER<sup>6</sup> y el Comité Consultivo para el EURATOM para la Fusión Nuclear.

Los miembros de SESAME son: Bahrein, Chipre, Egipto, Irán, Israel, Jordania, Pakistán, Autoridad Palestina y Turquía.

Para más detalles: [c.formosa-gauci@unesco.org](mailto:c.formosa-gauci@unesco.org)  
[www.unesco.org/science/bes](http://www.unesco.org/science/bes)

5. Los electrones son inyectados a partir de un microtrón de 22 MeV en el booster (pre-acelerador circular) del sincrotrón de 800 MeV, a una frecuencia de repetición de 1Hz. El rayo de 800MeV es transportado hasta el anillo principal de almacenamiento para ser acumulado, luego acelerado a 2.5 GeV. Como los imanes obligan a los electrones a deflectar su trayectoria, estos emiten una radiación sincrotrónica cuya longitud de onda varía desde el infrarrojo hasta la de los rayos X duros
6. El proyecto de Reactor Internacional Experimental de Fusión Termonuclear (ITER siglas en inglés) prepara en Kadarache (Francia) la construcción de un reactor experimental que funcione con fusión nuclear, que debe llegar a ser operacional en el 2038. A diferencia de la fisión nuclear, utilizada por las centrales nucleares actuales, y que produce desechos radiactivos, la fusión nuclear no los produce siendo ambientalmente amistosa. Sin embargo su tecnología aún no está totalmente desarrollada. Los núcleos atómicos debido a las cargas positivas de su protones repelen energicamente cualquier partícula de igual carga que se le aproxima. Sólo acelerándolos a muy altas velocidades se pueden vencer estas fuerzas de repulsión electromagnéticas logrando que los núcleos se aproximen tanto que se obtenga la fusión. El proyecto ITER es financiado por la Unión Europea, la India, Japón, China, República de Corea, Federación Rusa y los Estados Unidos

## Hacia una ley sobre los acuíferos transfronterizos

**La Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó en Nueva York, el 11 de diciembre mediante una decisión histórica, una resolución sobre la Ley para los Acuíferos Transfronterizos que retoma los 19 artículos redactados conjuntamente por la Comisión de Derecho Internacional de las Naciones Unidas y el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO.**

La resolución alienta a los Estados implicados a “concluir acuerdos bilaterales o regionales apropiados, para administrar convenientemente sus acuíferos transfronterizos, teniendo en cuenta las disposiciones contenidas en los proyectos de artículos” anexados a la resolución. Estas disposiciones incluyen las relativas a la cooperación entre Estados con el objetivo de prevenir, reducir y combatir la contaminación de los acuíferos compartidos. En atención a la importancia de estos “recursos invisibles”, los Estados son invitados a considerar estos proyectos de artículos como base para la elaboración de una convención.

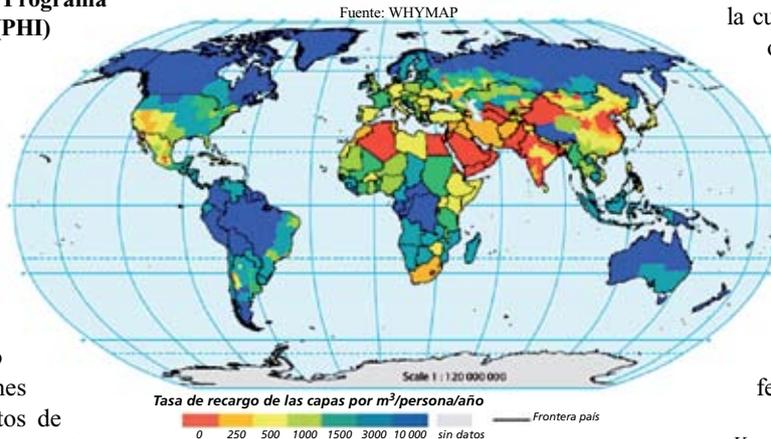
Los acuíferos contienen cerca del 96% del agua dulce del planeta. A escala mundial este recurso es utilizado en un 65% para irrigación, 25% para el suministro de agua potable y 10% para la industria. Los acuíferos constituye más del 70% del agua utilizada en la Unión Europea y frecuentemente son una de las únicas e incluso hasta la única fuente de aprovisionamiento en las regiones áridas o semiáridas: 100% en Arabia Saudita o en Malta, 95% en Túnez, 75% en Marruecos. En numerosos países, los sistemas de irrigación descansan muy ampliamente en las capas subterráneas: 90% en la Jamahiriya Árabe Libia, 89% en India, 84% en África del Sur, 80% en España.

Desde 2002, el proyecto del PHI Gestión Internacional de los Recursos Acuíferos Transfronterizos (ISARM- siglas en inglés) se dedica a inventariar y evaluar los sistemas acuíferos transfronterizos en el mundo. Una evaluación país por país de los sistemas jurídicos aludidos también fue iniciada. En la actualidad ISARM ha censado 273 acuíferos transfronterizos: 68 en el continente Americano, 38 en África, 65 en Europa del este, 90 en Europa occidental y 12 en Asia, donde se continúa el censo.

Algunos de los más grandes acuíferos del mundo se localizan en América Latina y en África del norte, como el Guaraní y el de las Arenas Nubias. En África, estos continúan en gran medida inexplorados. Ahora bien como estos se extienden generalmente a través de varios Estados, su explotación presupone la existencia de mecanismos para su gestión

concertada para evitar que las capas sean contaminadas u objeto de una explotación demasiado intensiva por uno de los países ribereños. Desde hace algunos años, tales mecanismos comienzan a ver la luz. Así Chad, Egipto, Jamahiriya Árabe Libia y Sudán crearon en los años 1990 una autoridad conjunta para administrar de forma concertada el sistema acuífero de las Arenas Nubias.

El Mapa Mundial de Acuíferos Transfronterizos del PHI de la UNESCO (World Map of Transboundary Aquifers) suministró los datos necesarios para la redacción del primer conjunto de artículos de derecho internacional sobre la cuestión. Este fue publicado en octubre por el Programa de la UNESCO de Cartografía y Evaluación Mundial de la Hidrología (WHYMAP siglas en inglés), quien trabaja desde el 2000 para constituir una base de datos de las aguas subterráneas. El mapa evalúa igualmente la calidad de los principales sistemas acuíferos y su tasa de recarga.



**Tasa de recarga de las capas, de 1961 a 1990**  
Por habitante (2000)

Ver [www.isarm.net/](http://www.isarm.net/)  
y [www.un.org/ga/sixth/63/index.shtml](http://www.un.org/ga/sixth/63/index.shtml);  
Para descargar el mapa mundial:  
<http://typo38.unesco.org/en/about-ihp/associated-programmes/whymap.html>

## Las desigualdades afectan el trabajo escolar en América Latina

**La Oficina Regional de la UNESCO para la Educación en América Latina y el Caribe publicó las conclusiones de la evaluación más ambiciosa nunca antes realizada en la región sobre los resultados de los escolares. El Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo: los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe revela que el sistema de enseñanza primaria de Cuba aventaja al de sus vecinos; el mismo evidencia las grandes desigualdades de las condiciones de aprendizaje en el seno de la región y de los países.**

La encuesta fue hecha durante cuatro años en 3065 escuelas de 16 países por el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación. Esta evaluó el nivel de 196,000 alumnos de los terceros y sextos años de escolaridad, en las disciplinas de las matemáticas, ciencias naturales, lectura y escritura. Cada alumno pasó una serie de test basados en los elementos de programas comunes a la región, concebidos conforme al principio de las competencias de la vida corriente, que preconiza la UNESCO.

El estudio clasifica los resultados obtenidos por los alumnos en cuatro niveles de desempeño. Cuba se distingue en ciencia, donde 35% de las clases de sexto años alcanza el más alto nivel (4),

y 31% el nivel 3, mientras que la media regional se sitúa respectivamente en 2 y 11%. En Colombia, Uruguay y en el Estado mexicano de Nuevo León, prácticamente la mitad de los alumnos se clasifican en el nivel 2. En Argentina, República Dominicana, El Salvador, Panamá, Paraguay y Perú más del 40% de los alumnos de sexto año se ubican en el nivel 1 o por debajo

Cuba se distingue también en matemáticas, donde 51% de los escolares de sexto año alcanzan el nivel cuatro y 26% el tres, pero ahí, las diferencias son menos visibles que en ciencia. A nivel regional, 11% de los alumnos alcanzan el nivel cuatro y 32% el nivel tres. Uruguay sigue de cerca a Cuba, con 32% de los alumnos alcanzando el nivel cuatro y 40% el nivel tres. El tercio o más de los alumnos alcanzan el nivel tres en Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica y México. Sin embargo, en Ecuador, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Panamá, Paraguay y Perú, más del 20% de los alumnos se sitúan en el nivel uno o por debajo –estos son incluso hasta el 47% en República Dominicana.

La comparación sobre una base de género indica que los niños tienen una neta ventaja en ciencia en algunos países. La diferencia se observa más en Colombia, El Salvador, Perú y el Estado mexicano de Nuevo León. Sin embargo no se reveló ninguna separación significativa en las estadísticas de 6<sup>o</sup> año entre niñas y niños en Argentina, Cuba, República Dominicana, Panamá, Paraguay ni en Uruguay.

El estudio muestra que los alumnos que frecuentan las escuelas urbanas tienen tendencia a mejores logros en ciencia que los rurales, con la notable excepción de Cuba, y con una separación mínima en República Dominicana. Perú presenta los resultados de mayor contraste al respecto, seguido por El Salvador y Panamá.

En conclusión, el estudio confirma que el ingreso nacional por habitante se corresponde en gran medida con el logro de los escolares en matemática, lectura y ciencia. Cuanto más marcadas son las desigualdades en cada país, más bajo es el resultado promedio<sup>7</sup>.

Lea el Resumen Ejecutivo del Estudio:

<http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001606/160659s.pdf>

Para la versión impresa del reporte completo: [c.jerez@unesco.org](mailto:c.jerez@unesco.org)

7. Cuba y el Estado mexicano de Nuevo León no fueron incluidos en esta parte de la encuesta por falta de datos

## Los 40 laureados del concurso de fotos

**El concurso de fotos organizado por la UNESCO sobre la Faz Cambiante de la Tierra fue ganado por el joven Muataz-Nasser Al-Adwan, de 15 años, de Jordania y en la categoría de adultos por Anil Risal Singh, de la India. El concurso entra en el marco del Año Internacional del Planeta Tierra, destinado a evidenciar la utilidad de las geociencias para la sociedad.**

Los dos primeros premios reciben cada uno una cámara fotográfica digital y los 40 laureados recibirán dos obras de la UNESCO: *La Faz Cambiante de la Tierra*, que describe la deriva de los continentes desde hace 250 millones de años, y *Explicame la Tierra*.

En la categoría de los 15–20 años, la mención honorífica se atribuyó a: Min Htike Aung (Myanmar), Marta Castro (Portugal),



Foto de Muatez Nasser que muestra el espectáculo sorprendente de los montones de sal que se forman al borde del mar Muerto, en el Medio Oriente a medida que la misma se evapora

Magda Kotas (Polonia), Desislava Kusheva (Bulgaria), Marcos Lajciak (Eslovaquia), Justyna Malgorzata (Polonia), Pedro Matos (Puerto Rico), Kosar Miri (Irán), Ugne Palcukaite (Lituania), Klara Simic (Croacia), Marieta Stefanova (Bulgaria), Reuben Todd (Nueva Zelanda), Silvia Toledo (Argentina) y Milan Vujisic (Serbia).

En la categoría 21 años y más, la mención honorífica es atribuida a: T. R. Bandre (India), Plinio Barraza (Colombia), George Cabig (Filipinas), Ivaldo Cavalcante (Brasil), Abhijit Dey (India), Ali Zourkaleini Djibrilla (Niger), Gilbert Gamolo (Filipinas), Reza Golchin (Irán), Khaled Hasan (Bangladesh), Juana María López Rojo (España), Edilberto Magpayo (Filipinas) Mihail Mancas (Moldavia), Samarendranath Mandal (India), Joydeep Mukherjee (India), Emma Marks (Nueva Zelanda), Somenath Mukhopadhyay (India), Mohammed Rakibul Hasan (Bangladesh), Pinaki Ranjan Majumdar (India), Milagros Vico Ríos (España), Reza Salarian (Irán), Luciano Sarote (Brasil), Ankit S. Sharma (India), Fernando Zapata (Filipinas) y Zulkarnain (Indonesia).

Los candidatos debían ilustrar uno de los diez temas del Año Internacional del Planeta Tierra, es decir: el suelo, las aguas subterráneas, los riesgos naturales, la Tierra y la salud, el cambio

climático, la cuestión de los recursos, las megalópolis, las entrañas de la Tierra, el Océano, la Tierra y la vida. *Un Mundo de Ciencia* presentará otras fotos de laureados en sus próximos números.

Para consultar en línea las fotos premiadas: [www.unesco.org/science](http://www.unesco.org/science)



En esta imagen fotográfica de Anil Risal Singh, en Lucknow un botero retira del río Gomthi botellas plásticas y otros desechos

# Giovanni Valsecchi

## Prepararse contra una catástrofe cósmica



Los asteroides son los escombros del espacio, vestigios de la formación del Sistema Solar hace unos 4,6 mil millones de años. La mayoría de estos fragmentos de rocas orbitan alrededor del Sol, entre Marte y Júpiter. En este Cinturón de asteroides podría haber millones, con un tamaño aproximado que va desde un cuarto de nuestra Luna hasta menos de 100 m de ancho. Hasta hoy, los astrónomos del mundo entero han contado oficialmente más de 200 000. Uno de estos asteroides, Apophis, pasará en el 2029 a menos de 40 000 km de la Tierra donde la fuerza de gravedad podría inducirle una trayectoria que le haría chocar contra la Tierra siete años más tarde. Las consecuencias serían desastrosas.

*El asteroide 951 Gaspra, tal y como fue observado por la sonda Galileo en 1991 en el Cinturón de asteroides. Gaspra mide alrededor de 20 km de diámetro, o sea, dos veces el tamaño del asteroide que exterminó a los dinosaurios*



En 1908, un asteroide que se piensa no medía más de 45 m de diámetro destruyó 2 000 km<sup>2</sup> de bosque en Siberia. Ahora bien, Apophis tiene 300 m de ancho. Quizás la más famosa catástrofe provocada por la colisión de un asteroide en la Tierra fue la que abrió un inmenso cráter cerca de la península de Yucatán, en México, hace 65 millones de años. Se estima que extinguió hasta un 70% de la biodiversidad, incluyendo a los dinosaurios.

Hoy en día los asteroides y los cometas están siendo vigilados por los astrónomos, pero no existe ninguna institución oficial para alertar a los gobiernos sobre un impacto previsto.

Esta situación motivó que un grupo de astronautas y cosmonautas redactara un Protocolo de Decisión de Desviación de Objetos Cercanos a la Tierra (Near-Earth Objects, NEO), que espera presentar este año al Comité de la ONU sobre el Uso Pacífico del Espacio ultraterrestre.

Giovanni Valsecchi, astrónomo que trabaja en el monitoreo de impactos en el Instituto de Astrofísica Espacial y de Física Cósmica de Roma (Italia), explica aquí que poseemos realmente la tecnología que nos permite evitar impactos de asteroides. No obstante, la prevención es costosa y es poco probable que un asteroide nos impacte durante este siglo. Invertir o no invertir en esta tecnología dependerá de los gobiernos, según consideren o no la preparación como una prioridad.

### ¿Cuales son los riesgos de que Apophis choque contra la Tierra en el 2036?

La posibilidad de un impacto en el 2036 es de aproximadamente 1 de 45 000. Sería por lo tanto prematuro, por ahora, preocuparse por el lugar preciso de la Tierra donde este ocurriría. Suponiendo que Apophis choque contra un continente, podría provocar una explosión de 500 megatonnes, o en el mar un enorme tsunami.

Apophis se acercará relativamente a la Tierra en el 2013 y el 2021 y podrá ser observado mediante el telescopio. Esto debería permitirnos eliminar la ínfima posibilidad de que choque contra la Tierra.

### ¿Cómo funciona el sistema de vigilancia contra impactos?

He aquí como se encadenan las reacciones. Cuando los astrónomos detectan con sus telescopios un cometa o un asteroide, incluidos los NEO, transmiten sus observaciones al Centro de Planetas Menores (MPC) de la Unión Astronómica Internacional, quien centraliza este tipo de datos. El MPC determina entonces si las observaciones corresponden a objetos conocidos o a nuevos descubrimientos. Todos los días, publica las órbitas provisionales de los NEO recientemente descubiertos, así como todas las nuevas observaciones relacionadas con los NEO ya conocidos.

Dos centros de cálculo, el NEODYS de la Universidad de Pisa (Italia), reproducido en la Universidad de Valladolid (España), y el Jet Propulsion Laboratory de Pasadena (Estados Unidos), aprovechan las nuevas observaciones para precisar los cálculos de

la órbita de cada NEO. Los objetos cuyo paso cercano a la Tierra podría ser preocupante son atendidos por programas robotizados especializados que dan un estimado sobre la probabilidad de un choque con nuestro planeta en el transcurso del siglo. Se publican entonces los resultados en la red en las páginas especializadas para riesgos de estos centros. Los astrónomos de todas partes concentran sus esfuerzos en la observación de los objetos citados en las páginas de riesgos. En cuanto conocemos bien la órbita de un objeto como para poder excluir la posibilidad de una trayectoria de colisión con la Tierra, es eliminado de las páginas de riesgos.

Este procedimiento de vigilancia existe desde hace unos diez años. A cada momento podemos excluir con certeza una colisión con la Tierra durante el transcurso del próximo siglo para casi todos los NEO que podrían ser devastadores. En el caso de los otros, sabemos los objetos que debemos continuar vigilando antes de declararlos inofensivos. Evidentemente existe aún otra posibilidad, la de descubrir un día que un objeto susceptible de provocar grandes daños tiene una fuerte probabilidad de chocar contra la Tierra. En ese caso tendríamos varias décadas de alertas anticipadas y tiempo suficiente para adoptar las medidas preventivas.

### ¿Pero una vez que hayan descubierto, seguido, examinado y declarado inofensivos por 100 años a todos los NEO peligrosos, habremos finalizado con la vigilancia de los impactos?

No, la vigilancia tendrá, por definición, que mantenerse permanentemente, de la misma forma que para las otras catástrofes

naturales: erupciones volcánicas, tsunamis y sismos... Existen lentas modificaciones sistemáticas de la órbita de los NEO debido a la gravitación de los planetas, y estas hacen que la órbita de los objetos que deben pasar próximos a la Tierra durante este siglo y el próximo no nos amenazarán más en los futuros milenios, pero otros tomarán su lugar en la categoría «a vigilar».

Puesto que la vigilancia tiene un alcance de un siglo, nosotros buscamos extenderla a varios siglos. Existen dificultades técnicas, pero los primeros resultados son alentadores y pensamos que podrá lograrse. La innegable ventaja es que podríamos detectar el acercamiento de todo objeto que amenace a la Tierra e incluso prever impactos frontales, mucho antes de lo que podemos actualmente.

### ¿Es posible desviar un asteroide?

Teóricamente sí, pero nunca se ha hecho. Esto no impide imaginar algunas técnicas muy ingeniosas. Por ejemplo, la idea de ubicar una nave espacial delante o detrás del asteroide con el fin de utilizar su minúscula fuerza de gravedad para acelerar o frenar un poco al mismo y desviarlo así de su trayectoria inicial. También rociar el asteroide con una sustancia que modificaría la cantidad de radiación solar que este absorbe o refleja, ya que esto cambiaría lenta, pero de forma continua su balance energético y por lo tanto su trayectoria

Hasta ahora la iniciativa estudiada con mayor atención es la de la misión Don Quijote<sup>8</sup> de la Agencia Espacial Europea. Sin embargo, por el momento no es más que un estudio, ya que aún no ha sido financiada. La misión consta de dos elementos: Sancho, vehículo orbital, e Hidalgo, vehículo percutor. Sancho se insertaría en una órbita alrededor de un asteroide objetivo, de unos 500 m de diámetro, para medir durante varios meses la posición, la forma, la masa y el campo de gravedad del asteroide, antes y después de que Hidalgo impacte al asteroide, con el fin de detectar toda modificación ulterior de su trayectoria.

Si se detectara demasiado tarde a un asteroide como para ser desviado, podría ser bombardeado por un misil o una nave espacial, o incluso «pulverizado». Los asteroides pequeños se consumen cuando penetran en la atmósfera terrestre. En este caso, un asteroide de 30 m de ancho probablemente liberaría tanta energía como una pequeña bomba atómica.

Cuanto mayor sea un asteroide, más difícil será de desviar o destruir. Por otra parte, los asteroides de menos de 1 km de ancho son más difíciles de localizar desde la Tierra y son mucho más numerosos que los grandes.

Una misión de desvío deberá dejar la Tierra con varios años de anticipación para poder encontrar al asteroide en el lugar

deseado. En el caso de Apophis, la misión debería dejarla al menos de diez años antes del 2029.

### ¿Quién pagaría para desviar o destruir a un asteroide?

¡Buena pregunta! Me temo que nadie pueda aún contestarla.

### ¿Qué sabe usted sobre el Protocolo de Decisión de Desvío de Objetos Cercanos a la Tierra?

La Asociación de Exploradores del Espacio (ASE), que tiene su sede en Texas, redactó un informe<sup>9</sup> sobre la necesidad de establecer un programa internacional de toma de decisiones para reaccionar a nivel mundial contra la amenaza de los NEO. La ASE sostiene que dentro de 10 a 15 años, las Naciones Unidas deberán decidir si y como se debe actuar para prever la amenaza de impacto de un cometa o un asteroide. El 1<sup>ro</sup> de diciembre del 2008, esta le entregó a los funcionarios de las misiones permanentes ante las Naciones Unidas en Viena (Austria) el informe *Asteroid Threats: a Call for Global Response*. Otros documentos relacionados con este informe fueron distribuidos a los representantes de varias agencias espaciales<sup>10</sup>.

### ¿Qué se pide en este informe?

Propone un programa basado en tres frentes, coordinado por las Naciones Unidas. La primera función consistiría en crear una red de recolección y análisis de las informaciones y de alerta. La red fijaría también los criterios para la emisión de alertas contra impactos.

En segundo lugar, un equipo encargado de planificar las misiones y las operaciones definiría las tecnologías requeridas y evaluaría las capacidades de acción de las agencias espaciales que se interesan a los NEO. Este equipo aprovecharía los planes de misiones para preparar una campaña

de desvío en caso de una alerta específica.

Finalmente un equipo intergubernamental designado por las Naciones Unidas sería el encargado de dar las órdenes y supervisar; y establecería los umbrales y los criterios de riesgo de impacto que sirven para activar una campaña de desvío de un NEO. También debería transmitir al Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas sus recomendaciones sobre la acción a emprender.

Entrevista realizada por Susan Schneegans



*El artista describe aquí la escena unos minutos después de la explosión en la atmósfera de un asteroide en 1908, sobre la región de Tunguska, en Rusia. Aunque no abrió un cráter, la explosión de 3 a 5 megatones devastó completamente 2 000 km<sup>2</sup> de bosque Siberiano. Se estima que un evento como este se produce dos o tres veces cada 1 000 años. Los casos de asteroides que se aproximan a la tierra son mucho más frecuentes que los de cometas*

8. Ver [www.esa.int/SPECIALS/NEO/SEMZRZNVGJE\\_0.html](http://www.esa.int/SPECIALS/NEO/SEMZRZNVGJE_0.html)

9. [www.space-explorers.org/committees/NEO/docs/ATACGR.pdf](http://www.space-explorers.org/committees/NEO/docs/ATACGR.pdf)

10. Indian Space Research Organization, Canadian Space Agency y NASA. ASE anuncia que está negociando próximos encuentros con la Agencia Espacial Europea, China, Japón y Rusia

# Envejecer joven

Actualmente los seres humanos viven más tiempo. De aquí al 2100 la esperanza de vida puede variar, según los países, de 66 a 97 años. Este logro se debería en gran medida a los progresos de la higiene y la medicina. Los científicos investigan hoy otra causa: la posibilidad de que exista un gen de la longevidad. Sospechan que no hay uno solo sino varios genes que influirían sobre los demás de nuestro cuerpo y por consiguiente, en nuestra capacidad para llegar a una edad avanzada. Pero vivir más tiempo no es necesariamente sinónimo de disfrute de estos años adicionales. ¿Cómo envejecer y mantenernos jóvenes? Esa es la pregunta formulada a un panel de 14 expertos durante un foro público sobre Longevidad y Calidad de Vida, Últimos Adelantos para Prolongar la Juventud, organizado el pasado 16 de septiembre por la UNESCO y el semanario francés *Paris Match* en la sede de la UNESCO.



La población mundial envejece, el fenómeno parece irreversible. Según un informe de la ONU publicado en 2007<sup>11</sup>, la edad media podría pasar de 28 a 38 años de aquí al 2050, con una marcada aceleración en los países en vías de desarrollo. Actualmente, la mediana de edad es muy variable: 39 años en Europa y 36 en América del Norte contra aproximadamente 28 en América latina y menos de 20 en África. Con una mediana de edad de 43 años, Japón tiene la población más anciana del mundo debido a la combinación de un desarrollo avanzado con un descenso de la natalidad: los japoneses de más de 60 años se espera que representen, de aquí al 2020, 31% de la población nacional.

A escala mundial, la esperanza de vida, que se establecía en 46 años en 1950, pasó a 67 años. En 1985 había 30 000 centenarios en el mundo: hoy son 226 000 y su número se estima en 4 millones para 2050. Solamente en Francia, el número de centenarios pasará, en el 2050, de 20 000 a cerca de 300 000. Esta inversión de la pirámide de las edades va a ocasionar una carga sobre las pensiones de la jubilación, los impuestos, los cuidados médicos, la población activa, etc.

Pero el aumento de la esperanza de vida será igualmente bienvenido...si podemos disfrutar de los años adicionales. Con la edad, nos volvemos más sensibles a una amplia gama de enfermedades crónicas que afectan nuestras facultades mentales, físicas y sensoriales. Las tres cosas más temidas por la población son la pérdida de la visión, de las funciones cerebrales y de la autonomía.

El foro de septiembre<sup>12</sup> sobre la longevidad trató algunos de los males más frecuentes en la vejez: las enfermedades

neurodegenerativas de Alzheimer y de Parkinson; las enfermedades oculares: catarata, glaucoma y degeneración macular –parte central de la retina– vinculadas a la edad; y al adelgazamiento de los huesos, como la osteoporosis y la artritis. El mensaje del panel fue alentador: estamos comenzando a entender los mecanismos del envejecimiento e incluso a actuar sobre algunos de ellos.

## Terminar con el miedo

En la catarata, enfermedad muy común, el cirujano oftalmólogo sustituye el lente opacado del ojo por un implante suave, operación absolutamente indolora, bajo anestesia local, con un índice de éxito elevado. «La misma técnica permite corregir otras anomalías del ojo», explica el Prof. Christophe Baudouin, del Hôpital des Quinze-Vingts en París, «como la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo».

El término glaucoma aterroriza a los pacientes ya que esta afección puede provocar la ceguera por la destrucción progresiva del nervio óptico. El glaucoma se produce cuando un bloqueo de la circulación del humor acuoso hace aumentar la presión ocular. Mientras más rápido se intervenga, más favorable es el pronóstico ya que el deterioro del nervio óptico es irreversible. Para el glaucoma de ángulo cerrado (20% de los casos), un producto inyectado en el ojo puede hacer disminuir la presión al irrigar el ojo. Es la técnica del láser Yag. El glaucoma de ángulo abierto se trata poniendo gotas en el ojo todos los días. Actualmente, es posible estabilizar este tipo de glaucoma en el 80% de los casos. En los otros, una nueva técnica mediante láser puede estabilizar su estado en



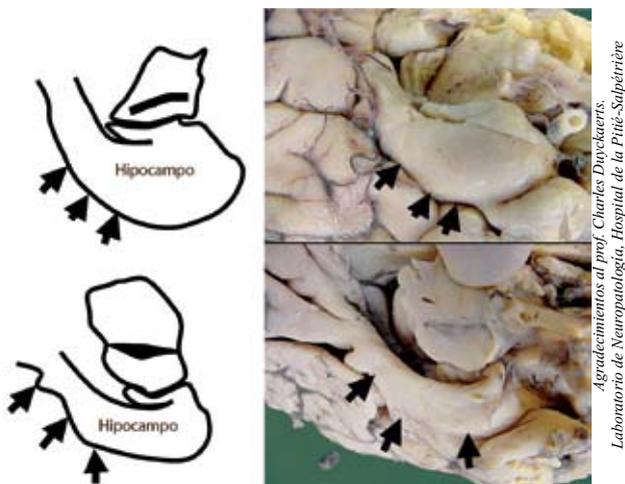
Rostros de Kazajistán, de Etiopía, de Perú, de Marruecos, de Jamaica y de India

aproximadamente 10% de los pacientes. En última instancia, una operación puede limpiar el canal de evacuación y liberar la circulación del ojo, con un índice de éxito del 80%.

### El cerebro: una máquina compleja

«El cerebro humano está constituido por 100 mil millones de neuronas y otras células nerviosas, donde cada una envía a sus vecinas 1000 señales por segundo», explica el Prof. Yves Agid, jefe de servicio de neurología en el hospital de La Pitié-Salpêtrière y Director Científico del Instituto del Cerebro y de la Médula Espinal, en París. La extrema complejidad del cerebro hace que este consuma, para él solo, 20% de la energía corporal mientras que representa solamente, alrededor del 2% del peso de un adulto (1350g).

Las neuronas no mueren según el proceso normal de envejecimiento. Pero con la edad, comenzamos a perder terminaciones nerviosas mediante las cuales las neuronas se comunican entre sí. Pero no hay dos seres humanos que envejezcan de la misma manera. «Dos tercios de las personas de más de 65 años se quejan de pérdida de memoria» destaca el Prof. Dubois, neurólogo en La Pitié-Salpêtrière. «En realidad se trata más bien de falta de atención, como cuando uno no recuerda donde ha dejado sus espejuelos».



Corte de un cerebro sano (imagen superior) y de un cerebro afectado por el Alzheimer. Las flechas negras señalan el hipocampo que se observa claramente atrofiado en la imagen inferior

### Retardar el avance del Alzheimer

La diferencia con la enfermedad de Alzheimer, es que la persona pierde efectivamente neuronas, y debido a ello la pérdida de memoria. Una persona que se interesa en la política, por ejemplo, no podrá recordar el nombre del primer ministro. No sabemos qué causa el Alzheimer pero conocemos el desarrollo de la enfermedad. En cierta medida, podemos incluso «predecirla»: un escaneo del cerebro puede detectar una atrofia del hipocampo, parte del cerebro donde esta almacenada la información, incluso antes de la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad.



Scanner de resonancia magnética. Un scanner del cerebro puede detectar una atrofia del hipocampo incluso antes de la aparición de los primeros síntomas de Alzheimer. El scanner también puede descubrir lesiones del hipocampo. En Francia, la enfermedad de Alzheimer afecta a 860 000 personas en una población de aproximadamente 60 millones

©S. Tabakov

La investigación procura intervenir en las diferentes etapas del desarrollo de la enfermedad. Uno de los esperanzadores estudios logró crear un ratón transgénico portador de Alzheimer, ya que los animales no desarrollan espontáneamente esta enfermedad. Una vacuna terapéutica en forma de proteína fue inyectada en el cerebro del ratón. Este fabricó entonces anticuerpos que lo curaron. Los ensayos en seres humanos tuvieron que ser interrumpidos a causa de sus efectos secundarios, pero fueron retomados nuevamente. «Pienso que no estamos lejos de desarrollar un medicamento que pueda retardar el avance de la enfermedad de Alzheimer» señala el Prof. Dubois.

### Un «marcapaso» para los enfermos de Parkinson

El paciente que sufre de la enfermedad de Parkinson desarrolla un temblor de la mano en posición de reposo y una rigidez de los músculos que hace más lento el movimiento. En 10% de los casos se debe a la mutación de un gen. Alrededor del 15% de los casos son benignos, y otro 15% son extremadamente severos.

La L-dopa es un aminoácido natural, presente en el alimento y fabricado normalmente en el cuerpo humano a partir de la L-Tirosina. La L-dopa se convierte en dopamina en el cerebro y en el cuerpo. En los Estados Unidos, se vende incluso como complemento alimenticio. Una de las funciones controladas por la dopamina en el cerebro es la actividad motriz. Ahora bien, la enfermedad de Parkinson proviene de un deterioro del grupo de neuronas que producen la dopamina. Esta puede ser administrada como medicamento pero, al no ser capaz de atravesar la barrera entre la sangre y el cerebro, no puede actuar directamente sobre el sistema nervioso central. La Levodopa, medicamento derivado de la L-dopa, puede pasar esta barrera y ser metabolizada como dopamina, y por consiguiente aliviar los síntomas. La Levodopa ha producido, sin embargo, severos efectos secundarios en algunos pacientes, como agitación, alucinaciones o hipotensión.

Actualmente existe una alternativa para esos pacientes: la estereotaxia, técnica quirúrgica indolora, que consiste en situar en el cerebro electrodos unidos a una especie de marcapaso que estimulan eléctricamente los músculos del paciente y mejoran así sus movimientos.

## Cuando la edad comienza a roer sus huesos

Cuando envejecemos, el cartilago de nuestras articulaciones adelgaza, nuestros músculos reducen su volumen y nuestra masa ósea disminuye. Un 30% de las personas de más de 70 años padecen de las rodillas y 10% de las personas de más de 60 de osteoartritis. La osteoporosis tiene tendencia a afectar más a las mujeres, ya que su masa ósea disminuye más rápidamente después de la menopausia debido a la reducida producción de estrógenos.



Mujer de 115 años de edad en Grand-Popo, Benin

El descubrimiento de una nueva clase de medicamentos, los bifosfatos, ha permitido reducir los dolores óseos, el exceso de calcio en la sangre y el riesgo de fractura de huesos. En los Estados Unidos, por ejemplo, el número de ingresos hospitalarios por fracturas de caderas ha disminuido en 60% desde 1990. Los compuestos de bifosfatos recubren la superficie de las células óseas dañadas, inhiben la reabsorción ósea y permiten a los huesos restablecerse y curarse. Actualmente, se incorporan difosfatos a los dentífricos para prevenir las caries.

## Usted es lo que come

«Cuando el compuesto resveratrol, una de las moléculas pertenecientes al grupo de los polifenoles, fue administrado a ratones sobrealimentados y sedentarios, su salud y su condición mejoró» destaca el Prof. Axel Khan, genetista en el Instituto Cochin de París. Pero ello no significa que debamos esperar todas las respuestas de la ciencia. Es posible mejorar ampliamente sus posibilidades de envejecer bien, manteniendo sencillamente una dieta sana y haciendo ejercicios regularmente.

Si usted lleva una vida sedentaria, o tiene sobrepeso, o si usted ha sufrido un traumatismo físico, sus articulaciones pudieran estar dañadas. La mejor forma de prevenir los problemas articulares es haciendo al menos una hora de ejercicios varias veces por semana. Ello puede incluso atenuar los efectos de fragilidad de la artritis y mantener en buen estado los tendones y los músculos de las piernas. Un ejercicio regular favorece igualmente la producción de un tipo de neurotrópicos— familia de las moléculas fabricadas naturalmente por el cuerpo y beneficioso al sistema nervioso— que protegen el cerebro y pueden incluso generar nuevas neuronas, sobretodo en el hipocampo.

El régimen alimenticio también puede hacer milagros. «Comer pescado dos veces por semana reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares» recuerda el Prof. Jean Mariano, neurobiólogo en la Universidad Pierre y Marie Curie en París. El aceite de pescado, rico en ácido graso omega-3, estimula la circulación sanguínea. Está comprobado igualmente que una dieta rica en pescado y en antioxidantes reduce el riesgo de la enfermedad de Alzheimer. Entre los antioxidantes —que protegen las células corporales de los efectos perjudiciales de la oxidación— están la vitamina E, la vitamina C y el caroteno contenido en las zanahorias. Los antioxidantes serían capaces además

de protegernos de la forma seca de la degeneración macular vinculada a la edad.

Si bien un modo de vida sano puede preservar las neuronas y ayudar a evitar la hipertensión, un índice peligroso de colesterol o diabetes, el abuso del alcohol o el estrés crónico producen efectos opuestos, estimulando la producción de hormonas como los corticoides que, en cantidades excesivas, pueden realmente destruir las neuronas.

## Profundizar nuestros conocimientos sobre el envejecimiento

La investigación de una enfermedad genéticamente rara podría presentar la ventaja adicional de hacernos conocer mejor el envejecimiento. El síndrome de Progeria, que retrasa el crecimiento de los niños, va acompañado de síntomas normalmente asociados a la vejez como el endurecimiento de las arterias, la aparición de las arrugas, la rigidez de las articulaciones y la aterosclerosis. Los niños que padecen esta enfermedad mueren generalmente alrededor de los trece años. Investigadores norteamericanos y franceses han localizado un gen vinculado a la progeria, la Lamin A, que parece mutar, anomalía igualmente descubierta en los nonagenarios.

## ¿Estamos genéticamente programados para vivir 100 años?

La longevidad humana no es, evidentemente, una novedad. El faraón Ramsés II vivió hasta los 90 años (1303 a.n.e.–1213 n.e.). La novedad es que, actualmente, son muchos más los nonagenarios e incluso más longevos. En Japón, la esperanza de vida promedio es aproximadamente 82 años. ¿Pudieramos estar genéticamente programados para vivir 100 años y más? «No hay programa genético de envejecimiento» explica el Prof. Kahn. «Debido a que la reparación del ADN moviliza una gran parte de la energía corporal, es necesario que se establezca un equilibrio entre la reproducción y la reparación. Si nuestro cuerpo dedica mucha de su energía a la longevidad, no tendrá suficientemente para la reproducción. Y una vez que el ser humano se reproduce, la evolución no se preocupa mucho de lo que pasa después».

Tal vez no exista la fuente de la juventud, pero ello no significa que no podamos envejecer jóvenes.

Susan Schneegans

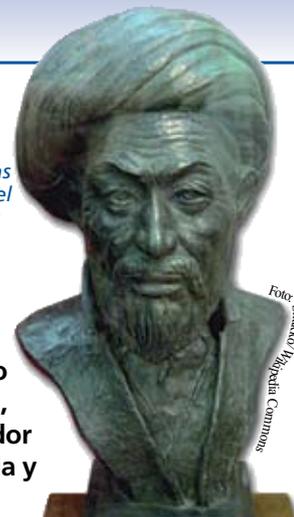
*Usted puede ver en una página Web un video sobre el foro de este año, en francés: [www.longevit.com/22](http://www.longevit.com/22)  
Para más detalles: [r.clair@unesco.org](mailto:r.clair@unesco.org)*

11. Informe Mundial sobre el Envejecimiento: [www.un.org/esa/population/publications/wpa2007.htm](http://www.un.org/esa/population/publications/wpa2007.htm)

12. Fue el 5<sup>to</sup> Forum Científico Anual Gran Público de la UNESCO. El 1<sup>ro</sup>, en marzo 2003, trataba sobre el cáncer de seno, el 2<sup>do</sup> sobre el VIH y el SIDA en la mujer, el 3<sup>ro</sup> sobre la artritis y la osteoporosis y el 4<sup>to</sup> sobre el cáncer

# Ulugh Beg, o un sabio en el trono

Reconstrucción mediante las técnicas de medicina legal del rostro de Ulugh Beg por M. Gerasimov

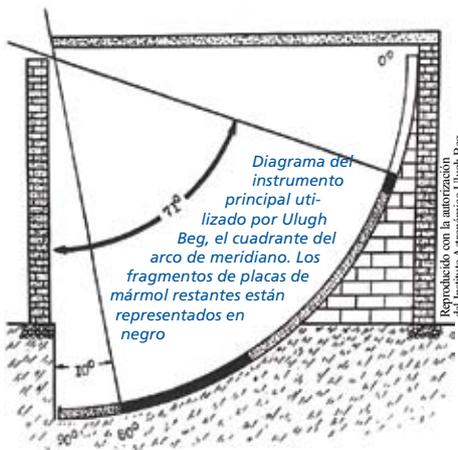


La historia conoce solamente un caso de un astrónomo que haya gobernado un poderoso Estado. Ulugh Beg (1394–1449) nació en Sultaniya durante una cruzada de su abuelo, Tamerlán, fundador del inmenso imperio timuri. A la edad de 17 años, Ulugh Beg se convirtió en gobernador de Maverannakhr (Transoxiana), región del imperio de su abuelo, ubicada entre los ríos Sir Daria y Amou Daria, cuya capital, Samarkand, se sitúa en el actual Uzbekistán.

Ulugh Beg puso su riqueza principesca al servicio de la educación y del progreso científico, más que al de sus ambiciones militares y políticas.

En 1420 hizo construir un gigantesco observatorio en Samarkand. Este edificio de forma cilíndrica y sin parecido alguno a los observatorios actuales, tenía aproximadamente 48 m de diámetro y 35 m de altura. Su principal instrumento consistía en dos arcos de meridiano de un radio de 40 m. Sus bases estaban enterradas 11 m en la roca y sus cimas se elevaban a 30 m del suelo. Hay que señalar que la utilización de los dos arcos garantizaba la mayor precisión de las observaciones. Cada medida era anotada en cada uno de los arcos con el fin de eliminar cualquier error provocado por la desviación de dirección con respecto al meridiano. Los arcos estaban hechos de ladrillos, reforzados con placas de mármol pulido. Estos estaban graduados con muescas espaciadas de 70 cm que correspondían cada una a 1°. Otras placas de cobre selladas tenían graduaciones más finas.

Probablemente, el instrumento servía para observar al Sol y la Luna con la finalidad de determinar constantes astronómicas fundamentales tales como la inclinación eclíptica y el recorrido del Sol en el cielo hacia el Ecuador celeste<sup>13</sup> en el transcurso del año. La duración del año tropical, por ejemplo, era medida con una precisión casi perfecta. Este es el período que separa dos equinoccios sucesivos que se producen hacia el 21 de marzo y el 23 de septiembre, cuando el sol sobrepasa el punto de intersección entre el Ecuador celeste y el eclíptico.



## Un catálogo de 1000 estrellas

Los muchos años de funcionamiento del observatorio de Samarkand llevaron en 1437 a la publicación del *Zij Ulugh Beg*. Esta obra, que se conoció en Europa solo 200 años más tarde, consiste fundamentalmente en un catálogo de 1018 estrellas. La fecha de su publicación y el número de estrellas registradas hacen de esta obra el primer catálogo de observaciones desde el siglo II, hasta que Tolomeo reprodujo el catálogo de Hiparco en su *Almagesto*.

Para lograr estas medidas, los astrónomos de Samarkand tuvieron que utilizar otros instrumentos además del arco de meridiano. Lamentablemente, no existe descripción alguna de los instrumentos ni de los métodos utilizados y solo podemos hacer suposiciones. El observatorio de Samarkand, construido por Ulugh Beg y sus geniales colaboradores fue sin dudas único. Desde su excavación por el arqueólogo V.L. Vyatkin, en 1908, se han imaginado más de diez versiones de su construcción. Estas difieren no sólo en la forma sino también en el hecho de saber si el observatorio era un edificio cilíndrico cerrado, equipado con instrumentos astronómicos colocados en su techo utilizando la pared exterior como instrumento horizontal de medición de los objetos celestes, o si era una construcción hueca, desprovista de techo. Una de las propuestas más realistas fue emitida recientemente por el arquitecto J.F. Oudet: el instrumento principal debió ser una gigantesca cámara oscura. Ello explicaría la extrema precisión de las coordenadas del Sol y la Luna. En cuanto a los otros instrumentos,

El principal instrumento del observatorio de Ulugh Beg era un cuadrante de arco de meridiano que poseía un radio de 40m. Sus vestigios encontrados son expuestos al público

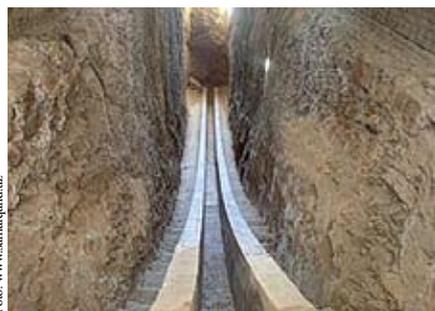
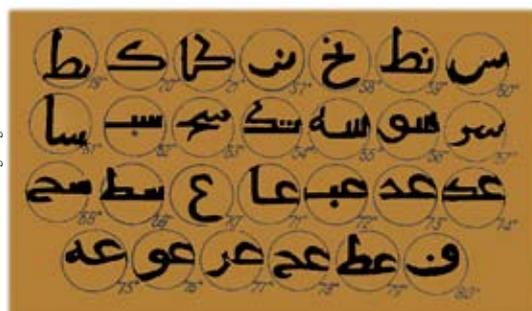
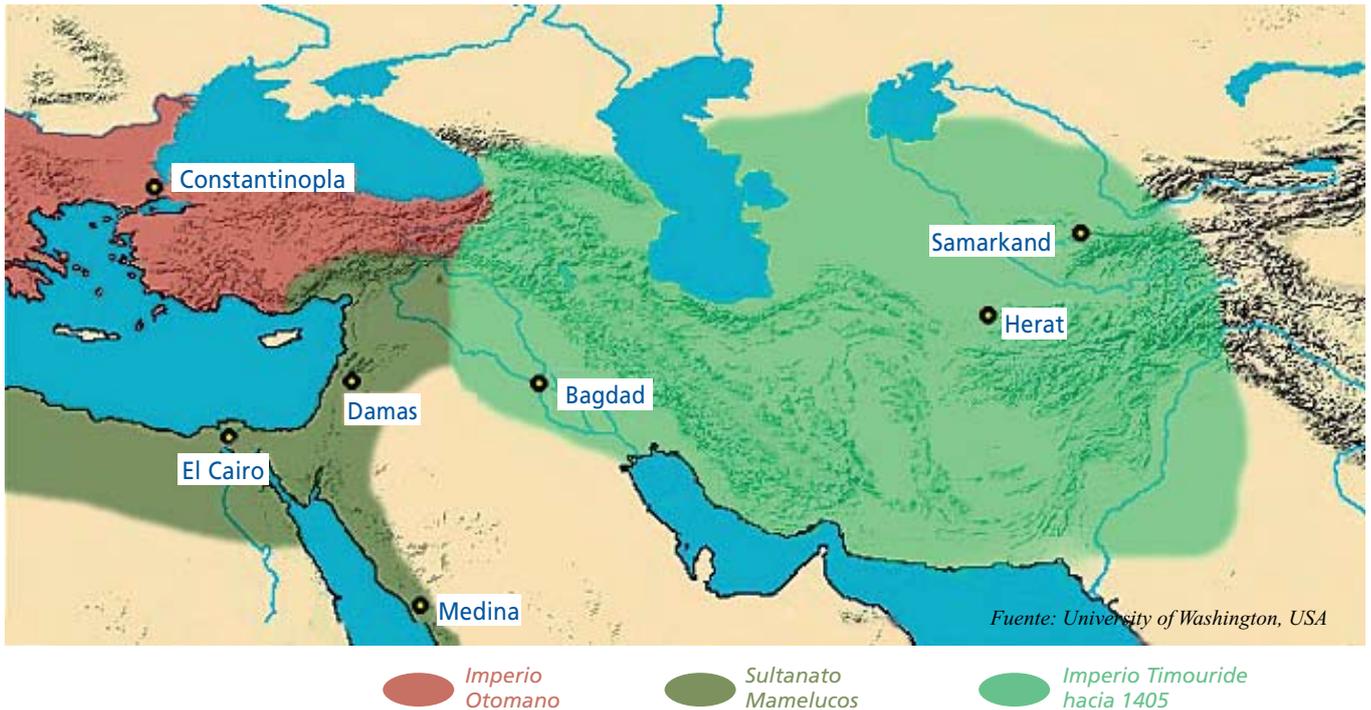


Foto: www.samarkand.uz

Reproducido con la autorización del Instituto Astronómico Ulugh Beg



Los grados son grabados en la cara interior de las placas de mármol de los arcos de meridiano



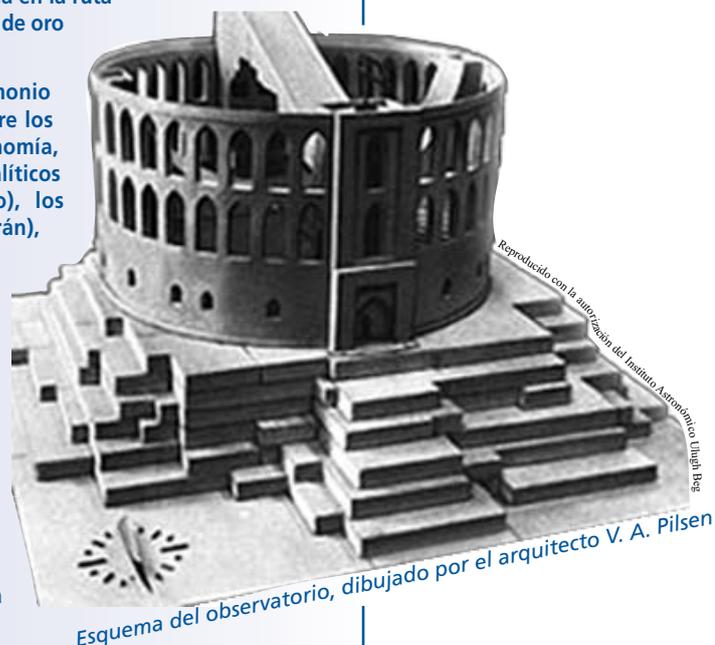
## Astronomía y Patrimonio Mundial

El observatorio de Ulugh Beg forma parte del sitio de Patrimonio Mundial de Samarkand – Encrucijada de culturas, inscrito en el 2001 en esta Lista. Fundada en el siglo VII n.e bajo el antiguo nombre de Afrasiab, Samarkand se convirtió en un crisol cultural por estar situada en la ruta comercial que une China y Europa, la famosa Ruta de la Seda. La edad de oro de Samarkand se remonta al período timuri entre los siglos XIV y XV

Samarkand es uno de los pocos sitios de la lista del Patrimonio Mundial que tiene un vínculo con la observación astronómica. Entre los otros sitios que tienen un vínculo simbólico o material con la astronomía, citamos (del más antiguo al más reciente) los Círculos megalíticos de Senegambia (Gambia y Senegal), Stonehenge (Reino Unido), los templos de Nubia (Egipto), el sitio mesopotámico de Persépolis (Irán), el templo de Apolo Epicuro (Grecia), las Líneas y geoglifos de Nasca y de Pampas de Jumana (Perú), la ciudad precolombina de Teotihuacán (México), las laderas de Bandiagara, país Dogón (Mali), los templos de Angkor (Camboya), el sitio maya de Tikal (Guatemala), el templo del Sol (India), el sitio inca del Machu Picchu (Perú), el Marítimo Greenwich (Reino Unido) y el Observatorio Pulkovskaya, elemento del Centro histórico de San Petersburgo (Federación de Rusia).

La iniciativa de la UNESCO para la astronomía y el Patrimonio Mundial fue lanzada con el fin de apoyar el Año Internacional de la Astronomía, alentando a los Estados miembros a tomar parte en la Convención del Patrimonio Mundial proponiendo sitios específicos, que tengan un vínculo con la astronomía, como candidatos a la lista del Patrimonio Mundial.

Para más detalles sobre la astronomía y el patrimonio mundial: <http://whc.unesco.org/en/activities/19/> (clic sobre Group Tools y luego en astronomy para una cronología): [a.sidorenko@unesco.org](mailto:a.sidorenko@unesco.org)



queda abierta la interrogante. Tendríamos que saber más sobre él, según los manuscritos de la época, para comprender mejor a qué se parecía el observatorio y cómo funcionaba.

Los métodos matemáticos utilizados en este observatorio están mucho mejor descritos y argumentados en las publicaciones científicas que los instrumentos. En la Edad Media, los catálogos de estrellas indicaban su latitud y longitud tomando como base el plano del eclíptico. Por consiguiente, era indispensable que las coordenadas medidas a nivel del horizonte fuesen convertidas al sistema de la eclíptica, con ayuda de tablas trigonométricas precisas. Los senos de algunos ángulos (60°, 45°, 30° etc.) ya eran conocidos con exactitud por los métodos geométricos pero para los otros, había que incluir en los ángulos, fórmulas de ángulos múltiples e interpolaciones. Ulugh Beg utilizaba el  $\text{sen}(1^\circ)$  como punto de partida.

Ulugh Beg había calculado  $\text{sen}(1^\circ)$  por un método iterativo original utilizando un algoritmo de base 60. ¡Su resultado<sup>14</sup> solo se diferencia del valor dado por nuestras computadoras de  $3 \times 10^{-17}$ ! Sus tablas trigonométricas alcanzan, en términos generales, una precisión que llega hasta la 8<sup>va</sup> o la 9<sup>na</sup> décima, y dan los senos y las tangentes de todos los minutos angulares<sup>15</sup> de un sector que va de 0° a 45°. En Samarkand se desarrollaron muchos otros métodos matemáticos, como el empleo de decimales, mucho antes de que se emplearan corrientemente en Europa, gracias a Simón Stevin, en el siglo XVI.

### Trabajo de equipo

Sería ingenuo creer que resultados de tal exactitud hayan podido ser obtenidos sin una excelente organización científica. A diferencia de los astrónomos que le precedieron y de muchos otros que le siguieron, Ulugh Beg no fue un observador aislado.



La madraza de Ulugh Beg en Samarkand, donde las matemáticas y la astronomía eran objeto de estudios profundos

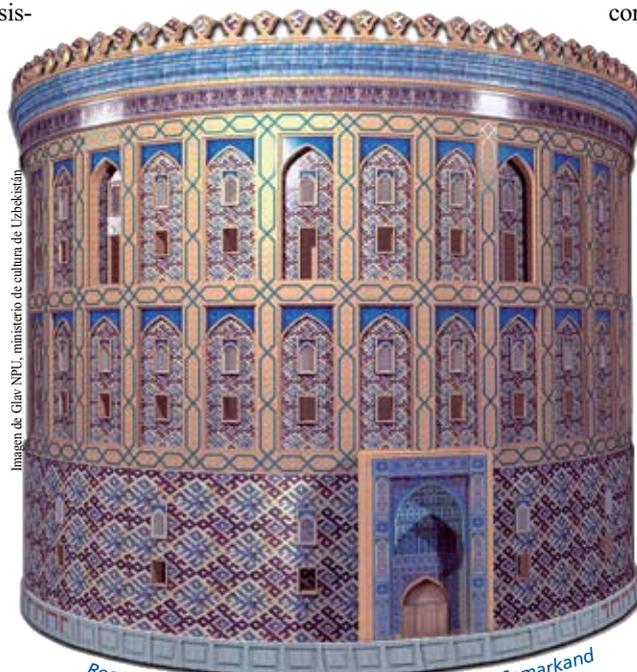


Imagen de Giau NPU, ministerio de cultura de Uzbekistán

Reconstrucción por un artista del observatorio de Samarkand

Fundó una escuela de astronomía que contaba con muchos empleados y donde trabajaban numerosos y brillantes científicos. De hecho, las tablas trigonométricas y la conversión de las coordenadas en el sistema eclíptico no hubieran podido ser efectuadas sin conjugar los esfuerzos de numerosas personas calificadas durante muchos años.

La escuela fundada por Ulugh Beg fue, en muchos aspectos, el prototipo de las instituciones científicas modernas. En la Edad

Media en Europa, la investigación científica se concentró sobre todo en Oriente, donde

un buen sistema de comunicación permitía intercambios relativamente rápidos entre los centros científicos. El observatorio Ulugh Beg mantenía así un alto nivel de conocimiento y ambiente científicos.

### Un genio científico

Algunos eruditos creen que Ulugh Beg era solamente un benefactor y que las ideas y los métodos que le son atribuidos se deben en realidad a otras personas. Sin embargo, numerosos hechos corroboran la tesis de su genio científico. Una carta muy conocida del astrónomo persa Jamshid al-Kashi a su padre, que vivía en Kashan (Irán), relata cómo viajando a caballo, el gobernador había calculado mentalmente la longitud del Sol con una precisión de dos minutos angulares.

Otra anécdota se refiere a un escriba que perdió un carné donde estaba la lista de todos los pájaros muertos por Ulugh Beg en sus partidas de caza, con la fecha, el nombre de la especie y el número de flechas tiradas. El escriba, que esperaba un severo castigo, tuvo la alegría de escuchar a Ulugh Beg dictar la lista reconstituida, de memoria. Poco tiempo después el carné fue encontrado y para sorpresa de todos con muy pocos errores, los que se limitaban a las fechas.

En resumen, el observatorio de Samarkand simboliza un período floreciente en el desarrollo de la astronomía. Ulugh Beg fue sin lugar a dudas, uno de los protagonistas principales de sus éxitos.

Shuhrat Ehgamberdiev<sup>16</sup>

13. El ecuador celeste es una proyección del ecuador terrestre en el espacio.

14. Ulugh Beg derivó seno de ( $1^\circ$ ) como:  $1/60 + 2/60^2 + 49/60^3 + 43/60^4 + 11/60^5 + 14/60^6 + 44/60^7 + 16/60^8 + 26/60^9$

15.  $1/60$  de grado

16. Instituto Astronómico Ulugh Beg de la Academia de Ciencias de Uzbekistán: shuhrat@astrin.uzsci.net

## Agenda

### 2 de enero

**Entrada en vigor de la Convención**  
sobre la protección del patrimonio subacuático (2001). Ver el próximo número de *Un Mundo de Ciencia* para informe detallado (ver también 26 de marzo más abajo): Film disponible : [www.unesco.org/culture/en/underwater](http://www.unesco.org/culture/en/underwater); [u.koshtial@unesco.org](mailto:u.koshtial@unesco.org)

### 11-13 enero

**Arabia offshore**  
Conf. intern. para desarrollar el potencial de la industria del petróleo y del gas, el mercado y el medio ambiente mundial. Organizado por el INDEX, copatrocinado por la UNESCO. Desafíos energéticos, cambio climático, viabilidad, medio ambiente mundial, y papel de los gobiernos, protección de la naturaleza marítima y terrestre, etc. Dubái (EAU): [www.index.ae](http://www.index.ae); [offshorearabia@index.ae](mailto:offshorearabia@index.ae); [b.boer@unesco.org](mailto:b.boer@unesco.org)

### 15-16 enero

**Año Internacional de la Astronomía**  
Lanzamiento. Los participantes evocarán la historia y la actualidad de la astronomía. Exposición y concierto. UNESCO (París) : [www.unesco.org/iya](http://www.unesco.org/iya); [www.astronomy2009.org/](http://www.astronomy2009.org/); [yberenguer@unesco.org](mailto:yberenguer@unesco.org)

### 19-23 enero

**Papel de la astronomía en la sociedad y la cultura**  
Simposio con el CNRS (Francia). UNESCO (París): [yberenguer@unesco.org](mailto:yberenguer@unesco.org); [www.astronomy2009.org/](http://www.astronomy2009.org/)

### 24-25 enero

**Clausura del Año Polar Internacional**  
Divulgación del informe State of Polar Research y reunión del comité conjuntamente con exhibición de fotografías. Palacio de las Naciones, Ginebra (Suiza): [www.ipy.org](mailto:www.ipy.org); [kalverson@unesco.org](mailto:kalverson@unesco.org)

### 12 febrero

**200 aniversario del nacimiento de Charles Darwin**  
y 150 aniversario de su *Origen de las Especies*. Entre las manifestaciones, la UNESCO patrocina un seminario en las islas Galápagos en julio: [m.clusener-godi@unesco.org](mailto:m.clusener-godi@unesco.org)

### 3-5 marzo

**Estado del ecosistema del Golfo**  
Gulf II, conf. intern. Organizada por el Centro de estudio e investigación sobre la salud y la administración de los ecosistemas acuáticos de Bahrein, con la UNESCO-Doha y la universidad de Bahrein. Inscripciones antes del 25 de enero. Bahrein: [www.aehms.org](http://www.aehms.org); [www.bcsr.gov.bh](http://www.bcsr.gov.bh); [b.boer@unesco.org](mailto:b.boer@unesco.org)

### 3-6 marzo

**El Ártico frente al cambio climático**  
Reunión intern. de expertos para examinar los desafíos científicos, sociales, culturales y educativos de un desarrollo sostenible en el Ártico. Mónaco. UNESCO y Principado de Mónaco: [d.nakashima@unesco.org](mailto:d.nakashima@unesco.org)

### 16 marzo

**Lanzamiento del 3er informe sobre el aprovechamiento del agua en el mundo**, titulado *El agua en un mundo cambiante*. En el 5º foro mundial del agua, Estambul (Turquía): [www.unesco.org](http://www.unesco.org); [www.unesco.org/water/wwap/](http://www.unesco.org/water/wwap/)

### 26-27 marzo

**Patrimonio cultural subacuático**  
1ª reunión de los Estados partes de la Convención (ver 2 de enero más arriba). UNESCO París.

### 31 marzo - 2 abril

**La educación con vista al desarrollo sostenible (EDD)**  
Conf. Mundial sobre el paso a la segunda mitad del decenio de las Naciones Unidas (2005-2014). UNESCO y Min. Alemán de educación e investigación. Expo sobre la iniciativa de la UNESCO de reciclaje en la región árabe; coloquio sobre la transmisión del conocimiento: sinergias entre el patrimonio intangible y EDD Com. austriaca para la UNESCO /Agencia nat. del patrimonio intangible. Bonn (Alemania) : [esddecade@unesco.org](mailto:esddecade@unesco.org); [eck@unesco.at](mailto:eck@unesco.at) (colloque): [d.nakashima@unesco.org](mailto:d.nakashima@unesco.org)

## Nuevas publicaciones

### Plan de Acción de Madrid para las Reservas de Biosfera (2008-2013)

Publicado por el MAB de la UNESCO con el apoyo del gobierno español. Existe en inglés, árabe, chino, español, francés y ruso. 36 Pág. Aprobado por el 3er Congreso Mundial de las Reservas de Biosfera y por la 20e sesión del Comité internacional de Coordinación del MAB, en Madrid en febrero 2008. Este espera hacer de las Reservas de Biosfera los principales sitios a nivel internacional, dedicados al desarrollo sostenible. De lo que se trata es de desarrollar modelos de durabilidad local, nacional y mundial y permitir a las Reservas funcionar como sitios de aprendizaje donde decisores, investigadores y comunidades científicas, administradores y actores concernidos puedan trabajar juntos. Para descargar: <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001633/163301e.pdf>

### Uncertainties in Water Resource Management

**Causes, technologies and consequences**  
De D. Basundorj y D. Oyunbataar, publicado por la Oficina Regional de la UNESCO para la Ciencia en Asia, Djakarta, serie de documentos técnicos de hidrología del PHI. En inglés, 132 Pág. Actas de una conferencia celebrada en Ulan-Bator (Mongolia) del 29 de septiembre al 3 de octubre de 2008, para compartir y divulgar conocimientos, información y experiencias y promover el trabajo en colaboración. La conferencia fue organizada por el Comité Nacional mongol del PHI, con el patrocinio de la UNESCO. Para descargar: <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001632/163281E.pdf>

### Coastal Basins on the Edge

UNESCO-SCOPE – UNEP-Policy Brief nº7, en inglés, 6 Pág. Los mares con costas semi-cerradas, las bahías y los golfos son de una ayuda esencial para el mantenimiento de la vida marina y para la humanidad. Ellos exigen una gestión y un gobierno integrados, que implique a las múltiples partes involucradas más allá de las fronteras nacionales y jurisdicciones políticas. Para más detalles: [a.persic@unesco.org](mailto:a.persic@unesco.org); para descargar: <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001632/163268e.pdf>

### Tsunami News

Boletín Trimestral de información publicado por el COI de la UNESCO. En inglés, 3 Pág. Proporciona noticias frescas de las actividades de los Estados miembros sobre los sistemas de alerta de tsunami y otros peligros para las costas. Para descargar: <http://ioc.unesco.org/tsunami/newsletter>

### Teachers' Guide for Education for Sustainable Development in the Caribbean

– Publicado por la Oficina Regional de la UNESCO para la educación en América Latina y el Caribe (Santiago de Chile), con la Oficina de la UNESCO en Kingston y los especialistas de la región, con el apoyo financiero del gobierno japonés. ISBN: 978-9568302917, en inglés, 112 Pág. Las experiencias llevadas a cabo en el Caribe y descritas aquí podrían explotarse en las aulas, las escuelas y las comunidades de la región. Para obtener un ejemplar: [c.jerez@unesco.org](mailto:c.jerez@unesco.org); para descargar: <http://unesdoc.unesco.org/image/0016/001617/161761e.pdf>

### Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe – El Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo

Publicado por la Oficina Regional de la UNESCO para la educación en América Latina y el Caribe. En inglés y español, Resumen en español: 52 pág. Ver página 14.



### Biocombustível para o MERCOSUL

UNESCO Brasília, RECYt/Mercosul, MCT, MBC, CNPq, Petrobrás. En portugués, 203 pág. Presentación de proyectos de investigación premiados, sobre los biocombustibles, tópicos del premio MERCOSUR de ciencia y tecnología del año pasado. Cada proyecto tiene la potencialidad de contribuir al desarrollo de los países del MERCOSUR: Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Venezuela. Para más detalles: [grupeditorial@unesco.org.br](mailto:grupeditorial@unesco.org.br)

### Guide pratique du recyclage des équipements informatiques – Elementos para introducir en el mercado emergente una empresa de reciclaje de equipamientos para computadoras. Publicado igualmente en inglés.

Benoit Varin y Pierre-Étienne Roinat. Publicado por la UNESCO, la Agencia francesa de medio ambiente y del control de la energía (ADEME), Tic Ethic, Asociación Emmais Solidaridad Ouagadougou, Los Talleres del Bocage, así como la ONUDI. «Open license». Cerca de 180 millones de ordenadores fueron reemplazados por nuevas máquinas en 2008 y se estima en 35 millones la cantidad de ordenadores desechados, sin tener en cuenta las substancias tóxicas que contienen. Esta guía ayuda a los empresarios a obtener conocimientos para tratar el flujo creciente de desechos provenientes del mercado de los ordenadores nuevos y de uso. La reutilización de los equipos obsoletos es preferible a su destrucción. Los equipos y componentes informáticos que no pueden ser reutilizados deben ser desarmados con el objetivo de valorar las materias primas, en lo que respecta a la protección del medio ambiente. Los ordenadores personales (PC) contienen en efecto, materias valorizables, ferrosas (como el hierro), no ferrosas (como aluminio y cobre) y metales preciosos como oro, paladio, plata, indio y galio. El aumento de los precios de las materias primas hace esta actividad de reciclaje cada vez más interesante. En la actualidad, hay cerca de 4 mil millones de teléfonos móviles y más de mil millones de PC en servicio. El abismo numérico se reduce: 58% de ordenadores están actualmente en los países desarrollados; pero estos países sólo representarán el 30% de aquí al 2014, cuando los PC superen los 2 mil millones, de los cuales 500 mil millones estarán en China, contra 55 millones en el 2007. Para más detalles: [r.chuzel@unesco.org](mailto:r.chuzel@unesco.org); para descargar: [www.ticethic.com/guide](http://www.ticethic.com/guide)

### Cadena Iraquí de televisión educativa

Lanzada, el 20 de octubre por la UNESCO y el ministerio Iraquí de educación, financiada por la Unión Europea (6,5 millones de dólares). En respuesta a la actual inseguridad del país que tiene 22% de los niños alejados de la escuela, de ellos una gran cantidad son niñas. Desde el 2003, más de 250 maestros han sido asesinados y centenares han desaparecido. IRAQUI EDU transmitirá las 24 horas al día, emisiones conformes a los programas de enseñanza primaria y secundaria, en NILESAT, 10775 Hz. Para más detalles: [www.unesco.org/education](http://www.unesco.org/education)



### UNESCO and Research for Health

Redactora: S. Schmeegans. Coordinación: División de las ciencias fundamentales y de la ingeniería. En inglés, 16 p. Divulgado en el 1º Foro Ministerial Mundial sobre la Investigación para la Salud (Bamako, Mali), ver Pág. 10. Los ejemplos de proyectos de la UNESCO citados en el folleto ilustran el nuevo enfoque recomendado por el foro. Para descargar: [www.unesco.org/sciences/bes](http://www.unesco.org/sciences/bes), o solicitar un ejemplar en [j.hasler@unesco.org](mailto:j.hasler@unesco.org) o en [l.hoareau@unesco.org](mailto:l.hoareau@unesco.org)

