

# vida&artes



sociedad

Enfrentamiento  
en el PSOE por el  
almacén nuclear

## Hay otros mundos posibles

La idea de que las leyes físicas están finamente ajustadas para permitir la vida es errónea. Otros universos muy distintos serían también habitables

JAVIER SAMPEIRO

Los físicos llevan décadas perplejos por la inverosímil precisión con que parecen ajustadas las constantes fundamentales de nuestro cosmos. Por ejemplo, bastaría aumentar en un 0,2% la masa del protón para que fuera imposible construir un solo átomo. Sin átomos no habría estrellas ni planetas, ni por tanto seres vivos. De modo similar, si la fuerza que mantiene unido el núcleo de los átomos (la fuerza nuclear fuerte, para distinguirla de la débil) tuviera una magnitud ligeramente diferente, las estrellas no habrían podido cocinar el carbono en que se fundamenta toda la materia orgánica.

Otras constantes físicas también parecen tener el valor adecuado, dentro de unos márgenes muy estrechos, para permitir la evolución de la vida. Entre ellas están la vida media del neutrón, la masa del electrón o la magnitud de la gravedad y las demás fuerzas fundamentales de la naturaleza. Parece como si en el único universo habitable. Los físicos suelen llamar a esta idea el "principio antrópico", un nombre no sólo confuso, sino casi cabalístico.

Es curioso que el primer científico en utilizar un argumento antrópico de ese tipo no fuera un físico, sino un naturalista, y más curioso aún que se tratara de Alfred Russell Wallace, codescubridor junto a Darwin de la evolución por selección natural. Wallace escribió en 1904: "Es posible que un universo tan enorme y complejo como el que vemos a nuestro alrededor sea un requerimiento absoluto para producir un mundo adaptado en todo detalle para que la vida se desarrolle ordenadamente y culmine en el hombre".

Pero todos estos argumentos se basan en cálculos que modifican una sola constante fundamental, dejando igual todas las demás. Los estudios de Alejandro Jenkins, de la Universidad Estatal de Florida, y Gilad Perez, del Instituto Weizmann en Rehovot, Israel, muestran ahora que las cosas son muy diferentes si se alteran varias constantes a la vez.

Según estos físicos, hay muchos otros conjuntos de leyes físicas que son compatibles con la vida. Es decir, que hay otros universos posibles que son también habitables. Jenkins y Perez han

presentado sus teorías en *Physical Review D* (agosto de 2006 y marzo de 2009) y *Scientific American* (enero de 2010).

Un caso muy notable son los universos sin fuerza nuclear débil (o universos *weakless*, como ellos los llaman), una de las cuatro fuerzas fundamentales de la física junto a la gravedad, el electromagnetismo y la fuerza nuclear fuerte mencionada antes. La fuerza débil es responsable de la radiactividad, lo que incluye la conversión de protones en neutrones (que emite radiación).

La fuerza débil fue necesaria poco después del Big Bang para que los primitivos grupos de cuatro protones se convirtieran en átomos de helio, formados por dos protones y dos neutrones. Pocas cosas parecen tan poco negociables en la física.

Sin embargo, Perez y su equipo han diseñado un universo con sólo tres de las fuerzas fundamentales, eliminando por completo la fuerza nuclear débil. Aunque ello requiere ajustar varios parámetros del modelo estándar de la física.

**Expertos ven posible un universo con tres de las cuatro fuerzas fundamentales**

**Las estrellas vivirían menos, por lo que la Tierra estaría mucho más cerca del sol**

ca de partículas, el resultado es que las tres fuerzas restantes se comportan igual que en nuestro universo.

También la masa de los quarks es la misma. Los quarks son las partículas elementales que constituyen a los protones y los neutrones, y por tanto a todos los núcleos atómicos. En el universo sin fuerza débil de Perez, los núcleos de helio se construyen de otra forma (a partir de la fusión de dos tipos de hidrógeno). Pero forman estrellas de todos modos, que es de lo que se trata.

Las estrellas vivirían menos (nuestro Sol estaría ya hacia el final de su vida) y brillarían menos, por lo que la Tierra tendría que estar seis veces más cerca del Sol, y éste le parecería enorme a sus

habitantes. Pero el caso es que podría haber habitantes.

Los movimientos de los continentes y la actividad volcánica se deben también a la desintegración radiactiva del uranio subterráneo, luego en el universo de Perez no habría nada de eso. Sin embargo, la química sería muy similar a la nuestra, si bien "la tabla periódica sólo llegaría hasta el hierro", como dice el físico.

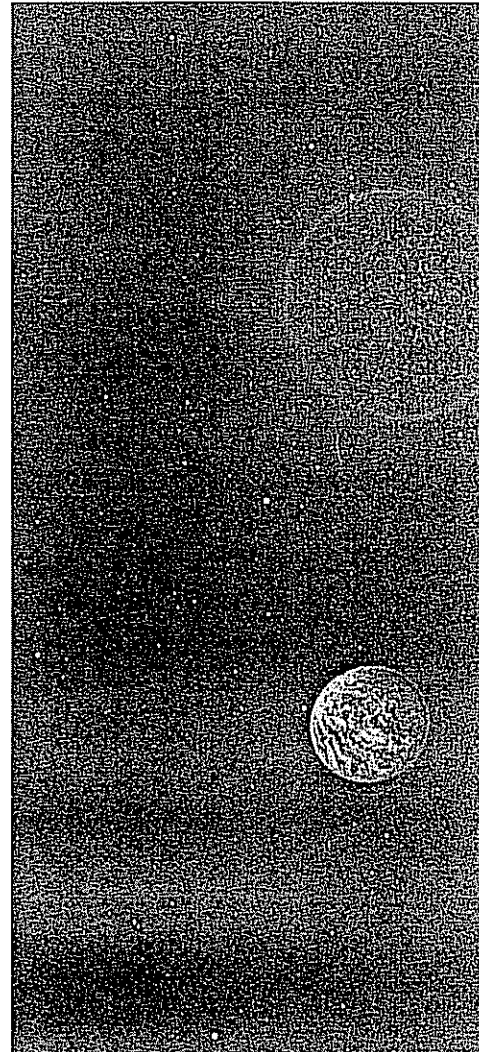
Una solución a la paradoja del principio antrópico ha sido propuesta por el físico teórico Lee Smolin, del Perimeter Institute de Waterloo (Canadá). Consciente de que la selección natural de Darwin (y Russell) es una teoría capaz de generar diseños sin necesidad de un diseñador, Smolin ha tomado prestada la idea para eliminar la necesidad de diseño que parece implicar el principio antrópico.

Muchas estrellas acaban sus días colapsándose para formar un agujero negro, y de cada agujero negro —propone Smolin— puede surgir un nuevo universo con unas leyes físicas similares, aunque no idénticas, a las del universo anterior.

Si esas leyes son incompatibles con la formación de estrellas, el nuevo universo se habrá quedado sin gónadas: no hay estrellas, no hay agujeros negros, no hay nuevos universos hijos. Los universos que mejor se reproducen son, por definición, los que tienen las leyes físicas más adecuadas para la formación de estrellas, y por tanto de seres vivos.

Naturalmente, esta idea implica que existen innumerables universos. Pero esto es algo que muchos físicos creen probable de todos modos, y por otras razones. Esta línea de pensamiento arranca de otra paradoja: el gato de Schrödinger.

El gran físico Erwin Schrödinger ideó esta paradoja porque, al igual que Einstein, no podía creer que Dios jugará a los dados con el mundo. Un gato está encerrado en una caja junto a un trocito de uranio radiactivo. Un átomo de uranio puede desintegrarse, pero no hay forma de predecir cuándo. Todo lo que la física cuántica nos permite saber es cuál es la probabilidad de que se desintegre en un plazo dado: digamos, por ejemplo, que hay una probabilidad del 50% de que cualquier átomo del trocito de uranio se desintegre en el próximo segundo.



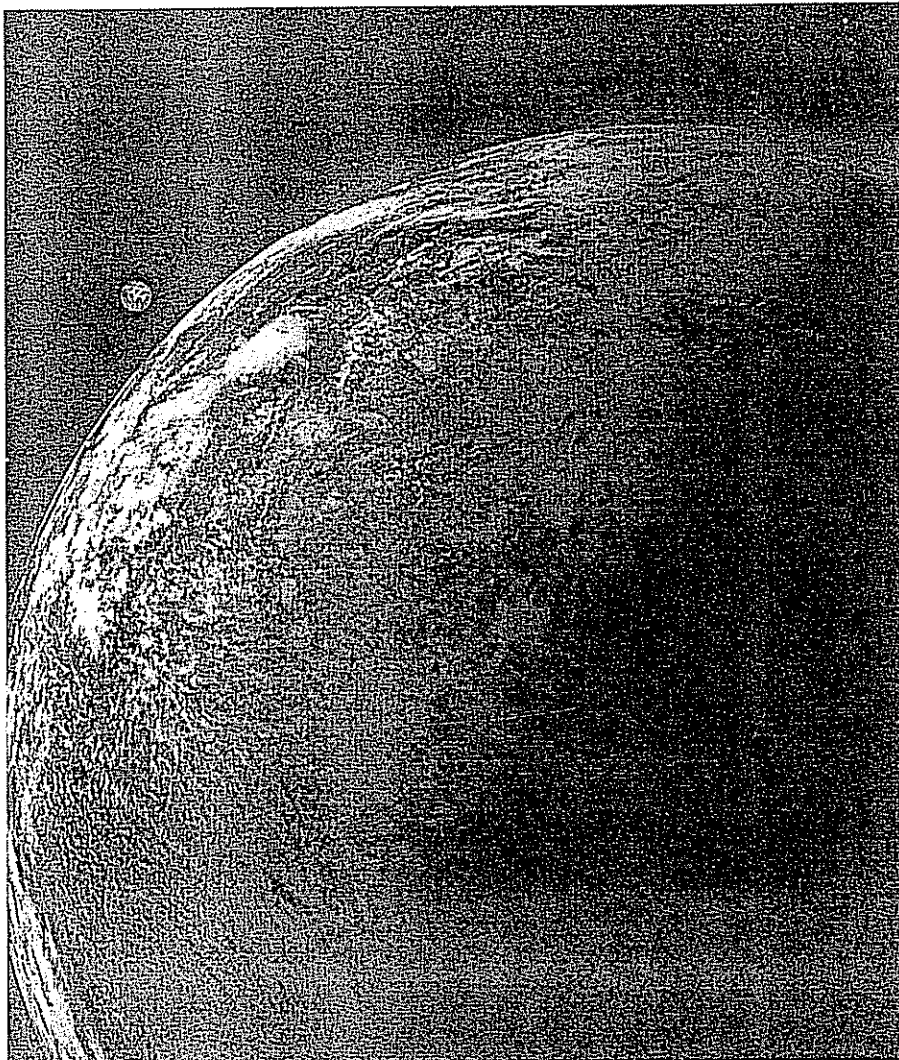
Nuevos estudios científicos defienden que hay otros universos posibles que podrían ser también habitables. / ISO PRESS PHOTO

En la caja hay un contador Geiger (capaz de detectar las partículas alfa de la desintegración) conectado a un martillo suspendido sobre una ampolla de gas mostaza. Si a cualquier átomo de uranio le da por desintegrarse en el próximo segundo, añádselo. Pero, hasta que no abramos la caja, no tenemos forma de saber si el gato está vivo o muerto. Sólo sabemos que hay una probabilidad del 50% de que esté vivo y otra del 50% de que esté muerto.

Pero, según la física cuántica,

el átomo de uranio está 50% intacto y 50% desintegrado a la vez. Luego el gato está 50% vivo y 50% muerto a la vez. Por supuesto, al abrir la caja veremos que el gato está vivo, o que está muerto. Y si está vivo, ¿dónde está el 50% de gato muerto que coexistía con el hasta que abrimos la caja? Para Schrödinger, esta consecuencia absurda de la interpretación probabilística del mundo subatómico demostraba que esa interpretación era incorrecta. Dios no juega a los dados.

El físico alemán Dieter Zeh, sin embargo, se dio cuenta en 1970 de que había una trampa en la paradoja de Schrödinger. El estado mágico en el que las probabilidades se superponen (ese gato que está 50% vivo y 50% muerto



simultáneamente) existe, pero es muy frágil. Una simple molécula de aire que choque con el gato basta para destruir la magia. El gato vivo-muerto se ramifica en un gato vivo y un gato muerto que ya no se pueden comunicar entre sí.

Pero, una vez perdida la coherencia, ¿dónde están los dos gatos, el vivo y el muerto? El estudiante Hugh Everett III propuso la solución en 1957, al leer su tesis doctoral: ambos gatos existen, pero en dos universos paralelos. En el primer universo, tú abres la caja, ves el gato muerto y te preguntas dónde está el gato vivo. En el otro, ves el gato vivo y te preguntas dónde está el gato muerto.

"En esta misma habitación", escribe el físico teórico Michio

### Smolin defiende que de cada agujero negro puede surgir un universo similar

### La vida no sería como la conocemos, los océanos serían de agua pesada

Yaku, "coexisten mundos donde los alemanes ganaron la II Guerra Mundial, donde los extraterrestres nos han visitado desde el espacio exterior, donde usted no ha nacido". Otro físico, Frank Wil-

czek, añade: "Una infinidad de copias levemente diferentes de nosotros mismos están por ahí viviendo sus vidas paralelas, y en cada momento surgen nuevos duplicados que van ocupando nuestros muchos futuros alternativos".

El núcleo atómico se compone de protones y neutrones, que a su vez están hechos de quarks. El protón y el neutrón tienen masas muy similares, pero no idénticas: el neutrón es un 0,1% más pesado que el protón. Ese porcentaje se puede alterar (imaginariamente) jugando con las masas de los quarks, y así lo ha hecho el equipo de Jenkins.

Si la diferencia de masas creciera levemente, desaparecerían los átomos fundamentales para la

química orgánica, como el carbono y el oxígeno. Y si la situación se invirtiera, haciendo el protón más pesado que el neutrón, ni siquiera existiría el átomo más simple, el hidrógeno, con un solo protón y ningún neutrón. Esta es una manifestación más del principio antrópico.

Pero, nuevamente, hay múltiples salidas que nadie había considerado hasta ahora. Cada elemento químico existe en varias formas, o isótopos, todos con el mismo número de protones, pero con algunos neutrones más o menos. El hidrógeno, por ejemplo, siempre tiene un solo protón, pero puede contener además un neutrón (se llama entonces deuterio) o dos (tritio). El hidrógeno común, no tiene ninguno.

Y esos dos isótopos pesados del hidrógeno sí serían estables en un intervalo de condiciones más amplia. Lo mismo vale para algunos isótopos del carbono y el oxígeno. Según los cálculos de Jenkins, la relación de masas entre el protón y el neutrón no sólo puede crecer 20 veces respecto a nuestro universo (del 0,1% hasta el 2%), sino incluso invertirse hasta que el protón pese un 1% más que el neutrón. En todos esos universos habría formas estables del hidrógeno, el carbono y el oxígeno.

¿Quiere decir eso que podría haber vida? Jenkins y Perez creen que sí, aunque no sería exactamente la vida que conocemos. Los océanos, por ejemplo, estarían hechos de agua pesada (la versión del H<sub>2</sub>O en que los dos H son deuterio o tritio). Pero nada de esto parece un obstáculo insalvable para la evolución biológica.

La historia de la ciencia ha implicado hasta ahora nuestra expulsión progresiva del paraíso, o del centro geométrico de la creación. Copérnico y su modelo heliocéntrico son un caso bien conocido de expulsión, pero también frustrado en cierta medida, porque el paraíso se reencarnó enseguida en la forma de un sistema solar que abarcaba el universo entero.

Cuando se pudieron calcular las distancias a las estrellas, quedó claro que la creación era miles de veces mayor que nuestro sistema solar, pero entonces fue la Vía Láctea, nuestra galaxia, la que ocupó todo el cosmos. En las primeras décadas del siglo XX, los astrónomos descubrieron con perplejidad que ciertos objetos celestes, las nebulosas, eran en reali-

La idea de que éste es el único universo habitable se basaba en una sola constante

La vida sería posible sin la fuerza débil, responsable de la radioactividad

dad galaxias enteras y verdaderas, pero todo el mundo supuso entonces que la Vía Láctea era la mayor y principal entre todas ellas.

Ahora que vivimos en un arrabal perfectamente vulgar de un cosmos tan enorme que ni la imaginación puede abarcarlo, sólo el propio cosmos puede ser especial, y por eso el principio antrópico se puede ver como la última reencarnación del paraíso. Pero la historia de la ciencia se repite. Parecemos condenados a ser cada vez menos especiales.

**EL PAÍS.COM**

Participe  
¿Cree en la existencia de universos paralelos?

REPORTAJE: vida&amp;artes

## Hay otros mundos posibles

La idea de que las leyes físicas están finamente ajustadas para permitir la vida es errónea - Otros universos muy distintos serían también habitables

JAVIER SAMPEDRO 17/01/2010

Los físicos llevan décadas perplejos por la inverosímil precisión con que parecen ajustadas las constantes fundamentales de nuestro cosmos. Por ejemplo, bastaría aumentar en un 0,2% la masa del protón para que fuera imposible construir un solo átomo.

Los físicos llevan décadas perplejos por la inverosímil precisión con que parecen ajustadas las constantes fundamentales de nuestro cosmos. Por ejemplo, bastaría aumentar en un 0,2% la masa del protón para que fuera imposible construir un solo átomo. Sin átomos no habría estrellas ni planetas, ni por tanto seres vivos. De modo similar, si la fuerza que mantiene unido el núcleo de los átomos (la fuerza nuclear *fuerte*, para distinguirla de la *débil*) tuviera una magnitud ligeramente diferente, las estrellas no habrían podido *cocinar* el carbono en que se fundamenta toda la materia orgánica.

Otras constantes físicas también parecen tener el valor adecuado, dentro de unos márgenes muy estrechos, para permitir la evolución de la vida. Entre ellas están la vida media del neutrón, la masa del electrón o la magnitud de la gravedad y las demás fuerzas fundamentales de la naturaleza. Parecemos vivir en el único universo habitable. Los físicos suelen llamar a esta idea el "principio antrópico", un nombre no sólo confuso, sino casi cabalístico.

Es curioso que el primer científico en utilizar un argumento *antrópico* de ese tipo no fuera un físico, sino un naturalista, y más curioso aún que se tratara de Alfred Russell Wallace, codescubridor junto a Darwin de la evolución por selección natural. Wallace escribió en 1904: "Es posible que un universo tan enorme y complejo como el que vemos a nuestro alrededor sea un requerimiento absoluto para producir un mundo adaptado en todo detalle para que la vida se desarrolle ordenadamente y culmine en el hombre".

Pero todos estos argumentos se basan en cálculos que modifican una sola constante fundamental, dejando igual todas las demás. Los estudios de Alejandro Jenkins, de la Universidad Estatal de Florida, y Gilad Perez, del Instituto Weizmann en Rehovot, Israel, muestran ahora que las cosas son muy diferentes si se alteran varias constantes a la vez.

Según estos físicos, hay muchos otros conjuntos de leyes físicas que son compatibles con la vida. Es decir, que hay otros universos posibles que son también habitables. Jenkins y Perez han presentado sus teorías en *Physical Review D* (agosto de 2006 y marzo de 2009) y *Scientific American* (enero de 2010).

Un caso muy notable son los universos sin fuerza nuclear débil (o universos *weakless*, como ellos los llaman), una de las cuatro fuerzas fundamentales de la física junto a la gravedad, el electromagnetismo y la fuerza nuclear fuerte mencionada antes. La fuerza débil es responsable de la radiactividad, lo que incluye la conversión de protones en neutrones (que emite radiación).

La fuerza débil fue necesaria poco después del Big Bang para que los primitivos grupos de cuatro protones se convirtieran en átomos de helio, formados por dos protones y dos neutrones. Pocas cosas parecen tan poco *negociables* en la física.

Sin embargo, Perez y su equipo han diseñado un universo con sólo tres de las fuerzas fundamentales, eliminando por completo la fuerza nuclear débil. Aunque ello requiere ajustar varios parámetros del modelo estándar de la física de partículas, el resultado es que las tres fuerzas restantes se comportan igual que en nuestro universo.

También la masa de los quarks es la misma. Los quarks son las partículas elementales que constituyen a los protones y los neutrones, y por tanto a todos los núcleos atómicos. En el universo sin fuerza débil de Perez, los núcleos de helio se construyen de otra forma (a partir de la fusión de dos tipos de hidrógeno). Pero forman estrellas de todos modos, que es de lo que se trata.

## Hay otros mundos posibles

Las estrellas vivirían menos (nuestro Sol estaría ya hacia el final de su vida) y brillarían menos, por lo que la Tierra tendría que estar seis veces más cerca del Sol, y éste les parecería enorme a sus habitantes. Pero el caso es que podría haber habitantes.

Los movimientos de los continentes y la actividad volcánica se deben también a la desintegración radiactiva del uranio subterráneo, luego en el universo de Perez no habría nada de eso. Sin embargo, la química sería muy similar a la nuestra, si bien "la tabla periódica sólo llegaría hasta el hierro", como dice el físico.

Una solución a la paradoja del principio antrópico ha sido propuesta por el físico teórico Lee Smolin, del Perimeter Institute de Waterloo (Canadá). Consciente de que la selección natural de Darwin (y Russell) es una teoría capaz de generar diseños sin necesidad de un diseñador, Smolin ha tomado prestada la idea para eliminar la necesidad de diseño que parece implicar el principio antrópico.

Muchas estrellas acaban sus días colapsándose para formar un agujero negro, y de cada agujero negro - propone Smolin- puede surgir un nuevo universo con unas leyes físicas similares, aunque no idénticas, a las del universo anterior.

Si esas leyes son incompatibles con la formación de estrellas, el nuevo universo se habrá quedado sin gónadas: no hay estrellas, no hay agujeros negros, no hay nuevos universos hijos. Los universos que mejor se reproducen son, por definición, los que tienen las leyes físicas más adecuadas para la formación de estrellas, y por tanto de seres vivos.

Naturalmente, esta idea implica que existen innumerables universos. Pero esto es algo que muchos físicos creen probable de todos modos, y por otras razones. Esta línea de pensamiento arranca de otra paradoja: el gato de Schrödinger.

El gran físico Erwin Schrödinger ideó esta paradoja porque, al igual que Einstein, no podía creer que Dios jugara a los dados con el mundo. Un gato está encerrado en una caja junto a un trocito de uranio radiactivo. Un átomo de uranio puede desintegrarse, pero no hay forma de predecir cuándo. Todo lo que la física cuántica nos permite saber es cuál es la probabilidad de que se desintegre en un plazo dado: digamos, por ejemplo, que hay una probabilidad del 50% de que cualquier átomo del trocito de uranio se desintegre en el próximo segundo.

En la caja hay un contador Geiger (capaz de detectar las partículas alfa de la desintegración) conectado a un martillo suspendido sobre una ampolla de gas mostaza. Si a cualquier átomo de uranio le da por desintegrarse en el próximo segundo, adiós gato. Pero, hasta que no abramos la caja, no tenemos forma de saber si el gato está vivo o muerto. Sólo sabemos que hay una probabilidad del 50% de que esté vivo y otra del 50% de que esté muerto.

Pero, según la física cuántica, el átomo de uranio está 50% intacto y 50% desintegrado a la vez. Luego el gato está 50% vivo y 50% muerto a la vez. Por supuesto, al abrir la caja veremos que el gato está vivo, o que está muerto. Y si está vivo, ¿dónde está el 50% de gato muerto que coexistía con él hasta que abrimos la caja? Para Schrödinger, esta consecuencia absurda de la interpretación probabilística del mundo subatómico demostraba que esa interpretación era incorrecta. Dios no juega a los dados.

El físico alemán Dieter Zeh, sin embargo, se dio cuenta en 1970 de que había una trampa en la paradoja de Schrödinger. El estado mágico en el que las probabilidades se superponen (ese gato que está 50% vivo y 50% muerto simultáneamente) existe, pero es muy frágil. Una simple molécula de aire que choque con el gato basta para destruir la magia. El gato vivo-muerto se ramifica en un gato vivo y un gato muerto que ya no se pueden comunicar entre sí.

Pero, una vez perdida la coherencia, ¿dónde están los dos gatos, el vivo y el muerto? El estudiante Hugh Everett III propuso la solución en 1957, al leer su tesis doctoral: ambos gatos existen, pero en dos universos paralelos. En el primer universo, tú abres la caja, ves el gato muerto y te preguntas dónde está el gato vivo. En el otro, ves el gato vivo y te preguntas dónde está el gato muerto.

"En esta misma habitación", escribe el físico teórico Michio Kaku, "coexisten mundos donde los alemanes ganaron la II Guerra Mundial, donde los extraterrestres nos han visitado desde el espacio exterior, donde usted no ha nacido". Otro físico, Frank Wilczek, añade: "Una infinidad de copias levemente diferentes de nosotros mismos están por ahí viviendo sus vidas paralelas, y en cada momento surgen nuevos duplicados que van ocupando nuestros muchos futuros alternativos".

El núcleo atómico se compone de protones y neutrones, que a su vez están hechos de quarks. El protón y el

neutrón tienen masas muy similares, pero no idénticas: el neutrón es un 0,1% más pesado que el protón. Ese porcentaje se puede alterar (imaginariamente) jugando con las masas de los quarks, y así lo ha hecho el equipo de Jenkins.

Si la diferencia de masas creciera levemente, desaparecerían los átomos fundamentales para la química orgánica, como el carbono y el oxígeno. Y si la situación se invirtiera, haciendo al protón más pesado que el neutrón, ni siquiera existiría el átomo más simple, el hidrógeno, con un solo protón y ningún neutrón. Ésta es una manifestación más del principio antrópico.

Pero, nuevamente, hay múltiples salidas que nadie había considerado hasta ahora. Cada elemento químico existe en varias formas, o isótopos, todos con el mismo número de protones, pero con algunos neutrones más o menos. El hidrógeno, por ejemplo, siempre tiene un solo protón, pero puede contener además un neutrón (se llama entonces deuterio) o dos (tritio). El hidrógeno común no tiene ninguno.

Y esos dos isótopos *pesados* del hidrógeno sí serían estables en un intervalo de condiciones más amplio. Lo mismo vale para algunos isótopos del carbono y el oxígeno. Según los cálculos de Jenkins, la relación de masas entre el protón y el neutrón no sólo puede crecer 20 veces respecto a nuestro universo (del 0,1% hasta el 2%), sino incluso invertirse hasta que el protón pese un 1% más que el neutrón. En todos esos universos habría formas estables del hidrógeno, el carbono y el oxígeno.

¿Quiere decir eso que podría haber vida? Jenkins y Perez creen que sí, aunque no sería exactamente la vida que conocemos. Los océanos, por ejemplo, estarían hechos de agua pesada (la versión del H<sub>2</sub>O en que los dos H son deuterio o tritio). Pero nada de esto parece un obstáculo insalvable para la evolución biológica.

La historia de la ciencia ha implicado hasta ahora nuestra expulsión progresiva del paraíso, o del centro geométrico de la creación. Copérnico y su modelo heliocéntrico son un caso bien conocido de expulsión, pero también frustrado en cierta medida, porque el paraíso se reencarnó enseguida en la forma de un sistema solar que abarcaba el universo entero.

Cuando se pudieron calcular las distancias a las estrellas, quedó claro que la creación era miles de veces mayor que nuestro sistema solar, pero entonces fue la Vía Láctea, nuestra galaxia, la que ocupó todo el cosmos. En las primeras décadas del siglo XX, los astrónomos descubrieron con perplejidad que ciertos objetos celestes, las nebulosas, eran en realidad galaxias enteras y verdaderas, pero todo el mundo supuso entonces que la Vía Láctea era la mayor y principal entre todas ellas.

Ahora que vivimos en un arrabal perfectamente vulgar de un cosmos tan enorme que ni la imaginación puede abarcarlo, sólo el propio cosmos puede ser especial, y por eso el principio antrópico se puede ver como la última reencarnación del paraíso. Pero la historia de la ciencia se repite. Parecemos condenados a ser cada vez menos especiales.

## Según investigaciones del Instituto Weizman Los murciélagos al volar aplican leyes de la física

La mejor manera de seguir la pista a un objeto en movimiento con una linterna podría ser apuntarla a un costado, alcanzando el objeto con el borde del haz en vez de con el centro. Nuevas investigaciones en el Instituto Científico Weizman revelan que los murciélagos, que "ven" mediante haces de ondas sonoras, ladean sus haces en forma descentrada cuando quieren localizar un objeto. La investigación, que fue publicada hace poco en la revista Science, muestra que esta estrategia es la más eficaz para localizar objetos.

El Dr. Najum Ulanovsky y el becario postdoctoral Dr. Iosi Yovel del Departamento de Neurobiología del Instituto sabían que el sonar del murciélago (o ecolocalización) obedece las mismas leyes físicas que el sonar de un submarino. Los murciélagos (o los barcos) emiten un sonido y escuchan el eco, calculando de manera exacta el tipo y ubicación de los objetos que se encuentran a su alrededor según los cambios en las ondas de sonido al ser reflejadas. Sin embargo, existe un compromiso entre detección y localización.

Ulanovsky y Yovel, en colaboración con la profesora Cynthia Moss y el estudiante de investigación Ben Falk de la Universidad de Maryland, entrenaron murciélagos para localizar y aterrizar en una esfera negra colocada al azar en una habitación totalmente a



oscuras, usando solamente la ecolocalización. Una hilera de micrófonos especiales ubicados alrededor de las paredes de la habitación siguieron las ondas sonoras de los murciélagos, mientras dos cámaras de video infrarrojas siguieron sus patrones de vuelo.

Los murciélagos frugívoros egipcios producen sus señales en el laboratorio de Ula-

novsky con pares de chasquidos. Los investigadores identificaron un patrón: el primer par de chasquidos apuntaba primero a la izquierda, y luego a la derecha, y el segundo par apuntaba primero a la derecha, luego a la izquierda. A medida que los murciélagos se acercaban para aterrizar, continuaban lanzando sus haces de sonido a los lados de la esfera alternadamente, precisamente al lugar en donde una fórmula matemática para detección de sonares predecía serían más eficaces. Como la esfera era fácilmente detectable, la estrategia óptima del murciélago era una de localización.

Muchos tipos de sensaciones, desde la ecolocalización en los delfines al olfato de los sabuesos, y hasta los movimientos de los ojos en los seres humanos, están basados en algún tipo de mecanismo sensorial activo.

Ulanovsky y Yovel consideran que lo que funciona para los murciélagos podría también ser válido para otros animales; "el sentir el gradiente" podría jugar un papel importante en todos estos y otros casos. ■

## Nuevo método para el trasplante de médula ósea

Aunque los trasplantes de médula ósea han sido por mucho tiempo estándar en el tratamiento de la leucemia aguda, tales tratamientos dependen todavía de la compatibilidad exacta entre donante y paciente. Recientemente, científicos de la Universidad de Perugia, Italia, y del Instituto Científico Weizman de Rejovot han realizado mejoras en un método para trasplantar células madre de médula ósea a partir de un donante no compatible, haciendo más seguro su uso cuando no existe compatibilidad exacta.

Estos científicos fueron invitados a presentar sus resultados en la reciente Conferencia Anual de la Sociedad Americana de Hematología, realizada en Nueva Orleans.

Hace más de una década, el profesor Iair Reisner, del Departamento de Inmunología del Instituto Weizman, estableció un nuevo método para trasplantar células madre de parientes que poseyeran compatibilidad parcial. Basándose en tales estudios (en ratones), se unió al Prof. Massimo F. Martelli, jefe de la Sección de Hematología e Inmunología Clínica de la Universidad de Perugia, para demostrar en más de 300 pacientes que la tasa de curación de los llamados trasplantes de "mega dosis" es similar a la de los trasplantes de donantes compatibles no parientes, seleccionados de los registros internacionales de donantes de médula ósea.

Para combatir la tendencia del cuerpo a rechazar las células extrañas, estas células madre son separadas de las células inmunes llamadas "células T" y son administradas en dosis altas que abruma al sistema inmune del huésped. A pesar de que la eliminación de las células T de la médula ósea donada reduce el riesgo de la enfermedad del injerto contra el huésped -el cual se produce cuando las células T atacan los tejidos del receptor- el sistema inmune se recupera lentamente luego del trasplante, dejando al paciente en riesgo de infección grave.

Los médicos enfrentan así una elección difícil: o bien eliminar las células T de la médula ósea, aumentando el riesgo de infección, o dejar las células T en el injerto, poniendo al paciente en riesgo de la patología letal del injerto contra el huésped. Martelli, en colaboración con Reisner, ha encontrado una "manera" de facilitar la recuperación de la respuesta inmunológica en receptores



de trasplantes de médula ósea depurada de células T. En un ensayo clínico, 25 de 26 pacientes de leucemia y linfoma que recibieron trasplantes de mega dosis de células madre no compatibles con células T depuradas de parientes mostraron una rápida recuperación inmunológica, y sus sistemas inmunes continuaban funcionando bien varios meses después. Los científicos sabían que ciertas células T reguladoras (T regs), en lugar de causar la enfermedad del injerto contra el huésped, podrían ayudar en realidad a evitarla en ratones. Las T regs también habían mostrado tener control sobre otras respuestas inmunes, incluyendo evitar ataques autoinmunes sobre las propias células del cuerpo. En este estudio, después de depurar las T reguladoras de la sangre del donante, las células fueron administradas por vía endovenosa a los pacientes con cáncer, quienes previamente habían sido sometidos a tratamientos estándar de radiación y quimioterapia. Tres días después los pacientes recibieron las células madre de donantes, junto con otro tipo de células T, aquellas que combaten esta patología.

Los pacientes sometidos a este tratamiento mostraron mejoras rápidas y duraderas en la actividad inmune, la mayoría de los cuales no experimentaron síntomas a pesar de haber recibido grandes dosis de células T, que se asocian generalmente con la enfermedad letal del injerto contra el huésped.

Antes de que el procedimiento pueda ser adoptado en forma general, serán necesarios seguimientos de estos pacientes y estudios clínicos adicionales. Sin embargo, estos resultados sugieren que las células T regs utilizadas en células madre administradas en mega dosis mejorarán aún más la tasa de curación de pacientes con trasplante de médula ósea que no posean un donante compatible en la familia. ■



# Hay otros mundos posibles

La idea de que las leyes físicas están finamente ajustadas para permitir la vida es errónea. Otros universos muy distintos serían también habitables

JAVIER SAMPEDRO

Los físicos llevan décadas perplejos por la inverosímil precisión con que parecen ajustadas las constantes fundamentales de nuestro cosmos. Por ejemplo, bastaría aumentar en un 0,2% la masa del protón para que fuera imposible construir un solo átomo. Sin átomos no habría estrellas ni planetas, ni por tanto seres vivos. De modo similar, si la fuerza que mantiene unido el núcleo de los átomos (la fuerza nuclear fuerte, para distinguirla de la débil) tuviera una magnitud ligeramente diferente, las estrellas no habrían podido cocinar el carbono en que se fundamenta toda la materia orgánica.

Otras constantes físicas también parecen tener el valor adecuado, dentro de unos márgenes muy estrechos, para permitir la evolución de la vida. Entre ellas están la vida media del neutrón, la masa del electrón o la magnitud de la gravedad y las demás fuerzas fundamentales de la naturaleza. Parecemos vivir en el único universo habitable. Los físicos suelen llamar a esta idea el "principio antrópico", un nombre no sólo confuso, sino casi cabalístico.

Es curioso que el primer científico en utilizar un argumento antrópico de ese tipo no fuera un físico, sino un naturalista, y más curioso aún que se tratara de Alfred Russell Wallace, codescubridor junto a Darwin de la evolución por selección natural. Wallace escribió en 1904: "Es posible que un universo tan enorme y complejo como el que vemos a nuestro alrededor sea un requerimiento absoluto para producir un mundo adaptado en todo detalle para que la vida se desarrolle ordenadamente y culmine en el hombre".

Pero todos estos argumentos se basan en cálculos que modifican una sola constante fundamental, dejando igual todas las demás. Los estudios de Alejandro Jenkins, de la Universidad Estatal de Florida, y Gilad Perez, del Instituto Weizmann en Rehovot, Israel, muestran ahora que las cosas son muy diferentes si se alteran varias constantes a la vez.

Según estos físicos, hay muchos otros conjuntos de leyes físicas que son compatibles con la vida. Es decir, que hay otros universos posibles que son también habitables. Jenkins y Perez han

presentado sus teorías en *Physical Review D* (agosto de 2006 y marzo de 2009) y *Scientific American* (enero de 2010).

Un caso muy notable son los universos sin fuerza nuclear débil (o universos *weakless*, como ellos los llaman), una de las cuatro fuerzas fundamentales de la física junto a la gravedad, el electromagnetismo y la fuerza nuclear fuerte mencionada antes. La fuerza débil es responsable de la radiactividad, lo que incluye la conversión de protones en neutrones (que emite radiación).

La fuerza débil fue necesaria poco después del Big Bang para que los primitivos grupos de cuatro protones se convirtieran en átomos de helio, formados por dos protones y dos neutrones. Pocas cosas parecen tan poco negociables en la física.

Sin embargo, Perez y su equipo han diseñado un universo con sólo tres de las fuerzas fundamentales, eliminando por completo la fuerza nuclear débil. Aunque ello requiere ajustar varios parámetros del modelo estándar de la física.

**Expertos ven posible un universo con tres de las cuatro fuerzas fundamentales**

**Las estrellas vivirían menos, por lo que la Tierra estaría mucho más cerca del sol**

ca de partículas, el resultado es que las tres fuerzas restantes se comportan igual que en nuestro universo.

También la masa de los quarks es la misma. Los quarks son las partículas elementales que constituyen a los protones y los neutrones, y por tanto a todos los núcleos atómicos. En el universo sin fuerza débil de Perez, los núcleos de helio se construyen de otra forma (a partir de la fusión de dos tipos de hidrógeno). Pero forman estrellas de todos modos, que es de lo que se trata.

Las estrellas vivirían menos (nuestro Sol estaría ya hacia el final de su vida) y brillarían menos, por lo que la Tierra tendría que estar seis veces más cerca del Sol, y éste le parecería enorme a sus

habitantes. Pero el caso es que podría haber habitantes.

Los movimientos de los continentes y la actividad volcánica se deben también a la desintegración radiactiva del uranio subterráneo, luego en el universo de Perez no habría nada de eso. Sin embargo, la química sería muy similar a la nuestra, si bien "la tabla periódica sólo llegaría hasta el hierro", como dice el físico.

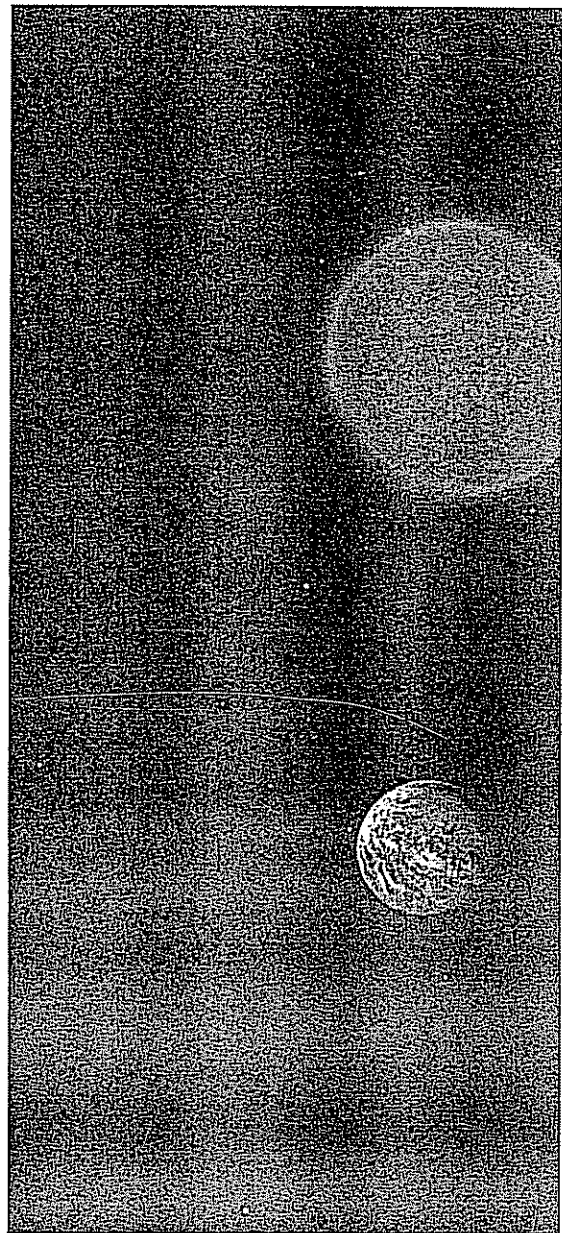
Una solución a la paradoja del principio antrópico ha sido propuesta por el físico teórico Lee Smolin, del Perimeter Institute de Waterloo (Canadá). Consciente de que la selección natural de Darwin (y Russell) es una teoría capaz de generar diseños sin necesidad de un diseñador, Smolin ha tomado prestada la idea para eliminar la necesidad de diseño que parece implicar el principio antrópico.

Muchas estrellas acaban sus días colapsándose para formar un agujero negro, y de cada agujero negro —propone Smolin— puede surgir un nuevo universo con unas leyes físicas similares, aunque no idénticas, a las del universo anterior.

Si esas leyes son incompatibles con la formación de estrellas, el nuevo universo se habrá quedado sin gónadas: no hay estrellas, no hay agujeros negros, no hay nuevos universos hijos. Los universos que mejor se reproducen son, por definición, los que tienen las leyes físicas más adecuadas para la formación de estrellas, y por tanto de seres vivos.

Naturalmente, esta idea implica que existen innumerables universos. Pero esto es algo que muchos físicos creen probable de todos modos, y por otras razones. Esta línea de pensamiento arranca de otra paradoja: el gato de Schrödinger.

El gran físico Erwin Schrödinger ideó esta paradoja porque, al igual que Einstein, no podía creer que Dios jugara a los dados con el mundo. Un gato está encerrado en una caja junto a un trocito de uranio radiactivo. Un átomo de uranio puede desintegrarse, pero no hay forma de predecir cuándo. Todo lo que la física cuántica nos permite saber es cuál es la probabilidad de que se desintegre en un plazo dado: digamos, por ejemplo, que hay una probabilidad del 50% de que cualquier átomo del trocito de uranio se desintegre en el próximo segundo.



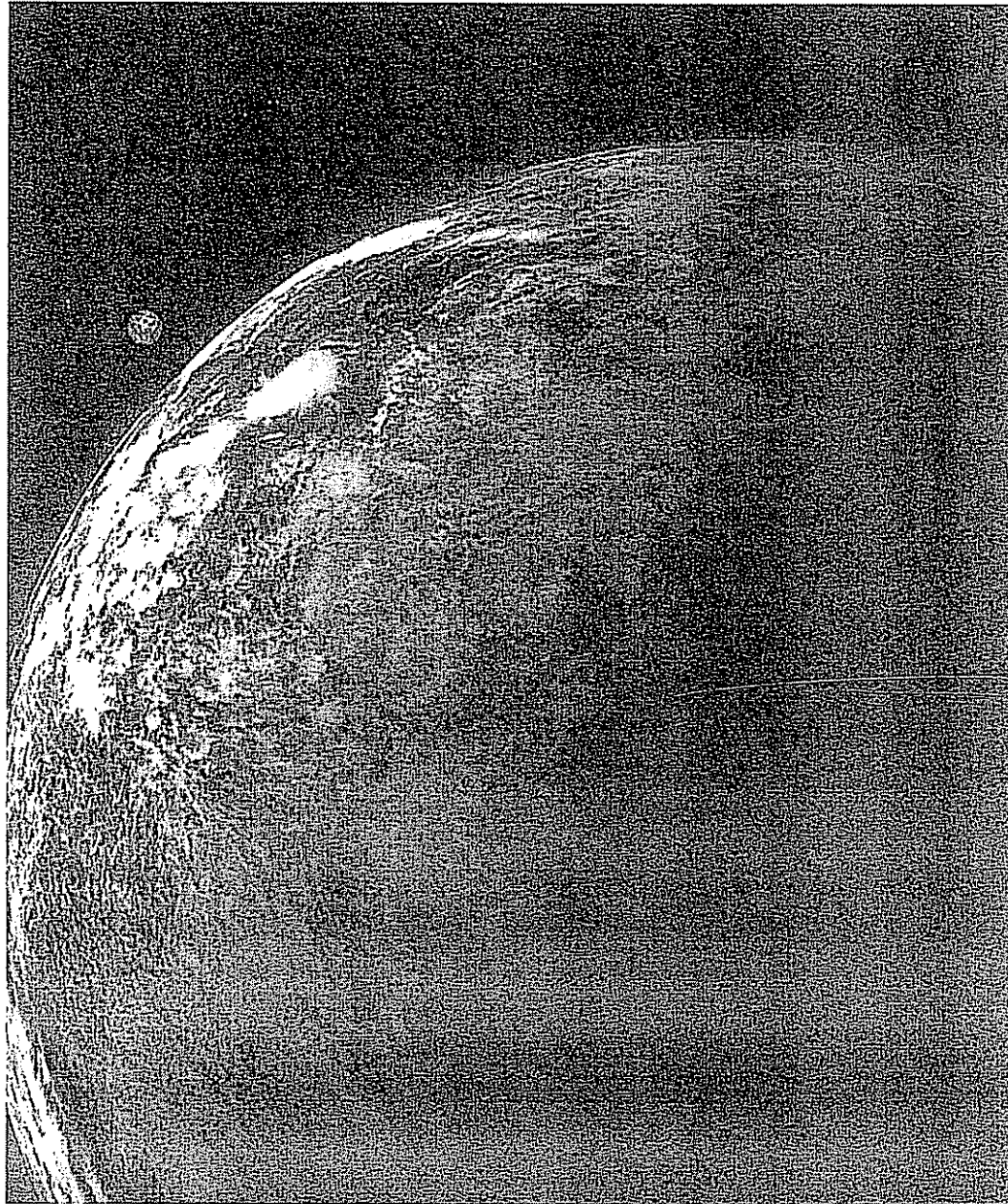
Nuevos estudios científicos defienden que hay otros universos posibles que podrían ser también habitables. /ESO PRESS PHOTO

el átomo de uranio está 50% intacto y 50% desintegrado a la vez. Luego el gato está 50% vivo y 50% muerto a la vez. Por supuesto, al abrir la caja veremos que el gato está vivo, o que está muerto. Y si está vivo, ¿dónde está el 50% de gato muerto que coexistía con él hasta que abrimos la caja? Para Schrödinger, esta consecuencia absurda de la interpretación probabilística del mundo subatómico demostraba que esa interpretación era incorrecta. Dios no juega a los dados.

En la caja hay un contador Geiger (capaz de detectar las partículas alfa de la desintegración) conectado a un martillo suspendido sobre una ampolla de gas mostaza. Si a cualquier átomo de uranio le da por desintegrarse en el próximo segundo, adiós gato. Pero, hasta que no abramos la caja, no tenemos forma de saber si el gato está vivo o muerto. Sólo sabemos que hay una probabilidad del 50% de que esté vivo y otra del 50% de que esté muerto.

Pero, según la física cuántica,

El físico alemán Dieter Zeh, sin embargo, se dio cuenta en 1970 de que había una trampa en la paradoja de Schrödinger. El estado mágico en el que las probabilidades se superponen (ese gato que está 50% vivo y 50% muerto



Y esos dos isótopos pesados del hidrógeno si serían estables en un intervalo de condiciones más amplia. Lo mismo vale para algunos isótopos del carbono y el oxígeno. Según los cálculos de Jenkins, la relación de masas entre el protón y el neutrón no sólo puede crecer 20 veces respecto a nuestro universo (del 0,1% hasta el 2%), sino incluso invertirse hasta que el protón pese un 1% más que el neutrón. En todos esos universos habría formas estables del hidrógeno, el carbono y el oxígeno. ¿Quiere decir eso que podría haber vida? Jenkins y Perez creen que sí, aunque no sería exactamente la vida que conocemos. Los océanos, por ejemplo, estarían hechos de agua pesada (la versión del H<sub>2</sub>O en que los dos H son deuterio o tritio). Pero nada de esto parece un obstáculo insalvable para la evolución biológica.

La historia de la ciencia ha implicado hasta ahora nuestra expulsión progresiva del paraíso, o del centro geométrico de la creación. Copérnico y su modelo heliocéntrico son un caso bien conocido de expulsión, pero también frustrado en cierta medida, porque el paraíso se reencarnó enseguida en la forma de un sistema solar que abarcaba el universo entero.

Cuando se pudieron calcular las distancias a las estrellas, quedó claro que la creación era miles de veces mayor que nuestro sistema solar, pero entonces fue la Vía Láctea, nuestra galaxia, la que ocupó todo el cosmos. En las primeras décadas del siglo XX, los astrónomos descubrieron con perplejidad que ciertos objetos celestes, las nebulosas, eran en reali-

La idea de que éste es el único universo habitable se basaba en una sola constante

La vida sería posible sin la fuerza débil, responsable de la radioactividad

simultáneamente) existe, pero es muy frágil. Una simple molécula de aire que choque con el gato basta para destruir la magia. El gato vivo-muerto se ramifica en un gato vivo y un gato muerto que ya no se pueden comunicar entre sí.

Pero, una vez perdida la coherencia, ¿dónde están los dos gatos, el vivo y el muerto? El estudiante Hugh Everett III propuso la solución en 1957, al leer su tesis doctoral: ambos gatos existen, pero en dos universos paralelos. En el primer universo, tú abres la caja, ves el gato muerto y te preguntas dónde está el gato vivo. En el otro, ves el gato vivo y te preguntas dónde está el gato muerto.

"En esta misma habitación", escribe el físico teórico Michio

**Smolin defiende que de cada agujero negro puede surgir un universo similar**

**La vida no sería como la conocemos, los océanos serían de agua pesada**

Kaku, "coexisten mundos donde los alemanes ganaron la II Guerra Mundial, donde los extraterrestres nos han visitado desde el espacio exterior, donde usted no ha nacido". Otro físico, Frank Wil-

czek, añade: "Una infinidad de copias levemente diferentes de nosotros mismos están por ahí viviendo sus vidas paralelas, y en cada momento surgen nuevos duplicados que van ocupando nuestros muchos futuros alternativos".

El núcleo atómico se compone de protones y neutrones, que a su vez están hechos de quarks. El protón y el neutrón tienen masas muy similares, pero no idénticas: el neutrón es un 0,1% más pesado que el protón. Ese porcentaje se puede alterar (imaginariamente) jugando con las masas de los quarks, y así lo ha hecho el equipo de Jenkins.

Si la diferencia de masas creciera levemente, desaparecerían los átomos fundamentales para la

química orgánica, como el carbono y el oxígeno. Y si la situación se invirtiera, haciendo al protón más pesado que el neutrón, ni siquiera existiría el átomo más simple, el hidrógeno, con un solo protón y ningún neutrón. Ésta es una manifestación más del principio antrópico.

Pero, nuevamente, hay múltiples salidas que nadie había considerado hasta ahora. Cada elemento químico existe en varias formas, o isótopos, todos con el mismo número de protones, pero con algunos neutrones más o menos. El hidrógeno, por ejemplo, siempre tiene un solo protón, pero puede contener además un neutrón (se llama entonces deuterio) o dos (tritio). El hidrógeno común no tiene ninguno.

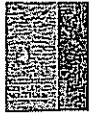
dad galaxias enteras y verdaderas, pero todo el mundo supuso entonces que la Vía Láctea era la mayor y principal entre todas ellas.

Ahora que vivimos en un arrabal perfectamente vulgar de un cosmos tan enorme que ni la imaginación puede abarcarlo, sólo el propio cosmos puede ser especial, y por eso el principio antrópico se puede ver como la última reencarnación del paraíso. Pero la historia de la ciencia se repite. Parecemos condenados a ser cada vez menos especiales.

**EL PAÍS.COM**

Participa

¿Cree en la existencia de universos paralelos?



Texto Jordi Jarque  
Fotos Mauricio Salinas

Quien más quien menos quisiera vivir sin tensiones, aminorar el ritmo del día a día y sentirse más relajado. Y para conseguir esta cuasi utopía hay consejos de todo tipo ofrecidos desde las ramas más diversas relacionadas con la psicología, la neurología y la fisiología. No cabe duda que la disciplina mental para relajarse tiene su importancia, pero también entra en juego el entorno, las circunstancias. Contemplar un paisaje puede relajar, ver una pelea, no. El tañer de las campanas también invitan a dejarse ir (siempre que sean unos pocos minutos); los gritos de alguien enfadado, parece que no. Los órganos de percepción tienen su importancia, no cabe duda, pero lo que resulta un poco más difícil es saber si lo que relaja a unos sirve para todos. Los expertos consultados aseguran que se trata de una interrelación de los sentidos entre sí, la mente y un etcétera a veces difícil de descifrar. "Es evidente que hay elementos subjetivos y objetivos que provocan la relajación", afirma el perfumista Ramon Monegal. Este experto asegura que la ciencia tiene su peso. "Por ejemplo, el olor de lavanda efectivamente relaja, pero si una persona tuvo alguna mala experiencia y la lavanda estaba presente, difícilmente se relajará cuando la huele por mucho que diga la ciencia".

Rinaldo Lampis, ingeniero, se ha especializado en la interacción que se produce entre el ser humano y su entorno. Y sabe muy bien qué es lo que relaja a través de cada uno de los sentidos. Durante los últimos veinte años ha explorado el zen, la meditación trascendental, el yoga, las artes marciales y otras áreas. Entre otros libros es autor de *El uso consciente de nuestras energías* (Ed. Luciérnaga) y ofrece algunas claves para identificar qué relaja más. ¿Qué órgano de percepción es más importante en este aspecto? Unos aseguran que la vista, otros el oído, pero Rinaldo Lampis recuerda que hay cuatro sentidos físicos que se concentran en la cabeza,

"mientras que el quinto, el tacto, se extiende alrededor de dos metros cuadrados a lo largo del cuerpo, siendo por ello el más amplio de todos. La piel es el medio de comunicación más antiguo, el canal de transmisión más importante del ser humano: se puede vivir sin oír y sin ver, pero no sin tocar". Por tanto, el tacto es uno de los órganos de percepción más poderosos cuando de relajar se trata. Y hay distintas formas de tocar y recibir sensaciones tranquilizantes a través de la piel.

"Existen más de cuatrocientas formas de tocar", asegura Rinaldo Lampis. Tal vez por eso, Marta Bort, especializada en medicina ayurvédica y fundadora de Tridosha, utiliza, entre otras técnicas, el masaje para relajar. "El tacto es muy importante, por eso el cuerpo es tan agradecido si recibe un suave masaje". Pero no siempre se tiene a mano a alguien dispuesto a dar un masaje y el tacto sigue estando ahí. En ese caso puede ensayar un automasaje o centrarse en las sensaciones que produce la ropa en la piel. "Según qué tipo de ropa uno se siente más relajado o menos. Los tejidos artificiales son menos confortables que los naturales. Por ejemplo, las prendas de algodón son sumamente agradables. También la seda. Pero tampoco valen todas las prendas naturales. No todo el mundo se siente bien con la lana, por ejemplo, o el lino. Aquí dependerá de la tipología de cada persona". También explica que para el tacto la temperatura es importante. "El calor relaja mucho. Por eso caliente el aceite, ayuda a destensar. El calor es importante. Por eso no es de extrañar que cuando en casa se siente a gusto y relajado se hable del calor del hogar". Si se hablara del frío hogar produciría desasosiego y rechazo, así que ¡calor por todo el cuerpo!. En ese sentido asegura que una ducha de agua caliente es sumamente calmante. Y un baño también. Si se añaden aromas a este baño todavía es más relajante. ▶

# RELAJARSE CON LOS SENTIDOS

Las claves para estar más tranquilos también residen en lo que vemos, olemos, oímos o tocamos





O.J.D.: 189392  
E.G.M.: 716000  
Tarifa (€): 38903

es  
AVANGUARDIA

Fecha: 06/02/2010  
Sección: SUPLEMENTO  
Páginas: 22-25

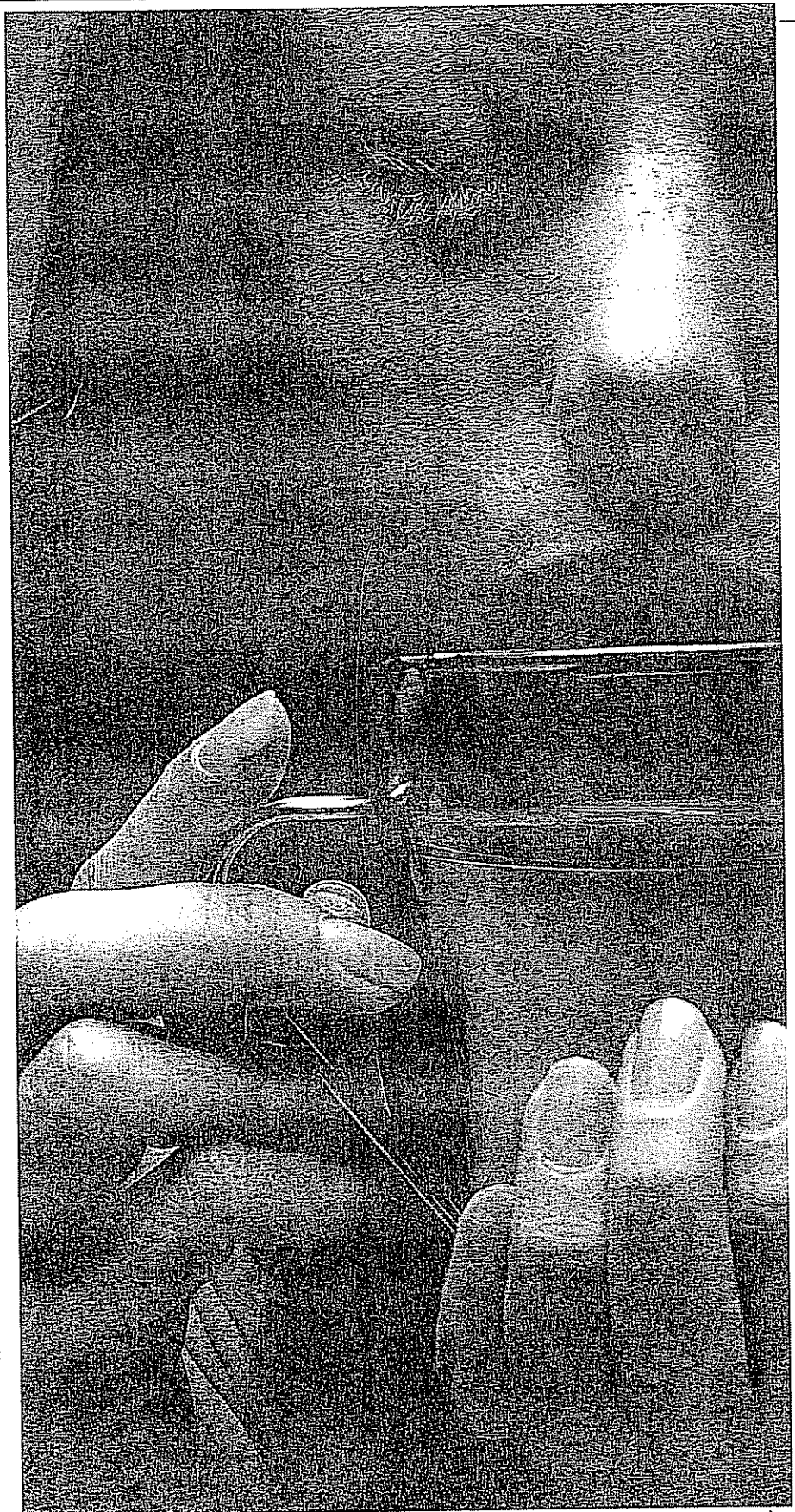


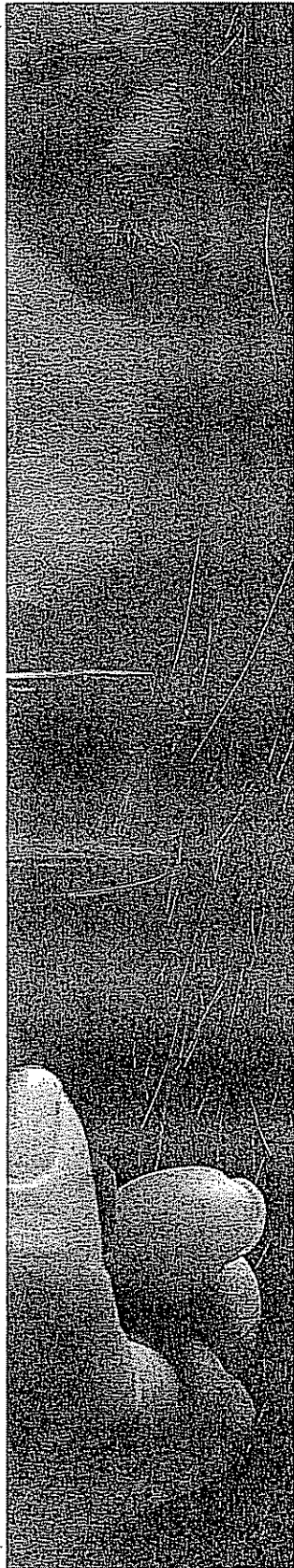


► ¿Quién ofrece más? Ramón Monegal detalla los olores que en general resultan más desestresantes. "La lavanda es el olor que es considerado como el más calmante. Pero también están los de la manzanilla, el neroli (la flor de azahar destilada), la mejorana, la salvia, la flor del tilo y el vetiver. El vetiver es una raíz y algunos la conocen como la esencia de la tranquilidad". Monegal recuerda que los olores de las maderas como el cedro o el sándalo también invitan a destensar. Los expertos en aromaterapia no dudan de las bondades de algunos olores para relajar, y destacan, entre otros, la bergamota, que calma la ansiedad y alivia el estrés; el geranio y la salvia, sedantes; la menta, el hinojo y el orégano, que van bien también para el estrés; la manzana y el melocotón, catalogados como olores relajantes; o el sándalo, que ayuda a calmar el desasosiego; por supuesto la lavanda.

La importancia de los olores no es baladí. Hay varias universidades que se han dedicado a investigar el universo del marketing olfativo, conscientes de la incidencia de los olores. Sin ir más lejos, un lugar que desprende olores nauseabundos produce rechazo, y de la misma manera puede ser relajante el entorno que desprenda un olor agradable. La cuestión es saber qué olores son agradables y relajantes. Algunos lo asocian a los olores de la infancia, del hogar. Y esos primeros olores quedan fuertemente impresos en el cerebro. "La primera vez que asociamos un objeto a un olor se crea una huella profunda en el cerebro", asegura Yaara Yeshurun, del departamento de Neurobiología del Instituto Weizmann de Ciencias en Israel, quien ha publicado el resultado de sus investigaciones a finales del año pasado en la revista *Current Biology*. "Según nuestro anterior paradigma, las primeras asociaciones olfativas y las posteriores se recordaban con igual intensidad, pero hemos comprobado que no es así, que hay una memoria especial la primera vez que olemos algo, que es creada en nuestro cerebro por las regiones del hipocampo y la amígdala", explica Yeshurun. Estas primeras huellas olfativas determinan que las personas sean más sensibles a algunos olores y los asocien rápidamente a sensaciones agradables o desagradables, según sea el caso. ¿Y dónde generalmente se producen esos primeros olores? Casi siempre en casa. Tal vez por eso hay otros estudios que intentan averiguar a qué huele el hogar. Eso es lo que hizo el año pasado Habitat, una cadena de tiendas de muebles y objetos para el hogar, en Inglaterra. Entrevistaron a 4.000 personas y algunos de los olores que les resultan más relajantes porque los asocian al hogar son el olor a ropa limpia (34%), las tostadas recién hechas (22%), el café (5%). Estos olores les hace sentir bien según señala Mark Saunders, director ejecutivo de Habitat. Así no es extraño que Yaara Yeshurun afirme que lo recuerdos tienen olor.

"Podemos llegar a identificar más de 10.000 aromas diferentes que influyen en nuestra memoria y sentimientos", asegura Maru Canales, socióloga, consultora y autora del libro *Feng shui en la empresa* (Ediciones Ceac). Según esta experta, "los olores pueden modificar directamente nuestro comportamiento y las funciones corporales. Es el sentido





EN FORMA

EN LAS SALAS DE URGENCIA DE UN HOSPITAL DE MARBELLA HAN PUESTO OLOR A TALCO

OTROS INGREDIENTES QUE CALMAN

Hay quienes consideran el té verde como una bebida relajante, y algunos científicos señalan que tanto el sabor como sus propiedades relajantes son atribuibles a su contenido en teanina, pues parece que es la responsable de contrarrestar las propiedades excitadoras de la cafeína. La teanina está involucrada en la formación del neurotransmisor Inhibidor ácido gamma amino butírico (gaba). El gaba influye sobre los niveles de otros dos neurotransmisores, dopamina y serotonina, ambos importantes en la relajación y equilibrio del estado de ánimo. Si no tiene té verde a mano puede usar otras estrategias para calmarse. La respiración no es un sentido, pero bien usado también relaja. O un abrazo, o la llegada del ser amado, u oler su cuerpo o escuchar su voz. Y el silencio. "A veces nos llenamos de demasiados estímulos", recuerda Marta Bort.

más desarrollado por los humanos y entra directamente en las regiones cerebrales responsables de las emociones, sentimientos, instintos e impulsos, de almacenar los contenidos de la memoria y regular la liberación de hormonas. Los olores nos influyen de una manera directa". Por eso pueden usarse los olores para relajar y calmar. Incluso cuando se está durmiendo. Según un estudio realizado por el hospital Universitario de Mannheim (Alemania) y presentado en el Encuentro Anual de la Academia Americana de Otorrinolaringología, celebrado en Chicago hace dos años, la exposición a aromas agradables, como el de las rosas, hace que las personas tengan sensaciones agradables mientras duermen. El estudio analizó a personas en su fase REM de sueño, a las que se expuso a diferentes aromas diez segundos antes de despertarse. Curiosamente, la sensación que tuvieron en relación con el sueño variaba dependiendo del tipo de olor. Esto ocurre debido a que "el sentido del olfato es el único que no descansa cuando estamos dormidos", según Tim Jacob, profesor de la Escuela de Biociencia de la Universidad de Cardiff, en Inglaterra. Por eso no es extraño que en algunos centros sanitarios hayan decidido poner olores a sus estancias, como el USP Hospital de Marbella, en España, para evitar en la medida de lo posible ansiedades y estrés tanto a los pacientes y a los trabajadores como a los visitantes. Para relajarlos han puesto olor a talco en las consultas, urgencias y salas con niños y bebés, porque es un olor que recuerda a la infancia.

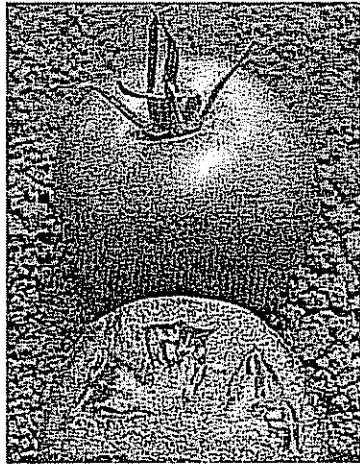
Las velas también ayudan a relajarse. "Las velas multiplican el efecto de los olores que nos relajan, pero es que además crean un ambiente acogedor, agradable, que potencia todavía más ese relax", explica Ramón Monegal. Según este experto, también se puede experimentar con la mezcla de olores para sentir qué relaja más. "No hay que utilizar muchos olores. Sólo mezclar dos, a lo sumo tres". Y por experimentar hay quien mezcla agua y sonidos para relajar. Es lo que hace Noemí Suriol, fisioterapeuta, especializada en psicomotricidad preventiva y educativa, directora del Centro de Educación Integral Lenoarmí. Lo llama masaje musical subacuático. ¿En qué consiste? "Un altavoz de membrana emite música bajo el agua en un ancho de banda audible y sin deformación (entre 100 y 16.000 hz). La postura tumbado, el cuerpo sumergido hasta las orejas en agua caliente y la transmisión de música dentro del agua es una combinación perfecta para el relajamiento". ¿Cómo funciona? "Independientemente del oído, una forma vibratoria de la señal sonora sin decodificar propaga dentro de nuestro cuerpo un masaje global fuera del campo de percepción de la música, y comunica directamente a nuestras células esa misma señal sonora a través de los líquidos intercelulares, todo eso al mismo tiempo que amplía la escucha por conducción ósea timpánica. De alguna manera es como volver al universo subacuático sonoro de nuestra vida prenatal". Por eso mismo muchas mujeres embarazadas utilizan este método de relajación, comenta Noemí Suriol.

Carlo Prieto, psicólogo, también comparte con Noemí Suriol la importancia del agua en la relajación. "El cuerpo humano es toda una arquitectura

de huesos, tendones, músculos, sistema nervioso, etcétera. Es de una enorme complejidad. Y todos estos elementos tienen en común el agua. Sin agua no se podría vivir". Pero a veces es necesario relajarse aunque no haya agua y Carlo Prieto asegura que puede hacerse a través del movimiento. "Cada uno tiene su propio movimiento natural. Hay que encontrarlo. Es como concienciar el sentido del equilibrio en movimiento. Cada movimiento armónico genera energía, destensa el cuerpo, relaja. Es la calma en acción". También ayuda hacerlo rodeado de unos colores u otros. Y otra vez depende de las personas. Marta Bort explica que para unos relajan los colores cálidos, que no estridentes, para otros los fríos como el azul cielo o los verdosos. Tal vez por eso relaja un paisaje verde, u otros prefieren el horizonte del mar. Hay quien quiere los dos. Rinaldo Lampis afirma que el azul es sedante. "Se utiliza en ambientes destinados al reposo. El azul también se utiliza en las habitaciones de algunos centros psiquiátricos para calmar a personas esquizofrénicas e hiperactivas. El color verde irradia una vibración armoniosa, útil a la hora de calmar a las personas que se encolerizan fácilmente (sería bueno que salieran a dar un paseo por un gran prado verde)".

¿Y el gusto? ¿Hay sabores que relajan? Hay estudios que afirman que el sabor dulce es el más relajante. Mary F. Dallman y otros investigadores de la Universidad de California, en San Francisco, mostraron en un estudio realizado en el año 2003, que las dietas ricas en azúcar disminuyen el estrés. El psicólogo Elliott Blass, de la Universidad de Massachusetts, en otra investigación realizada también el año 2003 asegura que los bebés de entre 6 a 9 semanas se calmaban y dejaban de llorar cuando se les daba unas gotitas dulces. Jacob Steiner, de la Universidad Hebrea de Jerusalén, profesor de fisiología de los sentidos, también comprobó que los niños recién nacidos se tranquilizan con los gustos dulces y rechazan los amargos. Pero a medida que las personas van creciendo intervienen otros factores, como señalan tanto Marta Bort como Heston Blumenthal, uno de los mejores cocineros del mundo, quien asegura que la memoria de los platos de la infancia cocinados en casa influye poderosamente en el gusto cuando se es mayor. Y Marta Bort explica que según la persona le puede hacer sentir mejor lo picante y amargante que lo dulce.

Después de toda esta amalgama de opiniones, datos y experiencias, Richard Wiseman, psicólogo que desde 1995 dirige un departamento de investigación en la Universidad de Hertfordshire, en Inglaterra, se ha atrevido a proponer el modelo de habitación más relajante del mundo: tumbado en un cuarto oscuro sólo iluminado por una luz verde; en la cabeza unas almohadas con olor a lavanda; en el techo una simulación de cielo azul; todo eso aderezado con unas melodías creadas para la ocasión por Tim Blinks, un compositor que se ha especializado en músicas relajantes. Richard Wiseman se olvida del paladar y no hace ninguna propuesta para este órgano de percepción. En cualquier caso, esta habitación de Wiseman parece un poco artificiosa. Seguramente cada lector puede imaginarse otras propuestas más relajantes. ■



[Ampliar foto](#)

El color que conocemos de los tomates es el rojo, pero los hay verdes, morados e incluso rosas

Noticias relacionadas

## ¿Por qué los flamencos son de color rosa?

## La banana rosa, estrella del banco de semillas



AMÉRICA VALENZUELA (Radio 5) 21.01.2010

Antes de su domesticación los tomates **eran pequeñas bayas amargas** que crecían en los desiertos de la costa occidental de América del Sur. Hoy en día son frutos gordos y carnosos. Hay muchísimas variedades y de los colores más diversos. El habitual es el rojo, pero **los hay verdes, morados e incluso ¡rosas!**

Un equipo de científicos del Instituto Weizmann, en Israel, ha descubierto **el gen que determina que algunas variedades sean de color rosa**. El gen se llama SIMYB12 y cuando está mutado produce más alteraciones en la planta de lo que los científicos esperaban. El gen es como el director de una orquesta. Regula los cambios de otros 400 genes.

Escuchen, el gen es tan determinante que gracias a él se puede predecir el color que tendrá el fruto incluso cuando la planta aún está en flor, algo que según los científicos acelera mucho la creación de nuevas variedades, un proceso que habitualmente tarda 10 años.

Las diferencias más significativas entre los tomates rojos y los rosas que han encontrado los científicos están en la **composición química de la cutícula**, o sea, la piel. En primer lugar, y como era de esperar, el tomate rosa tiene menos licopeno, que es un pigmento rojo.

Es conocido no solo por su color sino por ser un **antioxidante que ha demostrado reducir el riesgo de padecer cáncer**, problemas cardiovasculares y diabetes.

Tampoco tiene el tomate rosa una sustancia que le da un tono amarillento a los rojos y la última diferencia, esta vez en rigidez de la piel es que la del tomate rosa es más fina y menos flexible que la del rojo de toda la vida.

## CIENCIA AL CUBO

**SUSCRÍBETE** al podcast de Ciencia al Cubo, el programa sobre Ciencia de América Valenzuela en Radio

<http://www.rtve.es/noticias/20100121/descifran-misterio-tomates-rosas/313553.shtml>

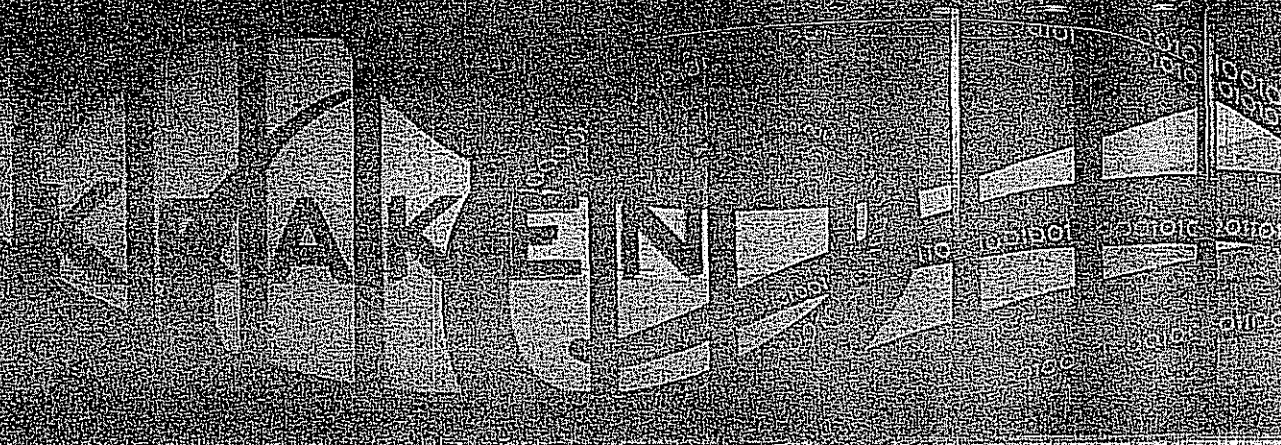
16/02/2010

## TECNOLOGÍA

Ya son una realidad gracias a la genética y la física cuántica

# Ordenadores con superpoderes

La demanda de computadoras cada vez más potentes está a punto de chocar con las limitaciones de la tecnología de silicio. Para salir del atolladero, los científicos exploran las posibilidades, casi infinitas, del ADN y el mundo de los fenómenos cuánticos.



El ordenador más potente del mundo a fecha de hoy se llama Cray XT5 Jaguar y tiene capacidad para realizar 1.759 billones de operaciones por segundo. Esta supercomputadora es capaz de controlar, nanosegundo a nanosegundo, lo que ocurre en el interior de una bomba atómica; o calcular en 6 minutos todas las secuencias de animación de Shrek 3. Sin embargo, si se le encomendara encontrar el camino más corto para enlazar 25 ciudades -o sea, resolver el problema del viajante, tan familiar para cualquier jefe de una gran empresa de mensajería-, tardaría unos 30 años. Muchísimo más le costaría romper una clave de seguridad de 128 bits, como las empleadas en las transacciones de internet, por la fuerza bruta: probar todas las

combinaciones posibles le llevaría... ¡millones de años!

La humanidad siempre encontrará aplicaciones para máquinas cada vez más veloces. Sin ir más lejos, las necesitan los científicos que procesan montañas de datos en la Organización Europea para la Investigación Nuclear -CERN- o los que simulan el funcionamiento del cerebro. Pero la tecnología del silicio ya está dejando de ser eficaz. Desde 1965 se viene cumpliendo a rajatabla la regla enunciada por Gordon Moore, fundador de la empresa Intel: el número de transistores que integran los chips o microprocesadores -y, por consiguiente, la capacidad de cálculo de los ordenadores- se dobla cada 24 meses. Teóricamente, no tiene nada de malo, si no fuera porque la miniaturización va

a chocar dentro de poco con las barreras de la física.

Hoy fabricamos transistores de 32 x 32 nanómetros -milmillonésimas de metro-, donde caben unos 80.000 átomos de silicio. Intel ha anunciado que pronto producirá componentes de 7 nanómetros de lado, un salto cualitativo que entrañará serias dificultades. Para fabricar los chips se emplean haces de luz concentrada: cuanto más pequeña sea la estructura, más corta debe ser la longitud de onda. Intel emplea el ultravioleta profundo (DUV), pero si pretende seguir expandiendo las fronteras de la miniaturización, deberá recurrir a los rayos X, difíciles de controlar a escalas tan diminutas.

Por añadidura, el límite de los 7 nm implica que cada transistor estará compuesto por apenas unas

decenas de átomos. A partir de ese momento se adueñarán de la escena los enigmáticos fenómenos cuánticos, cuyas perturbaciones llegan a impedir el funcionamiento del microprocesador. Por fortuna, tiene remedio: basta con poner esas anomalías a trabajar.

### Programas para máquinas que ni siquiera existen

En 1985, el físico David Deutsch, de la Universidad de Oxford, propuso el primer modelo de un ordenador cuántico. Desde entonces, los matemáticos se dedicaron a elaborar programas para estos dispositivos... sin dar importancia al hecho de que no existieran. Bastaba con conocer los fundamentos, y estos eran muy interesantes.

La clave reside en aprovechar una sorprendente relación entre



**El monstruo de la computación**

El supercerebro electrónico Cray XT5 Kraken ocupa una gran sala de la Universidad de Tennessee (imagen inferior). Toma su nombre del pulpo gigante de la mitología nórdica, cuyos tentáculos recuerdan a la doble hélice del ADN sobre la máquina. En el futuro, se podrá usar este material genético para almacenar y procesar datos de manera más eficaz.

las partículas elementales, como los electrones, llamada entrelazamiento. Una vez que conseguimos vincular dos de dichas partículas, sus destinos quedan inextricablemente unidos: si alteramos las propiedades de una, la otra experimentará la misma alteración, incluso si está muy alejada. En el caso de la informática, significa que podemos efectuar las operaciones en muchos frentes a la vez, lo cual acelera la realización de la tarea.

A esto también contribuye el descubrimiento del bit cuántico o *qubit*. Mientras los ordenadores convencionales realizan sus cálculos a base de series binarias de bits -ceros y unos-, los *qubits* pueden adoptar simultáneamente ambos valores. Tomemos, por ejemplo, la cuestión, ya mencionada, de cómo romper una clave, algo que con-

**Una cibermente maravillosa**

Las supercomputadoras, como la Cray XT5 Kraken -que funciona en la Universidad de Tennessee (EE UU)-, se emplean para los cálculos más complejos de la ciencia actual. Elaboran modelos climáticos, analizan estructuras tridimensionales de proteínas fundamentales para el ser humano y ayudan en las investigaciones sobre nuevos tipos de materiales o sobre los sistemas más eficaces de combustión en los motores de los coches.

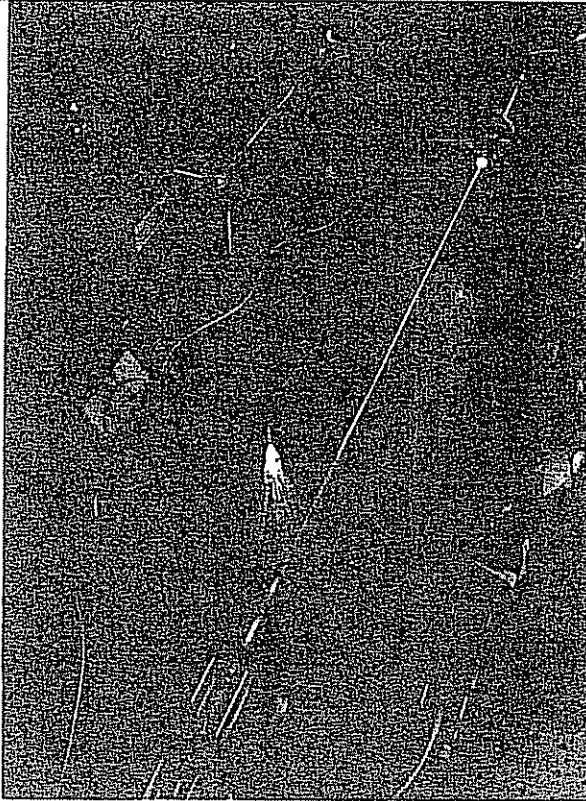
"Cuando iniciamos el proyecto, dije que Kraken

nos daba posibilidades gigantescas, sin más límites que los de la imaginación humana. Esta visión comienza a tomar cuerpo ante nuestros ojos", explica Arden Bement, director de la National Science Foundation de EE UU, que ha financiado su construcción. Y más vale que se vean los resultados, porque su presupuesto no ha sido precisamente pequeño: construir el Kraken costó 65 millones de dólares, a lo que se sumarán los 10 millones de su futuro auxiliar, el Nautilus.



Con el ordenador Cray XT5 Kraken, el tercero más potente del mundo, los investigadores confeccionan modelos climáticos -arriba- y simulan la compleja estructura de las proteínas humanas -abajo-.





**Hágase la luz.** Experimento con láser en los laboratorios de MagiQ Technologies, empresa estadounidense que intenta encontrar aplicaciones informáticas a las peculiaridades de la mecánica cuántica.

## Si se emplea el ADN, ya no hará falta fabricar componentes electrónicos

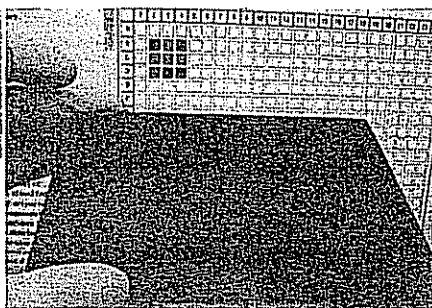
siste en la descomposición de un número elevado en sus factores primos. En 1994, el matemático del MIT Peter Shor diseñó un sistema para resolverlo con una máquina cuántica. Siete años más tarde, un grupo de investigadores de IBM y de la Universidad de Stanford aplicó el algoritmo de Shor en un ordenador real de siete qubits. Para manipularlos, bombardearon con impulsos electromagnéticos un fluido. Aunque sólo consiguieron descomponer el número 15 en sus factores 5 y 3, operación al alcance de un niño de primaria, ya se había dado el primer paso.

▣ **Problema: la solución es correcta... el 79% de las veces**

El principal inconveniente es manejarse con las desconcertantes leyes que rigen el universo cuántico. En primer lugar, cada observación modifica el estado de la materia observada: cuando leemos los resultados de una operación, al mismo tiempo los estamos borrando, como si nuestro PC se reiniciara cada vez que miramos la

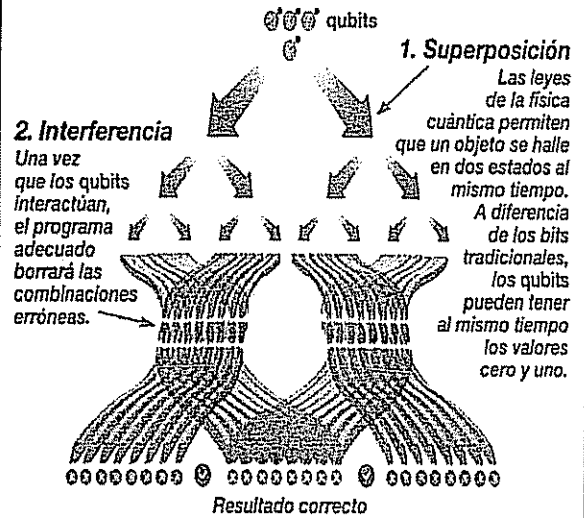
pantalla. Otro problema no menor es que la exactitud de los cálculos sólo llega al 79%, porque trabajamos con probabilidades. Incluso en una operación tan sencilla como  $3 \times 5 = 15$ , una parte de las respuestas puede ser errónea.

Al lado de semejantes complicaciones, la idea alternativa parece sencilla. En 1994, el mismo año en el que Peter Shor publicó su algoritmo, Leonard Adleman, de la Universidad del Sur de California, propuso realizar cálculos con ADN. Este profesor en biología molecular y ciencias de la computación creó incluso una aplicación para ese método: la resolución del mencionado problema del viajante.



## Así funciona el ordenador cuántico

Usado en el comportamiento de las partículas subatómicas, capaz de efectuar cálculos útiles, debe operar con decenas, centenares o millares de bits cuánticos o qubits. Pero el principio en el que se basa el funcionamiento de estas computadoras se puede explicar mediante un modelo de cuatro qubits, constituido por otros tantos átomos. El primer paso es la superposición, es decir, la generación de todos los posibles estados cuánticos en que se pueden hallar dichas unidades mínimas de información. Luego, la respuesta correcta se obtiene gracias al proceso de la interferencia, bien conocido en física.



te. Se trata de codificar la información relativa a las ciudades y a los caminos que las unen en hebras cortas de ADN y mezclarlas en un tubo de ensayo. Dado que los filamentos se unen mediante el apareamiento de una base con su complementaria -la adenina (A) con la timina (T) y la guanina (G) con la citosina (C)-, sólo tenemos que descartar los resultados incorrectos, y elegir, entre los correctos, el camino más corto. Desde luego, el problema se podría haber resuelto más rápidamente con una hoja y un bolígrafo, porque el juego le llevó a Adleman varios días, pero la prueba bastó para que otros investigadores siguieran sus huellas.

Entre los logros más espectaculares en este campo, destaca el trabajo del equipo dirigido Ehud

Shapiro, del Instituto Científico Weizmann, en Israel. Construyó un ordenador de enzimas y ADN que verificaba si estaba en presencia de una célula cancerígena y, en tal caso, liberaba una sustancia que impedía su reproducción.

▣ **PCs que se descomponen al acabar su vida útil**

La biocomputadora tiene muchas ventajas, como su ingeniería memoria -un kilogramo de material genético contiene más información de la que podrían guardar todos los ordenadores del mundo- y su mínimo gasto de energía. Además, se eliminarían los componentes electrónicos, cuya producción está agotando las reservas de metales raros. Los PCs orgánicos serán más sencillos de fabricar y respetuosos con el medio ambiente. Tras concluir su vida útil, sencillamente se descompondrán.

Marcin Bójko

### PARA SABER MÁS

<http://team.qubit.org> Centro de computación cuántica de la Universidad de Cambridge.



[www.dna-computing.org](http://www.dna-computing.org) Página web con referencias y links sobre los ordenadores de ADN.

## El ADN de la semana

PERE  
Puigdomènech



## Ribosoma

**E**l Premio Nobel de Química ha sido atribuido a Venkatraman Ramakrishnan, Thomas A. Steitz y Ada E. Yonath por sus estudios sobre la estructura y la función del ribosoma, una de las estructuras más importantes y complicadas de las células. Saber cómo funciona ha sido el objetivo de cientos de investigadores.

Saber cómo la información que está escrita en el ADN de los organismos vivos se transforma en las diferentes funciones que dan lugar a un ser vivo es un objetivo central en biología. En este proceso, una de las etapas fundamentales es cómo la información escrita en el ADN se traduce en proteínas. Sabemos de la existencia del código genético que convierte un tipo de información en otro. Pero hay un lugar en todas las células vivas donde se hace esta traducción. Es el ribosoma.

## El Nobel de Química ha reconocido estudios clave en biología estructural

Se trata de una enorme estructura de cientos de miles de átomos en 70 proteínas y 4 RNA en los animales. El ribosoma lee la información que llega del ADN y sintetiza proteínas siguiendo la fórmula recibida. Que esto se haga de forma rápida (20 reacciones por segundo) y precisa (menos de un error por cada 100.000 reacciones) es vital para el organismo. En las bacterias, los ribosomas son más sencillos que en animales y plantas. Algunos antibióticos como el cloranfenicol o la tetraciclina interfieren con la función del ribosoma bacteriano, pero no con el nuestro. Gracias al trabajo de los galardonados ahora entendemos la estructura del ribosoma átomo a átomo. Es un gran reto científico pero también es una herramienta para buscar nuevos antibióticos.

Los premiados tienen trayectorias muy diversas: Ramakrishnan es un físico nacido en la India, pero trabajó en EEUU y luego en Inglaterra. Steitz ha estudiado y trabajado siempre en universidades de élite norteamericanas. Yonath es miembro del Instituto Weizmann, símbolo del esfuerzo por mantener la excelencia científica israelí en todas las circunstancias. El Nobel premia también la biología estructural. Dentro de pocos meses se inaugurará el sincrotrón del Vallès. Tendremos la mejor herramienta para hacer este tipo de trabajo. ■

## El ribosoma, en el Olimpo de la ciencia

El descubrimiento tiene impacto porque es una diana de antibióticos

JUAN PEDRO G. BALLESTA

Los galardonados con el Nobel de Química de 2009, Ada Yonath, Thomas Steitz y Venkatraman (Venki) Ramakrishnan, pueden ser considerados los ganadores de la pugna por conseguir una estructura cristalina de alta resolución del ribosoma, que se inició cuando se hizo evidente su necesidad para entender aspectos fundamentales del funcionamiento celular. Los grupos dirigidos por los tres galardonados publicaron en 2000 la estructura cristalina de las dos subunidades ribosómicas procarióticas, lo que constituye un hito incuestionable de la biología estructural.

El ribosoma es la fábrica celular que descodifica la información almacenada en los genes y fabrica las proteínas que son responsables de los procesos que determinan las características y la viabilidad de la célula. El trabajo premiado ha permitido entender en qué forma el ribosoma desempeña su función con un detalle y una precisión inconcebibles previamente. Se han podido identi-

### La fábrica celular descodifica la información que tienen los genes

car a nivel atómico los componentes que participan en las distintas funciones ribosómicas, como son la formación de los enlaces que forman las proteínas o los que están directamente implicados en controlar la exactitud con la que la información genética es descodificada para evitar errores que den lugar a proteínas defectuosas que pueden causar alteraciones celulares graves.

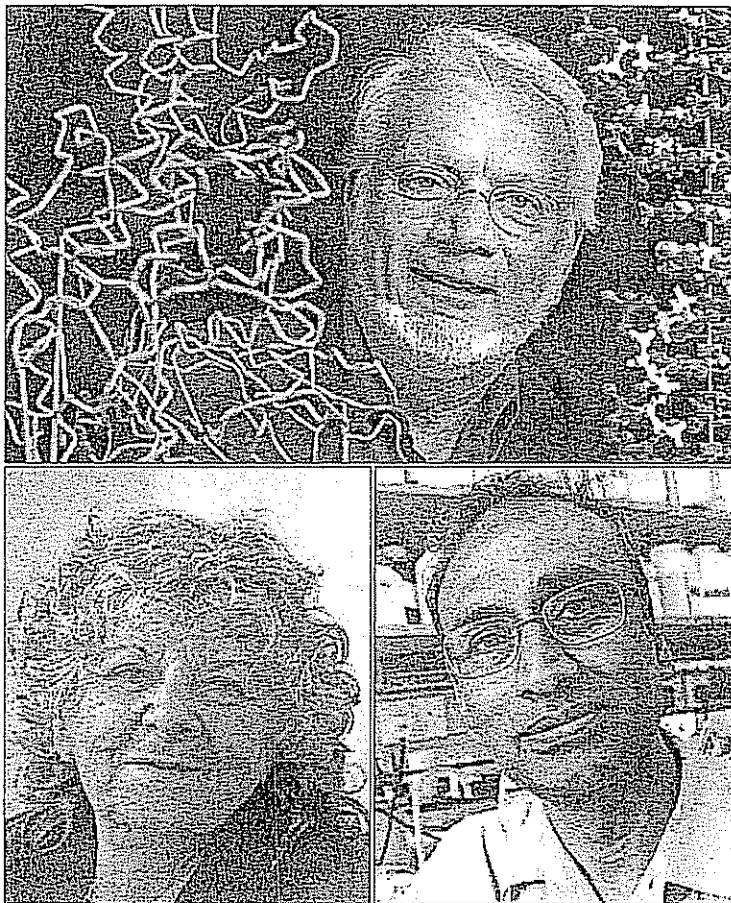
La existencia de enfermedades debidas a alteraciones ribosómicas realza la importancia biomédica del trabajo galardonado, aunque el impacto más importante en este campo radica en que el ribosoma es la diana de un número importante de antibióticos que se unen específicamente a su estructura y bloquean su función, paralizando de esta forma la producción de proteínas y con ella las funciones celulares. Entre ellos se encuentran algunos antibióticos muy relevantes como la estreptomina, la eritromicina o el cloranfenicol.

El estudio de estos antibióticos y otros similares ha estado desde muy antiguo estrechamente ligado al del propio ribosoma. El conocimiento detallado de la estructura de los sitios a los que los antibióticos se unen ha permitido interpretar de una forma más exacta la abundante información acu-

mulada previamente sobre su actividad y profundizar en el conocimiento de su modo de acción. Además, y posiblemente más prometedor, es la aplicación de la información ahora disponible en el diseño de nuevos antibióticos que mejoren la actividad de los existentes, eviten en algunos casos la aparición de resistencias o eliminen los efectos secundarios que algunos manifiestan. La notable inversión de recursos en este tipo de estudios que se está llevando a cabo, incluso la creación de empresas específicamente dedicadas a explorar estas posibilidades usando la información proporcionada por los trabajos galardonados, subraya su relevancia.

No se puede dejar de resaltar el mérito técnico del trabajo premiado. Aunque los métodos de difracción de rayos X eran rutinariamente usados para determinar estructuras de moléculas pequeñas, el enorme tamaño relativo del ribosoma presentaba problemas técnicos que hacían del objetivo un reto casi inabordable y, en el mejor de los casos, alcanzable a muy largo plazo. Es mérito de los galardonados el haberlo conseguido en un plazo sorprendentemente corto, menos de 10 años, desde que se consiguieron cristales del ribosoma adecuados para el análisis.

En esta necesaria etapa inicial, destaca el esfuerzo desarrollado por Yonath, una persona de espíritu inquebrantable y una enorme capacidad de trabajo, que le ha permitido desarrollar una labor extenuante con desplazamientos continuos entre su laboratorio en Rehovot (Israel), el sincrotrón europeo ESRF de Grenoble y el Instituto Max Planck de Berlín, con los que mantiene una estrecha colaboración. Ada obtuvo en los años ochenta, colaborando en Berlín con el pionero de los estudios ribosómicos H. G. Wittmann, los primeros cristales de ribosomas que, tras mejoras sucesivas, permitieron abordar con garantía los análisis estructurales. Tom



Thomas Steitz junto a modelos de estructuras celulares en la Universidad de Yale (arriba). Abajo, Ada Yonath en el Instituto Weizmann (izquierda) y Venkatraman Ramakrishnan, en su laboratorio en Cambridge. / EFE/AP

Steitz, de la Universidad de Yale, era ya un reputado biólogo estructural que abordó el problema del ribosoma en los años noventa, en colaboración con Peter Moore, otro renombrado experto de la misma universidad. A su equipo se debe la resolución del problema de la fase de los espectros de difracción de rayos X, un aspecto técnico fundamental para su resolución, cuya dificultad aumenta con el tamaño de la estructura. Tuvieron la brillante idea de utilizar para ello modelos del ribosoma obtenidos por criomicroscopía electrónica en el equipo de J. Frank de la Universidad de Albany, lo que resultó fundamental para resolver el problema.

Ramakrishnan, el más joven

de los galardonados, se ha dedicado también a resolver problemas de biología estructural, aunque desde muy pronto fijó su atención en los ribosomas en trabajos realizados en los primeros años ochenta en colaboración con Moore. Su formación biofísica y biológica previa, así como su aguda inteligencia y gran sentido práctico, le permitió participar en muy buena posición en la competición para resolver la estructura del ribosoma, coincidiendo su mayor éxito con su incorporación al MRC de Cambridge.

Normalmente, la academia sueca pretende resaltar con su premio no sólo la relevancia del trabajo realizado, sino también la importancia del tema estudiado,

en este caso el ribosoma. Son muchos los científicos que han aportado relevantes contribuciones al conocimiento de esta esencial partícula celular y que pueden sentirse satisfechos por la decisión. Posiblemente, podrían identificarse otros candidatos también merecedores del galardón, pero con seguridad todos ellos estarán de acuerdo en que los galardonados han obtenido el premio con todo merecimiento. Enhorabuena a los tres colegas con los que hemos compartido proyectos, reuniones y excursiones.

Juan Pedro García Ballesta es jefe del equipo de Estructura y Función del Ribosoma del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CSIC-UAM).



INVESTIGACIÓN LOS TRES GALARDONADOS HAN UTILIZADO LA CRISTALOGRAFÍA DE RAYOS X

# Estructura y función del ribosoma, Nobel de Química

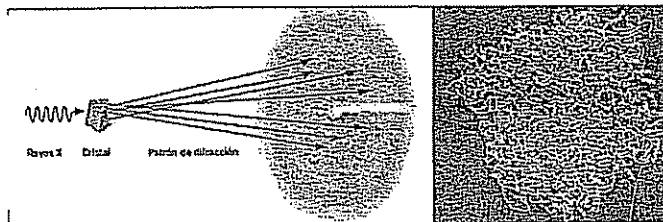
→ Los tres científicos que han conseguido la estructura completa de los cristales de los ribosomas han logrado el Nobel de Química 2009. El

conocimiento de la estructura ha perfeccionado el bloqueo de los ribosomas de las bacterias, mecanismo de acción de muchos antibióticos.

Dr. C. Simón/A. Callejo

Ada E. Yonath, del Instituto Científico de Weizmann, en Israel; Thomas A. Steitz, de la Universidad de Yale, en New Haven, y Venkatraman Ramakrishnan, del Laboratorio de Biología Molecular del Medical Research Council, en Cambridge, Reino Unido, han recibido el Nobel de Química 2009 por mapear la estructura cristalográfica del ribosoma, una de las maquinarias celulares más complejas en el nivel atómico.

El ribosoma lee la información en el ARN mensajero y basándose en ella fabrica las proteínas. Los científicos se han referido a esta acción como una traslación. Así, durante el proceso de traslación es cuando el lenguaje ADN/ARN llega a convertirse en lenguaje protei-



## La técnica de cristalografía por rayos X y sus resultados

Los investigadores lanzan rayos X usando sincrotrones, túneles circulares donde los electrones son acelerados para aproximarse a la velocidad de la luz. Cuando los rayos golpean el cristal del ribosoma se dispersan, creando millones de puntos en un detector CCD. Analizando este patrón pueden determinar la posición de cada átomo en el ribosoma.

ca, el momento en el que la vida alcanza su complejidad plena. Los ribosomas existen en todas las células de los organismos vivos, desde la bacteria al humano. Ningún ser vivo puede sobrevivir sin ellos, las dianas perfectas de

los fármacos. Muchos de los antibióticos actuales atacan a los ribosomas de la bacteria. El hallazgo de los investigadores recién premiados proporciona valiosos conocimientos para el desarrollo de nuevos antibióticos.

A finales de los años 70, Yonath decidió intentar generar estructuras ribosomales con cristalografía de rayos X. En aquel momento, sin embargo, los científicos se mostraban escépticos ante esta visión. En esta técnica,

## CLAVES PARA ANTIBIÓTICOS

Juan Pedro García Ballesta, del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en Madrid, es uno de los mayores expertos españoles sobre la estructura y función de los ribosomas. Ha explicado a *Correio Médico* que el premio Nobel de Química 2009 supone un reconocimiento a una de las áreas más básicas de la investigación biomédica. Los primeros trabajos de Ada E. Yonath sobre la estructura tridimensional de los cristales de los ribosomas se publicaron en 2000 y su grupo se adelantó a otros que también estaban trabajando en este campo y que se han quedado fuera del codiciado Nobel.

La estructura completa de cristales del ribosoma supone un paso esencial en el conocimiento de los ribosomas. Con este proceso de cristalografía de rayos X se ha podido conocer cómo funciona el ribosoma y cómo es capaz de sintetizar las proteínas. Por eso, diversos grupos de antibióticos, como la eritromicina o los macrólidos, se dirigen a bloquear la acción de los ribosomas de las bacterias. Con este proceso se inutiliza su acción patógena. De ahí la importancia de los ribosomas en la obtención de nuevos antibióticos más eficaces.

los investigadores apuntan con los rayos X hacia un cristal de, por ejemplo, una proteína (ver imagen). Cuando los rayos impactan en los átomos del cristal se dispersan. Al otro lado del cristal, registran cómo los rayos se han difundido. El cristal debe ser casi perfecto. Las moléculas necesitan formar un patrón preciso que se repita una y otra vez.

Los galardonados han lo-

grado producir todas las estructuras que muestran cómo los diferentes tipos de antibióticos se unen al ribosoma. Algunas de ellas bloquean el túnel a través del cual las proteínas crecen dejando el ribosoma; otras evitan la formación del péptido adherido entre los aminoácidos, y otras estructuras rompen la traslación del lenguaje ADN/ARN al lenguaje proteico.

# JARN

Fecha: 03/12/2009  
 Sección: UNIVERSIDAD  
 Páginas: 36

**3**

## Una estrella, clave durante el "Big Bang"

Investigadores del Instituto de Ciencia Weizmann en Rehovot (Israel) han observado por primera vez un tipo de supernova que pudo ser clave en los inicios del Universo. La explosión de esta supernova observada en 2007 parece ser un ejemplo de un tipo violento particular cuya existencia se había predicho pero que no se había visto hasta ahora. Las observaciones sugieren que el objeto, denominado SN 2007bi, se formó por una explosión nuclear.

PREMIOS NOBEL DE QUÍMICA

# Ayudaron a crear nuevos antibióticos

Dos estadounidenses y una israelí fueron los galardonados. Lograron delinear a nivel atómico los ribosomas, las fábricas de proteína dentro de las células

AFP, AP Y REUTERS  
global@nuevoexcelsior.com.mx

ESTOCOLMO.— Dos científicos estadounidenses y una israelí ganaron ayer el Premio Nobel de Química 2009 por delinear a nivel atómico los ribosomas, las fábricas de proteína dentro de las células, un trabajo que ha sido fundamental para la comprensión científica de la vida y que ha ayudado a los investigadores a desarrollar curas antibióticas para varias enfermedades.

La Real Academia Sueca de Ciencias anunció que los estadounidenses Venkatraman Ramakrishnan y Thomas Steitz y la israelí Ada Yonath generaron modelos tridimensionales que muestran de qué manera antibióticos diferentes se aglutinan a los ribosomas.

Los tres científicos compartirán el premio de 10 millones de coronas suecas (1.4 millones de dólares).

"Estos modelos son utilizados actualmente por los científicos para desarrollar antibióticos nuevos, apoyando directamente la salvación de vidas y atenuando el sufrimiento de la humanidad", agregó la academia en su anuncio.

"Los tres utilizaron un método llamado cristalografía de rayos X para trazar mapas de la po-

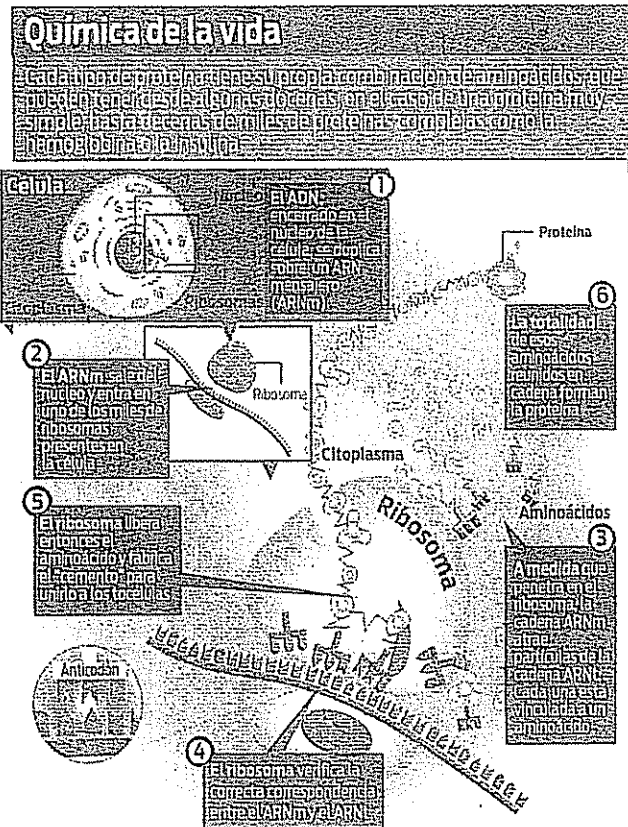


Gráfico: Excelsior, con información de AFP

sición de cada uno de los cientos de miles de átomos que constituyen el ribosoma", afirmó la academia.

"Ahora, una de las últimas piezas del rompecabezas ha sido agregada: comprender cómo son hechas las proteínas", dijo el profesor Gunnar von Heijne, de la Academia Sueca de Ciencias y presidente del Comité del Nobel de Química. "Este descubrimiento es importante no sólo para la ciencia en sí, sino que nos da las herramientas para desarrollar nuevos antibióticos", añadió.

Su trabajo se suma a la Teoría de la Evolución de Charles Da-

rwin y, más directamente, al trabajo hecho por James Watson, Francis Crick y Maurice Wilkins, quienes ganaron el Premio Nobel de Medicina 1962 por trazar la hélice doble de ADN, dijo la Academia.

Yonath, de 70 años, es la cuarta mujer que gana el Premio Nobel de Química y la primera desde 1964, cuando la británica Dorothy Crowfoot Hodgkin obtuvo el reconocimiento.

"Estoy muy, muy contenta", dijo Yonath. "Pensé que fue maravilloso cuando ocurrió el descubrimiento. Fue una serie de hallazgos... Todavía no sabemos todo,



**VENKATRAMAN RAMAKRISHNAN**

- ☒ Nació en 1952 en India, pero es estadounidense.
- ☒ En 1976 obtuvo el grado de Doctor en Física en la Universidad de Ohio.
- ☒ Desde 1999 es científico senior y líder grupal de la división de Estudios Estructurales del Laboratorio de Biología Molecular MRC en la Universidad Cambridge y es miembro del Trinity College en la misma casa de estudios.



**ADA YONATH**

- ☒ Es la novena israelí en ganar el premio, la cuarta mujer en química desde 1964 y la primera mujer israelí.
- ☒ Nació en Jerusalén en junio de 1939 y se graduó en química en la Universidad Hebrea de Jerusalén, luego realizó un magister en biofísica.
- ☒ Terminó su tesis doctoral en el Instituto Científico Weizmann. Se especializó en cristalografía biológica y en Israel fundó el primer laboratorio en su campo.



**THOMAS STEITZ**

- ☒ Steitz nació en Milwaukee, Wisconsin, en 1940, y es profesor de biofísica molecular y bioquímica e investigador del Howard Hughes Medical Institute en Yale.
- ☒ En 1962 se graduó en química en el Lawrence College, en Appleton, Wisconsin. En 1966 recibió el grado de doctor en biología molecular y bioquímica en Harvard. Antes de unirse a Yale, trabajó en el Medical Research Council Laboratory of Molecular Biology de Cambridge.

Fotos: Reuters

absolutamente todo, pero hemos avanzado mucho", agregó.

Yonath es profesora de biología estructural del Instituto de Ciencias Weizmann en Rehovot, Israel, y la novena israelí que gana un premio Nobel.

La científica le dijo a Radio Israel que no cree que el hecho de ser mujer tuviera algo que ver en la decisión del jurado. "Es verdad que no ha ganado una mujer desde 1964, pero no sé qué significa eso: ¿Significa que soy la mejor mujer desde entonces?"

"No creo que el género tuviera papel alguno en esto", insistió la laureada.

Yonath tuvo que interrumpir abruptamente la entrevista porque el presidente israelí, Shimon Peres, laureado con el premio Nobel de la Paz, le había llamado para felicitarle.

Ramakrishnan, de 57 años y de origen indio, dirige la División de Estudios Estructurales del Laboratorio MRC de Biología Molecular en Cambridge, Inglaterra. Dijo que no estaba convencido cuando recibió una llamada telefónica de la academia.

"Creí que era un chiste. Tengo amigos que hacen este tipo de chistes", dijo Ramakrishnan en una entrevista telefónica

desde su laboratorio en Cambridge. "Le ensalcé (a quien llamó por teléfono) por su acento sueco", agregó.

Steitz, de 69 años y nacido en Milwaukee, es profesor de biología molecular y química en la Universidad de Yale y profesor adjunto al Instituto Médico Howard Hughes, ambos en New Haven, en Connecticut.

El premio, anunciado el miércoles, incluye además del cheque, un diploma, una medalla de oro y una invitación a la ceremonia de entrega de premios en Estocolmo el 10 de diciembre.

AP. Reuters

# Nobel de Química a reveladores de los ribosomas

REPORTAJE ESPECIAL

► Venkatraman Ramakrishnan y Thomas A. Steitz de EU, así como la israelí Ada E. Yonath obtuvieron el galardón por el estudio de estos complejos, claves en la generación de vida

[ Redacción ]

**E**l Premio Nobel de Química galardonó a dos científicos estadounidenses y una israelí por sus estudios en uno de los procesos básicos de la vida: la transformación de información del ADN, a cargo de los ribosomas, en proteínas. Logro que, de acuerdo con el fallo de la Real Academia Sueca de las Ciencias, contribuye además al desarrollo de nuevos antibióticos dirigidos a esta parte de la célula.

Se trata de los estadounidenses Venkatraman Ramakrishnan y Thomas A. Steitz, así como de Ada E. Yonath, de Israel, quienes mostraron por primera vez la estructura del ribosoma y cómo funciona a nivel atómico.

Los investigadores utilizaron un método llamado cristalografía

de rayos X para trazar un mapa con la posición de cada uno de los cientos de miles de átomos que conforman el ribosoma, complejo supramolecular que sintetiza proteínas con la información genética que le llega del ADN, es decir, la trans-  
forma en vida.

"En toda célula de un organismo hay moléculas de ADN que contienen las huellas personales de cada ser vivo pero son pasivas y sólo se convierten en materia viva gracias a los ribosomas, que leen la información que les llega en el ARN (ácido ribonucleico) mensajero", explica la Fundación Nobel.

Basados en la información del ADN, agrega, los ribosomas crean proteínas: hemoglobina, an-

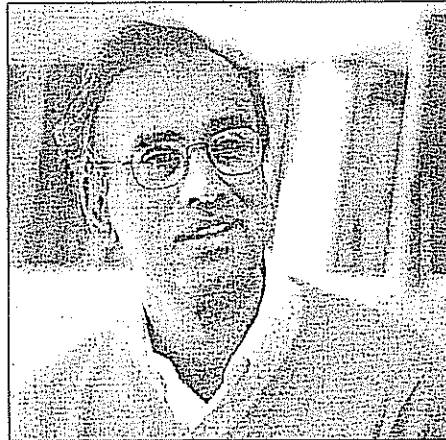
ticuerpos para el sistema inmune, hormonas, como la insulina, el colágeno de la piel, entre otras. "Hay decenas de miles de proteínas en el cuerpo, y todas tienen diferentes formas y funciones. Ellas construyen y controlan la

"Sus estudios contribuyen además al desarrollo de nuevos antibióticos dirigidos a esta parte de la célula"

vida a nivel químico".

Puntualiza que muchos de los antibióticos que se utilizan en la actualidad curan enfermedades al matar las bacterias bloqueando las funciones de sus ribosomas.

Los modelos diseñados por



RAMAKRISHNAN. Nacido en la India, es investigador de Cambridge.

Ramakrishnan, Steitz y Yonath para mostrar cómo los antibióticos se relacionan con los ribosomas, son usados por los científicos para desarrollar nuevos tratamientos contra las bacterias multirresistentes.

**TRAYECTO.** A finales de los años 70, Ada Yonath decidió intentar generar estructuras cristalográficas de rayos X del ribosoma, a pesar de que esa opción era considerada entonces imposible.

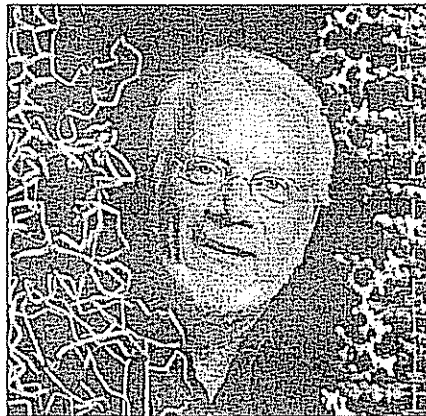
Para ello eligió una bacteria que vive en condiciones severas, el *Geobacillus stearothermophilus*, y en 1980 generó los primeros cristales tridimensionales, un gran logro pese a su imperfección.

Habría que esperar otros 20

años de duro trabajo, en una carrera a la que se unieron otros científicos como Steitz y Ramakrishnan, para que Yonath lograra generar una imagen del ribosoma en la que poder determinar la localización de cada átomo.

Steitz dio un paso crucial en 1998 con la primera estructura de cristal de la subunidad más larga del ribosoma, permitiendo detectar las moléculas de ARN, aunque no cada átomo individual.


Lo único que quedaba era mejorar la calidad de los cristales y recoger más datos para mejorar la nitidez de la imagen, algo que lograron casi a la vez en 2000 Yonath, Steitz y Ramakrishnan, que identificó además una regla molecular para explicar la precisión de los ribosomas en el proceso de traducir el ADN.




STEITZ, oriundo de Milwaukee, es catedrático de la Universidad de Yale.



YONATH, de Jerusalén, trabaja en el Instituto Weizmann de Ciencia.

 **PREMIOS NOBEL EEUU** copa  
los de Medicina y Química

## El Nobel de Química premia una vía para mejorar la antibioterapia

 Reconoce los hallazgos en el campo de los ribosomas

CF. El Nobel de Química de 2009 fallado la semana pasada ha reconocido las investigaciones que han conducido a desvelar la estructura completa de los cristales de los ribosomas. El esfuerzo de Ada E. Yonath, del Instituto Científico de Weizmann (Israel), Thomas A. Steitz, de la Universidad de Yale (Estados Unidos), y Venkatraman Ramakrishnan, del Laboratorio de Biología Molecular del Medical Research Council (Reino Unido), ha permitido que la industria farmacéutica cuente con una nueva e interesante vía para perfeccionar el mecanismo de acción de los antibióticos.

Gracias al proceso de cristalografía de rayos X, se ha conseguido desvelar el funcionamiento del ribosoma y su capacidad para sintetizar proteínas. Conocer su estructura ha permitido revelar las diferencias entre los ribosomas de las células humanas y los de las bacterias, lo que ha abierto una nueva vía para perfeccionar la antibioterapia y lograr que produzca menos resisten-



V. Ramakrishnan.



Ada E. Yonath.



Thomas A. Steitz.

cias. De hecho, los ribosomas de las bacterias son las dianas a las que se dirigen algunos antibióticos como la eritromicina o los macrólidos.

> Los tres expertos, usando cristalografía, descifraron la función del ribosoma

Diana Saavedra

¿Cómo surge la vida? Los tres galardonados este año con el Premio Nobel de Química resolvieron parte del enigma que lleva a transformar un código de letras en células activas que producen proteínas y dan vida. De paso, hallaron la clave para el desarrollo de nuevos antibióticos.

Empleando la cristalografía de rayos X, Venkatraman Ramakrishnan, Thomas A. Steitz y Ada E. Yonath lograron descubrir la estructura y función del ribosoma, uno de los principales actores del proceso de la vida que transforma la información contenida en el ADN para la síntesis de moléculas que promueven la vida.

"Sabía que era un trabajo muy importante cuando inicié, sabía que encontraría las respuestas a mis dudas. Estoy muy emocionada, es algo realmente maravilloso", comentó vía telefónica la investigadora israelí Ada E. Yonath, quien se convirtió en la cuarta mujer en la historia del Nobel en ser galardonada en el área de Química.

"Cuando me llamaron del Nobel estaba en la oficina y no podía hablar, sólo escuchaba".

Por otra parte, para el biotecnólogo Thomas A. Steitz la llamada que le anunció el premio fue una sorpresa parcial que lo despertó a las 4:10 de la mañana, narró en entrevista telefónica.

"Por el momento me siento cansado pues el teléfono no ha parado de sonar desde la mañana, pero estoy muy contento.

"Mis amigos me habían dicho que tal vez era posible que nos dieran el Nobel por el trabajo que hemos venido realizando, pero es algo que uno nunca termina de creer hasta que recibe la llamada".

#### EJECUTANDO ÓRDENES

El ribosoma está formado por dos subestructuras que se encuentran en todas las células de todos los organismos vivos, explicó la ingeniera biotecnóloga Verónica

Nobel de Química 2009: Ramakrishnan, Steitz y Yonath

# Distinguen labor en antibióticos

Luna Fontaine, del Instituto Politécnico Nacional.

En 1962, el Premio Nobel reconoció el trabajo de Francis Crick, James Watson y Maurice Wilkins por elaborar el modelo de la doble hélice de la cadena de ácido desoxirribonucleico (ADN).

"Comencé a trabajar con los ribosomas hace 30 años porque me interesaba saber cuál era el proceso exacto de expresión genética, cómo se pasaba del ADN a las proteínas y me encontré con que los ribosomas eran una parte muy importante y que valía la pena investigar", dijo Steitz.

En 2006, Roger D. Kornberg fue premiado por descifrar la forma en que trabaja el ARN mensajero y este año, la Academia Sueca de Ciencias decidió galardonar cómo el ribosoma transforma la información en acción.

"Es todo un conjunto, su función es leer el ARN mensajero, interpretar la información y sintetizar las proteínas para la célula. Es como si fuera un cierre, parte de los dientes salen del cromosoma como (a través del) a través del ARN mensajero, y el ribosoma acomoda las piezas como un engrane para crear proteínas", explicó Luna.

Para el trabajo, los galardonados usaron la cristalografía de rayos X para mapear la posición de cada uno de los cientos de miles de átomos que conforman el ribosoma.

"Estas moléculas producen

proteínas que permiten encender el control químico en todos los organismos vivos. Se trata de partículas cruciales para la vida que, además, son clave para el desarrollo de nuevos antibióticos".

#### LEYENDO CÓDIGOS

Las moléculas de ADN son pasivas y si no tuvieran a los ribosomas, no existiría la vida, explicó la Academia Sueca de Ciencias.

Basados en la información contenida en el ADN, los ribosomas construyen proteínas, transportan oxígeno, hemoglobina, anticuerpos para el sistema inmune, hormonas, insulina, colágeno, enzimas, azúcares, etc.

Existen cientos de proteínas en el cuerpo y todas tienen diferentes formas y funciones y en su conjunto construyen y controlan los niveles químicos de la vida.

"De la correcta lectura de la información depende, justamente, que las proteínas hagan su trabajo. Por ejemplo, si no se da una lectura adecuada para producir insulina pueden generarse problemas pues se comienzan a sintetizar proteínas erróneas que afectan la salud, como la diabetes", añadió Luna.

Muchos de los antibióticos de hoy en día curan varias enfermedades al bloquear la función bacteriana de los ribosomas.

Sin ribosomas funcionales, las bacterias no pueden sobrevivir. Es por ello que estas partículas son tan importantes para el desarrollo de nuevos antibióticos.

## Génesis de las proteínas

Las células que forman a los seres vivos se mantienen con vida gracias a las proteínas y las enzimas, cuya producción es la función básica de los ribosomas.



Juan Jesús Cortés

## Conózcalo



**Nombre:** Venkatraman Ramakrishnan  
**Lugar y fecha de nacimiento:** Chidambaram, India, 1952.  
**Experiencia:** Doctorado en Física en 1976, en la Universidad de Ohio.  
**Trabajo actual:** Es investigador titular y Líder de la División de Estudios Estructurales, del Laboratorio de Biología Molecular, en la Universidad de Cambridge. Actualmente posee la ciudadanía estadounidense.



**Nombre:** Thomas A. Steitz  
**Lugar y fecha de nacimiento:** Milwaukee, Estados Unidos, 1940  
**Experiencia:** Doctorado en Biología Molecular y Bioquímica en 1966, en la Universidad de Harvard.  
**Trabajo actual:** Es profesor de Biología Molecular y Bioquímica e investigador del Instituto Médico Howard Hughes, ambos en la Universidad de Yale.



**Nombre:** Ada E. Yonath  
**Lugar y fecha de nacimiento:** Israel, 1939  
**Experiencia:** Realizó sus estudios de doctorado en cristalografía de rayos X en 1968 por el Instituto Weizmann. Fue profesora de Biología Estructural.  
**Trabajo actual:** Es directora del Centro de Investigación Martin S. y Helen Kimmel, en el Instituto Weizmann de Ciencias.



Descubrimiento de científicos del Instituto Weizman

## Proteínas ayudan a la regresión de tumores pediátricos

¿Por qué algunos cánceres pediátricos tienen capacidad de regresión espontánea? El profesor Michael Fainzilber y su equipo del Departamento de Química Biológica del Instituto Científico Weizman de Rejovot parecen haber encontrado inesperadamente parte de la respuesta.

Se espera que futuras investigaciones sobre el tema lleven a una mejor comprensión del mecanismo de acción y conduzca al desarrollo de medicamentos capaces de inducir la regresión de ciertos tumores.

TrkA es un receptor celular conocido por su papel como "defensor de la vida": cuando los factores de crecimiento nervioso se ligan a los receptores de TrkA, se produce la activación de estos receptores para promover el crecimiento y la supervivencia de las neuronas.

Cuando los investigadores científicos llevaron a cabo estudios selectivos para identificar otras moléculas implicadas en esta cascada de señalización, se sorprendieron al descubrir que TrkA quizás no sea quien parece. El equipo descubrió que si TrkA se junta con otra molécula llamada CCM2 (el actor recientemente identificado en esta cascada de señalización), ambos se convierten en "cómplices del crimen", en "un asesino celular".

Sin embargo, aunque suene paradójico, este comportamiento atípico podría en realidad favorecer la vida.

Esta idea se basa en hallazgos relacionados con tumores pediátricos de origen neurológico, particularmente el meduloblastoma (el tumor cerebral maligno más común y el segundo tumor maligno más frecuente en niños menores de 20 años de edad) y el neuroblastoma (el cáncer sólido

extracraneal más común durante la infancia).

El neuroblastoma presenta un comportamiento inusual, siendo uno de los pocos cánceres humanos conocidos por su capacidad de regresión espontánea en algunos casos, pero nadie sabe cómo ni por qué. Estudios realizados ultimamente han demostrado que los tumores con pronóstico positivo suelen regresar, mientras que las formas agresivas del tumor no. Sin embargo, aún no se sabe con certeza cómo TrkA induce la regresión del tumor, y el mecanismo subyacente continúa siendo un enigma para todos los involucrados en las investigaciones.

¿Qué pasa si CCM2 era la pieza que faltaba en el rompecabezas de la regresión tumoral? Junto con un grupo de científicos en Alemania, que estaban llevando a cabo un estudio a gran escala sobre expresión genética en tumores de pacientes con neuroblastoma, examinaron los niveles de expresión de CCM2 y TrkA de las muestras recogidas de los pacientes. Los resultados fueron muy claros: en ciertos tumores, TrkA y CCM2 se expresan siempre juntos, ¡precisamente en aquellos casos que muestran mayor índice de regresión y supervivencia de los pacientes!

Para confirmar sus resultados, los científicos bloquearon la expresión de TrkA o de CCM2 en algunas células, hecho que resultó en la supervivencia celular.

Por otra parte, al introducir CCM2 a células que carecen de ella, se produjo muerte celular cuando TrkA también se hallaba presente, lo cual sugiere que este mecanismo podría conducir, efectivamente, a la regresión del tumor. ■

## Es la primera mujer israelí que lo recibe

# La profesora Ada Yonath, Premio Nobel de Química

Hoy, jueves, por la noche, la profesora de Química Ada Yonath recibe en la ciudad de Estocolmo, Suecia, el Premio Nobel de Química de 2009, junto con los científicos Venkatraman Ramakrishnan y Thomas Steitz, con quienes comparte la distinción.

En la ceremonia los galardonados presentarán sus discursos y sus trabajos y después recibirán de manos de Su Majestad, el rey de Suecia, el diploma, una medalla y un

importante cheque.

Luego de la ceremonia se ofrece un banquete en el Palacio de la Municipalidad de Estocolmo para 1.300 personas. En la ceremonia participarán los miembros de la familia real así como representantes del Gobierno local.

Yonath es la primera mujer israelí en recibir un Premio Nobel y de las pocas mujeres que se hicieron acreedoras al de Química.

En el pasado, el equipo de

investigación acusó a otro premiado, Steitz, de robarse los créditos de Yonath sobre su trabajo relativo a los ribosomas. Sin embargo, los conflictos se pusieron a un lado y ahora Yonath está ocupada en los preparativos para la ceremonia y en esquivar a las decenas de periodistas que, según sus palabras, "están obsesionados con su corte de pelo".

"Sin embargo", agregó, "estoy contenta de haber logrado que el público se interese en cuestiones relativas a mi trabajo". Yonath comentó que tras enterarse de la distinción, recibió muchas invitaciones para hablar sobre los ribosomas "en diferentes grupos que van desde programas para niños hasta asociaciones de jubilados". ■

## Avances en tecnologías hídricas y ecológicas

Eial Sergio Bluer \*

Recientemente se clausuró una nueva edición de la Exposición Internacional de tecnologías de agua, energías renovables y control de medio ambiente que se realiza cada dos años en Tel Aviv. Estuvo a la altura de los antecedentes y expectativas, con la asistencia de más de 100 delegaciones provenientes de 95 países que participaron asimismo en la Conferencia Internacional.

Cabe destacar el número y variedad de expositores (fundamentalmente israelíes) y un pabellón especialmente dedicado a innovaciones, que recibió excelentes críticas de los miles de visitantes que albergó.

La importancia estratégica que Israel le asigna a estas tecnologías se demuestra en los auspicios de los Ministerios de Industria y Comercio, Relaciones Exteriores, Infraestructuras Nacionales y Protección Ambiental, el Programa Gubernamental de Agua, el Instituto de Exportaciones y el Centro de Desarrollo e Investigaciones Industriales. Está motivada por la escasez de agua potable y de fuentes de energía.

La industria del agua israelí es ampliamente reconocida por su experiencia internacional y altos niveles académicos y profesionales. Israel es un líder global en la desalinización y tratamiento del agua. Tanto las exportaciones de equipos como las aplicaciones y los métodos innovadores en tecnologías ambientales están teniendo un impacto mundial impresionante.

Entre los expositores del exterior estuvieron presentes varios países europeos (Italia, España, Suecia) como también regionales (Comunidad Europea, Cámara de Comercio Rhone-Alpes de Francia, Gobierno de Cataluña, destacándose por lo singular una

*Planta de procesamiento de aguas servidas de la zona central del país*



firma japonesa y el optimismo del Instituto de Comercio Exterior español (además de una intensa actividad y una muy bien preparada información impresa y digital) por la flamante noticia del éxito en la licitación de la planta desalinizadora en Ashdod por parte del Consorcio Minrav en el cual participan activamente dos empresas ibéricas (Veloriza Agua/Sadyt -del grupo Sacyr Vallehermoso- e Imitech del grupo Técnicas Reunidas).

La Academia participó a través de sus empresas de transferencia tecnológica al mercado. BGN Tecnologías de la Universidad Ben Gurión del Néguev e Yisum de la Universidad Hebrea de Jerusalén, bajo la consigna "donde ciencia significa negocios" y su nuevo parque de biotecnología.

El Instituto Weizman estuvo presente a través de una start-up -cuya tecnología ha desarrollado y una incubadora tecnológica- que ofrece para el tratamiento de aguas subterráneas contaminadas, residuales o servidas. Se trata de una solución eficiente por su productividad, por tratar simultáneamente una variedad de contaminantes, por su facilidad de uso, por su relación costo-beneficio y por ser amigable al ambiente ecológico. Se agrega a la lista de otras innovadoras firmas israelíes dedicadas a la recuperación de aguas, tanto a nivel

de suministradoras nacionales o municipales, como a nivel industrial e incluso hogareño (que permite disponer del líquido vital para el propio jardín o plantaciones familiares).

Como novedades teóricas -pero con perfil de implementación- se destacaron las propuestas de producción de energía basada en biodiesel. En un caso a través de la plantación de bosques de la variedad de arbustos tamarix -que se desarrolla abundantemente y se adapta incluso a zonas desérticas- que brinda la biomasa como materia prima y en otro, a través del cultivo oleaginoso no comestible del ricino, al cual sometieron a cambios genéticos para aumentar su productividad, permitir producción a gran escala y lograr así precios competitivos, como también generar variedades híbridas para adecuarse -por ejemplo- a condiciones áridas y salinas.

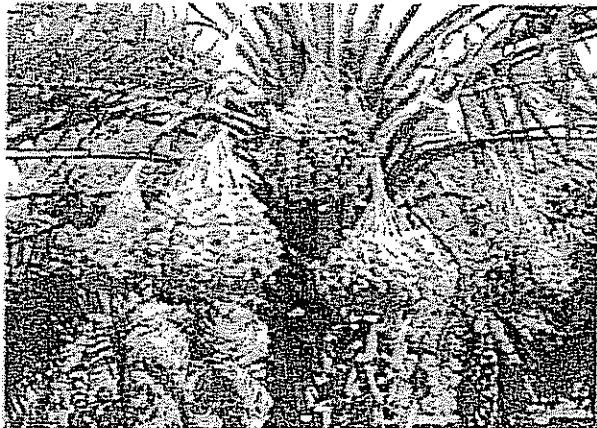
Otro tema que también avanza desde la investigación y diseño de soluciones es el de minimizar las pérdidas en el transporte de agua en las extensas redes de cañerías (típicamente a cargo de los Municipios, aunque ya existen experiencias internacionales de tercerización a cargo de firmas privadas que administran tales recursos) de manera tal de identificar tales defectos y solucionarlos de manera económicamente eficiente.

*\*Socio fundador de Sefarad Consulting,*

[bluer@sefarad.com.es](mailto:bluer@sefarad.com.es)

## Israel es floreciente y asombroso

Enrique Alaluf,  
Ashdod



*Las palmeras son reconocidas por su alto rendimiento*

Israel es floreciente y asombroso muy a pesar de todas las críticas que recibe desde todas partes del mundo por ser una nación que se defiende de un terrorismo sin pausas, de norte a sur, por vecinos que lamentablemente no saben ni quieren vivir en paz. Y que las treguas solamente las utilizan para conseguir más armas, prepararse, acondicionarse, para volver solapadamente al ataque contra Israel.

Ellos no piensan en la reconstrucción de sus ciudades, ni en el bienestar de su pueblo, ni en la educación de sus hijos, como tampoco en abrir fábricas para dar trabajo y progreso a su gente. Todo lo contrario. Reciben millones de dólares de donaciones y todos saben que van a los bolsillos de sus líderes y a la compra de armamento y esto viene sucediendo de toda la vida, ante la pasividad de los ojos del mundo

Israel mientras tanto, no solo se defiende de sus enemigos sino que asombra al mundo por sus progresos en la ciencia, en agricultura, en medicina, por ser un país floreciente y próspero, por darle a sus habitantes trabajo y bienestar, que no es poca cosa, por darles seguridad y protegerlos de los atentados, por darles la oportunidad de elegir a sus gobernantes dentro de una democracia participativa, la única en la región.

Por ejemplo, les contamos que el Oriente Medio, ha plantado palmeras datíleras desde tiempos remotos, con una altura de 6 metros, dando unos 20 kilos de dátiles por año cada planta. Las palmeras israelíes, son tan bajas que se pueden cosechar desde el piso dando 200 kilos cada árbol por año.

Israel supera con gran margen a cualquier país del mundo, en cantidad de descubrimientos científicos: 109 por cada 10.000 habitantes. Israel cuenta con el mayor porcentaje per cápita del mundo, de egresados universitarios. Después de los Estados Unidos y Canadá, es Israel el que tiene el mayor número de empresas inscritas en la Bolsa NASDAQ. Varios científicos israelíes, están incluidos entre los mil investigadores de química más citados en revistas científicas de los últimos años. La lista publicada por el Instituto de Información Científica de Estados Unidos, registra a 6 profesores de la Universidad Hebrea. Roni Koslof, Sason Shaik, Louis Fiedler, Rafael Levine, David Avnir y Robert Gerber. Por el Instituto Científico Weizman, el profesor Moshe Shapiro. Mientras que por la Universidad de Tel Aviv, esta el profesor Abraham Nitzan. Otro dato para destacar en nuestra investigación, es que Israel con el 24 por ciento de egresados universitarios entre su población trabajadora, está ubicada tercera detrás de Estados Unidos y Holanda. Israel es el único país que entró en el siglo XXI, con gran superioridad de árboles plantados, es algo para destacar tratándose de un área desértica.

En lo que tiene que ver con la medicina, una compañía israelí desarrolló un sistema computarizado, para la administración de medicamentos, eliminando el posible error humano. Por otra parte científicos israelíes, desarrollaron el primer aparato computarizado sin radiación, para detectar el cáncer de mama. El Hospital Ichilov de Tel Aviv, está utilizando un nuevo método para el tratamiento de tumores, que consiste en el congelamiento de los tejidos cancerosos. De esta manera se localiza el tumor y se lo congela antes de extirparlo. El porcentaje del éxito en este tratamiento, es de un 100%.

En siguientes notas, continuaremos con lo acontecido en nuestra investigación de un Israel floreciente y asombroso. Porque se debe saber, se debe contar, se debe resaltar como corresponde los logros de este pequeño país que sabe recomponerse y salir adelante a pesar de las guerras, el terrorismo, las intifadas. ■

## Trabajo de científicos del Instituto Weizman Desentrañan los secretos genéticos de un tomate rosado

Los comensales del Extremo Oriente tienen una gran debilidad por un tipo de tomate dulce de piel rosada.

El Dr. Asaf Aharoni, del Departamento de Ciencias Botánicas del Instituto Científico Weizman de Rejovot, ha revelado recientemente el gen responsable de la producción de estos tomates de color rosa. La investigación de Aharoni se centra en las finas capas protectoras externas de las plantas, llamadas cutículas, que están compuestas principalmente por sustancias grasas parecidas a la cera.

En el conocido tomate rojo, esta capa también contiene grandes cantidades de antioxidantes llamados flavonoides, que son la primera línea de defensa de los tomates. Algunos de estos flavonoides también otorgan a las cutículas del tomate un molde amarillo brillante, el componente de color que falta en la trans-

lúcida piel rosa de los mu- Avital Adato e Ilana Rogan-



tantes.

Usando un sistema de laboratorio que es el único en Israel, y uno de los pocos existentes en el mundo, el Dr. Aharoni y su equipo son capaces de identificar rápida y eficientemente cientos de sustancias activas de plantas llamadas metabolitos.

La investigación, llevada a cabo en el laboratorio de Aharoni por las doctoras

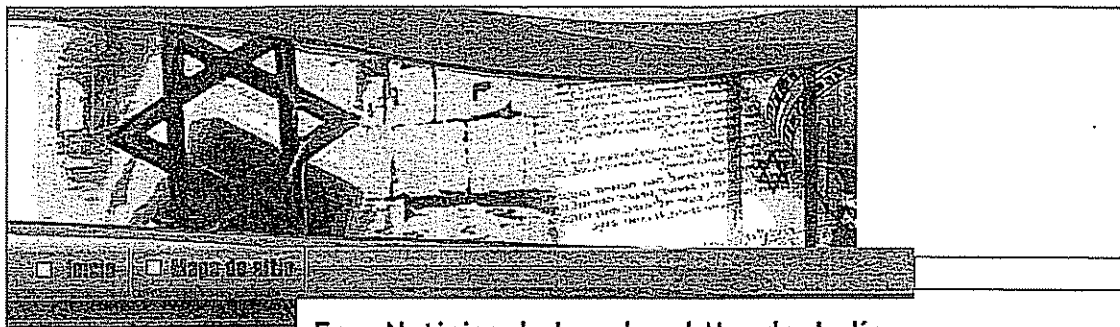
chev y la estudiante de investigación Tali Mendel, demostró que las diferencias entre los tomates de color rosa y de color rojo son mucho más profundas que el mero color de la piel: los científicos identificaron unos 400 genes cuyos niveles de actividad son bastante más altos o más bajos en los tomates mutantes.

Los cambios más grandes, que aparecen en la cutícula de la planta y en la cubierta del fruto, residen en la producción de sustancias de la familia de los flavonoides.

Asimismo, el tomate rosa tiene menos licopeno, un pigmento rojo conocido por su potente capacidad antioxidante, que se ha demostrado estar asociado a un reducido riesgo de cáncer, enfermedades cardíacas y diabetes. Además, alteraciones en la composición grasa de la capa externa del tomate rosa hacen que su cutícula sea más delgada y menos flexible que la piel de un tomate común.

Los investigadores descubrieron que todos estos cambios pueden atribuirse a la mutación en un solo gen conocido como SIMYB12. Este gen actúa como "interruptor central" que regula las actividades de toda una red de otros genes, controlando las cantidades de pigmentos amarillos así como de un sinfín de otras sustancias en el tomate.

Aharoni destacó: "Desde la identificación del gen, hemos descubierto que se puede utilizar como marcador para predecir el futuro color del fruto en las primeras etapas de desarrollo, incluso antes de que la planta haya florecido. Esta capacidad podría acelerar el desarrollo de nuevas y aun más exóticas variedades de tomate, un proceso que generalmente lleva más de diez años". ■



## En > Noticias de Israel y el Mundo Judío

### Científica israelí gana el Premio Nobel de Química.



Ada Yonath, nacida en 1939 en Jerusalem, investigadora en el campo de la biología estructural del Instituto de Ciencias Weizmann de Rehovot, fue galardonada con el Premio Nobel de Química.

Yonath comparte el premio con Venkatraman Ramakrishnan de Gran Bretaña y el estadounidense, Thomas A. Steitz, por sus estudios del ribosoma.

Yonath centró su investigación sobre la estructura del ribosoma, una parte de la célula que sintetiza proteínas y traduce el código genético en la producción de proteínas y, su trabajo ha contribuido al desarrollo de antibióticos más eficaces, que pueden superar el fenómeno de los agentes patógenos resistentes a los medicamentos. La bióloga israelí -cuarta mujer en ganar el premio Nobel de Química- ha sido galardonada varias en química por sus investigaciones en varias ocasiones, entre las cuales recibió los Premios Israel y Wolf en esa materia. Actualmente dirige el Centro Helen y Milton Kimmelman de Estructuras Biológicas y Biomoleculares del Instituto Weizmann, en el que, en 1968, realizó su doctorado en cristlografía de rayos X. Anteriormente fue docente en las Universidades de Tel Aviv y de Ben Gurión y, entre 1986 y 2004 dirigió el grupo investigador de Biología Molecular en el Instituto Max Planck de Hamburgo.

Al conocer la noticia, Yonath agradeció a su familia y al Instituto Weizmann por su apoyo permanente y, explicó que el reconocimiento servirá de aliciente para jóvenes científicos que trabajan arduamente y destacó la necesidad de otorgar becas de estudio a quienes quieren seguir una carrera de investigación.

Desde su instauración, nueve ciudadanos israelíes han recibido un Premio Nobel: Shmuel Yosef Agnón, de Literatura; Menajem Beguin, Itzjak Rabin y Shimon Peres, de la Paz; Daniel Kahneman y Robert Aumann, de Economía; Abraham Herschko y Aharón Clechanover, de Física y, ahora, Ada Yonath, de Química.

# Siempre!

PRESENCIA DE MEXICO

LA CULTURA EN MEXICO

PENSAMIENTO A FONDO

**E**n referencia al Premio Nobel otorgado a la doctora Ada Yonath del Instituto Weizmann de Israel, entrevistamos una vez más al científico mexicano Jaime Lagunez, quien cursó su doctorado en el mismo instituto y tuvo la alegría de conocerla personalmente.

## Nobel de Química: Doctora Ada Yonath

PATRICIA GUTIÉRREZ-OTERO Y JAVIER SICILIA



—Doctor Lagunez, los medios han remarcado el hecho de que por primera vez en la historia se otorgó un Nobel a una mujer israelí. ¿Podría usted darnos su opinión con respecto a la investigación que realizó

y al hecho de que sea una mujer?

—¡Claro que me parece muy bien que sea mujer!; es una demostración más del talento y fuerza intelectual que tiene el mal llamado sexo débil. La doctora Yonath, liderando a un gran grupo de investigadores, logró cristalizar y determinar la estructura del ribosoma a finales de la década de los noventa en colaboración con Alemania. Su equipo utilizó técnicas propias muy novedosas para enfrentar la enorme dificultad que implica realizar esta tarea.

—Israel es considerado como un país en vías de desarrollo, y sin embargo, obtuvo un Nobel en química, ¿esto le suscita alguna reflexión sobre lo que sucede en nuestro país?

—Esclarecer los misterios de la naturaleza requiere de recursos y de mucho tiempo. Los premios Nobel no nacen del aire. Si el gobierno de México fuera responsable y moral invertiría en el conoci-

miento y en capital intelectual: esto no sucede. Conozco por lo menos un ejemplo de ideas científicas prometedoras para salud pública con un grupo consolidado de investigación que se dejó morir. Eso sucedió en el Instituto de Química de la UNAM.

—¿Cuál es la trascendencia del trabajo de la doctora Yonath y qué implicaciones sociopolíticas se manifiestan con el otorgamiento de esta presea?

—El ribosoma es una máquina de ensamblaje de proteínas, pieza fundamental del mecanismo de la vida. El

haberlo descrito a un nivel casi atómico, nos permite entender varios fenómenos inherentes del proceso que llamamos vida. De hecho, en 1984, mi grupo de investigación del Instituto Weizmann también trabajó en el área cuando realicé mi posgrado. Hablábamos con frecuencia con la doctora Yonath a quien percibí como una persona muy capaz y trabajadora. También es sumamente modesta, y un tanto retadora de las convenciones sociales —virtudes que sin duda se deben promover en los jóvenes.

También es notable observar que se trata de una colaboración entre dos pueblos —Israel/Alemania— que en un tiempo mantuvieron un infame conflicto: la judía y la alemana. En lo personal, me parece que ofrece un ejemplo más de que podemos resolver nuestras diferencias por muy grandes que sean —los que actualmente riñen en el futuro pueden trabajar, hombro con hombro.

Además, opinamos que se respeten los Acuerdos de San Andrés, se libere a los prisioneros políticos, se limite a las transnacionales en México, se investigue el crimen contra niños y mujeres en el país, se detenga la guerra de baja intensidad en Chiapas, se frenen las campañas televisivas del miedo y que nos activemos como sociedad civil. ☺