

Futuro

ALICIA RIVERA, Madrid
 ¿De qué está hecho el universo?
 ¿Cuál es la base biológica de la conciencia? ¿Por qué los seres humanos tienen tan pocos genes? ¿Son unificables las leyes de la física? ¿Cuánto puede durar la vida humana? Estos son algunos de los 125 enigmas pendientes de solución que la revista *Science* ha identificado como los interrogantes científicos más importantes que afronta la sociedad a principios del siglo XXI. Sin duda es un ejercicio espectacular el realizado por los responsables de la publicación estadounidense para celebrar el 125 aniversario de la misma. Pero no se trata sólo de eso. “Los misterios por resolver proporcionan a la ciencia motivación y dirección”, recuerda el escritor Tom Siegfried, al presentar los 125 misterios, y cita al Premio Nobel David Gross: “Una de las cualidades más creativas de un científico es la habilidad de plantearse las preguntas adecuadas”.

“Hoy en día, los enigmas científicos más profundos se refieren a los mayores fenómenos del cosmos y a algunos de los más pequeños. Tal vez nunca logremos responder completamente algunas de estas preguntas, pero en el intento avanzarán nuestros conocimientos y avanzará nuestra sociedad”, dice Donald Kennedy, director de *Science*.

Los responsables de *Science* (editada por la Asociación Americana de la Ciencia, desde 1880) pensaron seleccionar 25 preguntas clave que mostrarían los grandes huecos del conocimiento científico. Pero los editores de cada área sacaron muchas más. Finalmente se han elegido 125 preguntas, destacando estas 25:

► **¿De qué está hecho el universo?** La materia ordinaria del cosmos, la que forma estrellas y planetas y personas, supone el 1% del cosmos, y sumada a la materia oscura —que debe ser algo diferente pero que no se sabe qué— se alcanza el 30%. El 70% restante del universo es una misteriosa fuerza repulsiva apodada energía oscura. Así que la ciencia sólo conoce un 1% de lo que existe.

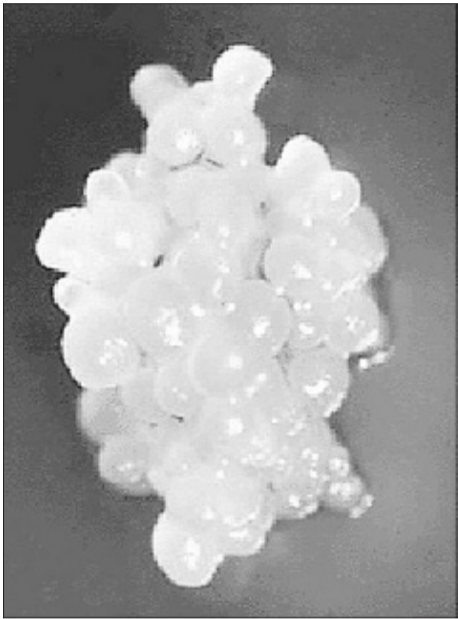
► **¿Cuál es la base biológica de la conciencia?** Los científicos han entrado en una materia que hasta hace poco era territorio de los filósofos: la naturaleza de la conciencia. ¿Puede abordarse la cuestión experimentalmente? De momento, abundan las teorías sobre la cuestión y escasean los datos.

► **¿Por qué los humanos tienen tan pocos genes?** Cuando hace unos años se secuenció el genoma humano, se supo que tiene unos 25.000 genes, pese a que la mayoría de los expertos pensaban que serían unos 100.000. La persona funciona con pocos genes más que el gusano *C. elegans*. Al parecer la regulación y expresión de los genes son mucho más complicadas de lo que se pensaba.

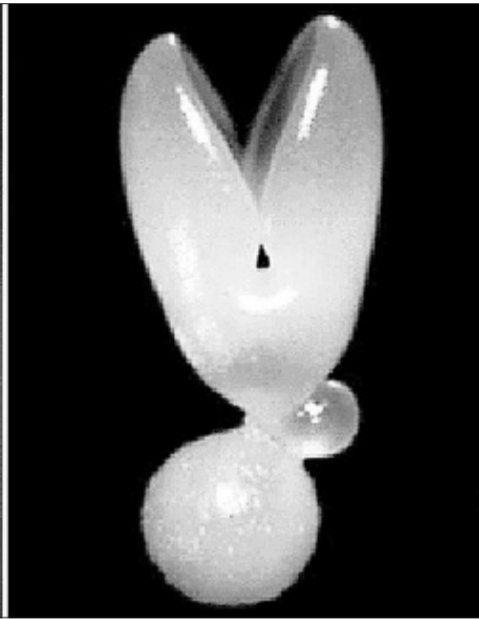
► **¿Hasta qué punto están relacionadas la variabilidad genética y la salud?** A medida que avanza el análisis del genoma humano, emergen con mayor resolución patrones genéticos que gobiernan la salud del individuo. Pero esto

De qué está hecho el universo y 124 enigmas más

La revista 'Science' propone las 125 preguntas más importantes de la ciencia que están aún pendientes de respuesta, si es que la tienen



Brotos de naranjo que pueden originarse en una única célula somática. / USHRL/ARS/USDA



Las supernovas en galaxias lejanas dan pistas sobre la energía oscura del universo (izquierda), e imagen del cerebro en funcionamiento. / HIGH-Z SUPERNOVA SEARCH TEAM/HST/NASA / LESTER LEFKOWITZ/CORBIS



puede ser sólo el principio del panorama completo. En el campo de la salud, esto apunta hacia el dominio de una medicina genética personalizada.

► **¿Son unificables las leyes de la física?** El Modelo Estándar de física de partículas describe toda la materia conocida, es decir, todas las partículas subatómicas y las fuerzas de interacción entre ellas. “Pero el Modelo Estándar es un poema inacabado”, dice *Science*: al parecer, la mayoría de las piezas están, pero no acaban de encajar todas, y faltan algunas: las que describen la gravedad.

► **¿Cuánto se puede alargar la vida humana?** La persona que ha vivido más tiempo, con edad documentada, alcanzó los 122 años (una mujer francesa fallecida en 1997). Experimentos en diferentes organismos hacen pensar a algunos que la vida humana podría alargarse rutinariamente hasta los 100 o 110 años, pero otros creen el límite no será tan alto.

► **¿Qué es lo que controla la regeneración de órganos?** La medicina regenerativa puede ser en el siglo XXI lo que los antibióticos fueron en el XX: pero antes hay comprender a fondo las señales moleculares que controlan la regeneración.

► **¿Cómo puede una célula de la piel convertirse en una nerviosa?** Pese a las enormes esperanzas que se han puesto en las células madre para desarrollar tratamientos de males ahora incurables, la biología celular tiene aún pendientes cuestiones básicas para hacerlos realidad.

► **¿Cómo una única célula somática se convierte en toda una planta?** Los científicos quieren averiguar cómo funciona la embriogénesis asexual en muchas plantas, los mecanismos que ellas utilizan para mantener la flexibilidad de desarrollo sin perder el control del crecimiento.

► **¿Cómo funciona el interior de la Tierra?** Pese a los enormes avances de la geofísica registrados en las últimas décadas, persisten muchas incógnitas acerca del corazón del planeta.

► **¿Estamos solos en el universo?** Cien mil de millones de estrellas en nuestra galaxia y cientos de miles de millones de galaxias parece muchísimo espacio para que haya surgido la vida en algún otro lugar distinto del planeta Tierra. No se ha detectado hasta ahora. ¿Hay alguna otra forma de vida tecnológicamente avanzada? Se está buscando.

► **¿Dónde y cómo surgió la vida?** Los fósiles más antiguos encontrados tienen unos 3.400 millones de años y, al parecer, había ya organismos fotosintéticos hace 3.700 millones de años. Hay teorías sobre cómo pudo surgir la vida y experimentos que muestran algunas opciones, pero no respuestas concluyentes.

► **¿Qué es lo que determina la diversidad de las especies?** Los biólogos intentan explicar por qué hay cientos de especies en algunos grupos y tan pocas en otras; o qué fuerzas conforman los hábitats y la biodiversidad. Ni siquiera se sabe cuántas especies hay.

► **¿Qué cambios genéticos nos hicieron específicamente humanos?** Los paleontólogos intentan definir la característica clave que diferencia al hombre del mono: la capacidad de hacer herramientas, el caminar bípedo, el tamaño del cerebro, el lenguaje, etcétera. Ahora se busca dar un paso más profundo: identificar los genes de la diferencia.

► **¿Cómo se almacenan y recuperan los recuerdos?** Pese a los avances en el estudio de la memoria, quedan muchas lagunas importantes en este campo, que enlaza la investigación molecular y la del cerebro en su conjunto.

► **¿Cómo evolucionó el comportamiento de cooperación?** Los expertos están buscando las bases genéticas y los mecanismos moleculares, psicológicos, ambientales y de comportamiento que determinan la sociabilidad.

► **¿Cómo surgirán las grandes panorámicas del océano de datos biológicos?** Sigue pendiente el salto desde la ingente cantidad de información molecular que se tiene de los organismos hacia el conocimiento sistemático de su funcionamiento.

► **¿Hasta dónde seremos capaces de llevar el autoensamblaje químico?** Los químicos han aprendido a combinar a voluntad hasta mil átomos para formar prácticamente cualquier configuración molecular deseada. Pero la naturaleza hace esto a escala muy superior y los científicos están aprendiendo de ella para diseñar sistemas complejos autoensamblados.

► **¿Cuáles son los límites de la computación convencional?** Las máquinas de proceso de información están sujetas a las leyes de la física, y los expertos están ya asomándose más allá de la computación clásica para explotar la utilización de los efectos cuánticos e intentar con ellos que los ordenadores del futuro hagan cosas probablemente imposibles para los actuales.

► **¿Cómo se podría desactivar selectivamente la respuesta inmunológica?** Si se lograra controlar este mecanismo mejoraría mucho la estrategia del trasplante de órganos y el control de las enfermedades autoinmunes.

► **¿Hay principios más profundos bajo la incertidumbre y la no localidad cuánticas?** Para unos físicos la rareza de la mecánica cuántica no es un problema, en cuanto describe debidamente los fenómenos físicos. Otros planean experimentos para intentar llegar al corazón de dicha rareza.

► **¿Es factible una vacuna contra el VIH?** Algunos científicos creen que el virus del sida se replica tan rápido y comete tantos errores en el proceso, que no se podrán hacer vacunas frente a todos los tipos de VIH. Otros confían en lograrlo.

► **¿Cuánto se calentará el planeta por el efecto invernadero?** El calentamiento global inducido por el hombre y la temperatura media que puede alcanzarse en décadas y siglos depende de la sensibilidad y la respuesta del sistema climático, donde muchas incógnitas quedan por resolver.

► **¿Qué y cuándo reemplazará al petróleo?** No hay consenso acerca de hasta cuánto durará el petróleo, pero otros factores (económicos, políticos, tecnológicos y medioambientales) presionan hacia un cambio energético.

► **¿Seguirá Malthus equivocado?** Con una población de más de 6.000 millones de habitantes en el planeta, la cuestión es cómo puede la especie humana sobrevivir de modo sostenible sin amenazar los recursos.