

DEL QUARK A LA CONSCIENCIA

27 grandes preguntas

Un primer viaje por el Universo, la Tierra, la vida y cómo averiguamos cosas

Para lectores curiosos de 9 a 12 años

Adaptación educativa v1.0. Edición en español de un volumen complementario bilingüe. DOI: 10.5281/zenodo.22337865.

© 2026 Juan Seguro. All Rights Reserved.

Te damos la bienvenida. El mundo está lleno de pistas. La luz de una estrella, una roca de una montaña, una célula diminuta y un dibujo en un fósil pueden ayudarnos a descubrir algo. No necesitas saber todas las palabras difíciles antes de empezar. Necesitas fijarte, preguntar, comparar y conservar una buena pregunta cuando la respuesta aún no está lista.

Veintisiete puertas

Este libro tiene veintisiete capítulos. Algunos empiezan en el cielo, otros en el suelo que pisamos y otros dentro de los seres vivos. Juntos cuentan una historia larga: cómo cambió el Universo, cómo cambió la Tierra, cómo cambió la vida y cómo las personas aprendieron a buscar pruebas.

No hace falta leerlo todo de una vez. Abre el capítulo que te llame la atención. Después usa el índice para encontrar la siguiente pregunta que se conecte con él.

Las pistas son mejores que las adivinanzas

Una buena respuesta no es solo una idea ingeniosa. Necesita pistas que puedan comprobarse. Las científicas y los científicos usan instrumentos, mediciones cuidadosas, comparaciones y, a veces, más de un tipo de evidencia. Una sola pista puede engañarnos. Varias pistas que coinciden pueden hacer mucho más fuerte una explicación.

Verás cuatro clases útiles de frases: cosas que sabemos bien; explicaciones que encajan con las pruebas disponibles; preguntas en las que las científicas y los científicos siguen trabajando; e ideas que necesitan más comprobaciones. Aprender a distinguir las también es aprender ciencia.

Tu trabajo como lector o lectora

Pregunta: ¿cuál es la pista? ¿Cómo la encontró alguien? ¿Qué muestra directamente? ¿Qué parte es una conclusión cuidadosa? Puedes dibujar, hacer una lista de palabras nuevas o explicarle una idea a otra persona. Si un capítulo te deja una pregunta nueva, ha logrado algo importante.

Rutas sugeridas

Señales y escala cósmica

QTC-001 a QTC-006: luz, oscuridad, materia en las estrellas y medición a través de la distancia.

Tierra, vida y cambio

QTC-007 a QTC-010: tiempo profundo, gradientes, significado de vida, variación y selección.

Universo temprano y planeta en formación

QTC-011 a QTC-020: luz antigua, Big Bang, materia temprana, estrellas no observadas, planetas, datación, clima y química prebiótica.

Sistemas vivos e herencia

QTC-021 a QTC-027: química que evoluciona, primeras células, LUCA, mundos microbianos, registros en rocas, fusiones celulares e información entre generaciones.

Índice

El índice muestra primero cada pregunta infantil y debajo su título canónico de origen. Las etiquetas breves de grupo ayudan a orientarse; no crean nuevas categorías científicas.

QTC	Pregunta infantil y título de origen
QTC-001	¿Qué vemos cuando miramos al espacio? <i>Artículo de origen: Todo lo que ves pertenece al pasado</i>
QTC-002	¿Por qué el cielo nocturno es oscuro? <i>Artículo de origen: ¿Por qué el cielo nocturno es oscuro?</i>
QTC-003	¿Por qué una mesa parece sólida? <i>Artículo de origen: ¿Por qué las cosas sólidas son sólidas?</i>
QTC-004	¿Cómo llegó a tu cuerpo la materia de las estrellas? <i>Artículo de origen: ¿Dónde se fabricaron los átomos de tu cuerpo?</i>

QTC-005	¿Cómo puede la luz de una estrella contar lo que hay en ella? <i>Artículo de origen: ¿Cómo sabemos de qué están hechas las estrellas?</i>
QTC-006	¿Cómo sabemos a qué distancia está una estrella? <i>Artículo de origen: ¿A qué distancia está el universo? La escalera de distancias cósmicas</i>
QTC-007	¿Cómo cuentan las rocas la edad de la Tierra? <i>Artículo de origen: El tiempo profundo</i>
QTC-008	¿Cómo usan las células pequeñas diferencias como energía? <i>Artículo de origen: La vida funciona con gradientes</i>
QTC-009	¿Qué hace que algo esté vivo? <i>Artículo de origen: ¿Qué queremos decir realmente cuando hablamos de vida?</i>
QTC-010	¿Cambian los seres vivos porque lo necesitan? <i>Artículo de origen: Variación al azar y un filtro</i>
QTC-011	¿Por qué no podemos ver el comienzo con un telescopio? <i>Artículo de origen: La luz más antigua que podemos observar</i>
QTC-012	¿Qué describe realmente el Big Bang? <i>Artículo de origen: ¿Qué queremos decir realmente cuando hablamos del Big Bang?</i>
QTC-013	¿Cómo podemos conocer un tiempo anterior a los átomos? <i>Artículo de origen: Antes de los átomos</i>
QTC-014	¿Por qué hay más materia que antimateria? <i>Artículo de origen: Materia, antimateria y un desequilibrio sin resolver</i>
QTC-015	¿Dónde están las primeras estrellas? <i>Artículo de origen: Las estrellas que nunca hemos visto</i>
QTC-016	¿Cómo empieza un planeta? <i>Artículo de origen: Cómo se construye un planeta</i>
QTC-017	¿Cómo cuentan las rocas su edad? <i>Artículo de origen: Cómo aprendimos a fechar el pasado</i>

QTC-018	¿Cómo sabemos que los continentes se mueven? <i>Artículo de origen: El planeta que se mueve</i>
QTC-019	¿Puede la Tierra mantener estable su clima? <i>Artículo de origen: El termostato de la Tierra</i>
QTC-020	¿Podía la química fabricar algunos ingredientes de la vida? <i>Artículo de origen: Antes de la vida: un planeta lleno de química</i>
QTC-021	¿Cuándo puede la química empezar a evolucionar? <i>Artículo de origen: Cuando la química empezó a evolucionar</i>
QTC-022	¿Por qué nunca hemos visto la primera célula? <i>Artículo de origen: Las primeras células que nunca vimos</i>
QTC-023	¿Quién fue LUCA? <i>Artículo de origen: LUCA: el antepasado que reconstruimos</i>
QTC-024	¿Por qué la Tierra es un planeta microbiano? <i>Artículo de origen: El planeta microbiano</i>
QTC-025	¿Cómo puede una roca hablar del aire antiguo? <i>Artículo de origen: Cómo leer una atmósfera en una roca</i>
QTC-026	¿Cómo terminó una célula dentro de otra? <i>Artículo de origen: La célula dentro de la célula</i>
QTC-027	¿Cómo puede la información convertirse en herencia? <i>Artículo de origen: De la información a la herencia: árbol, red y virus</i>

Nota de publicación: este volumen complementario bilingüe es una adaptación educativa de QTC-001 a QTC-027. No modifica ni sustituye los artículos canónicos de origen. DOI: 10.5281/zenodo.22337865.

Las 27 preguntas

QTC-001 ¿Qué vemos cuando miramos al espacio?

Artículo de origen: QTC-001 — Todo lo que ves pertenece al pasado

La gran pregunta: Cuando miramos la Luna, una estrella o una galaxia lejana, ¿la vemos exactamente como es ahora mismo?

Respuesta corta: No. La luz necesita tiempo para viajar. La luz de la Luna tarda poco más de un segundo en llegar. La de la galaxia de Andrómeda tarda unos dos millones y medio de años. Mirar lejos en el espacio se parece a abrir un libro cuyas páginas se escribieron en momentos distintos.

La pista: En 1676, Ole Rømer observó que los eclipses de una luna de Júpiter no llegaban a la misma hora durante todo el año. El cambio tenía sentido si la luz tardaba en viajar. Hoy, las científicas y los científicos usan relojes, distancias y telescopios para entender qué puede decirles una señal recibida.

Piensa como una científica o un científico: Imagina que las fotos de una amiga siempre te llegan con retraso. ¿Qué necesitarías saber antes de decidir qué está haciendo ahora? ¿En qué se parece un telescopio a recibir una foto tarde?

Para recordar: Un telescopio recibe luz, no el objeto mismo. A las mayores distancias, ni siquiera corregir el tiempo de viaje da a todo el universo un único «ahora».

QTC-002 ¿Por qué el cielo nocturno es oscuro?

Artículo de origen: QTC-002 — ¿Por qué el cielo nocturno es oscuro?

La gran pregunta: Si hay tantísimas estrellas, ¿por qué la mayor parte del cielo nocturno es negra y no brillante?

Respuesta corta: Las estrellas no han brillado desde siempre. El universo tiene una historia y no ha habido tiempo suficiente para que la luz de las estrellas llene todas las direcciones. La expansión también estira y debilita parte de la luz antigua, pero el tiempo es la pista principal.

La pista: Imagina un bosque infinito con un árbol luminoso en cada dirección. En un universo que siempre hubiera estado lleno de estrellas brillantes, tus ojos acabarían encontrando una estrella miraras donde miraras. Nuestro cielo oscuro nos dice que esa imagen no puede ser correcta.

Piensa como una científica o un científico: Llena una hoja de puntos brillantes y deja espacios vacíos entre ellos. ¿Qué hoja se parece más al cielo nocturno? ¿Qué cambiaría si las estrellas hubieran brillado desde siempre?

Para recordar: La oscuridad no está vacía de información. Es una prueba de que las estrellas y las galaxias tienen una historia limitada.

QTC-003 ¿Por qué una mesa parece sólida?

Artículo de origen: QTC-003 — ¿Por qué las cosas sólidas son sólidas?

La gran pregunta: ¿Por qué se detiene tu mano al empujar una mesa, si los átomos son tan pequeños?

Respuesta corta: Los átomos no funcionan como bolitas duras que chocan. Los electrones de tu mano y los de la mesa interactúan. Acercarlos más requiere energía, y por eso la mesa empuja hacia atrás. Muchísimas interacciones diminutas juntas hacen que un sólido parezca firme.

La pista: Prueba a apretar una esponja y después una mesa de madera. Las dos están hechas de átomos, pero sus átomos están ordenados de forma distinta y pueden moverse en cantidades diferentes. La electricidad y las reglas cuánticas ayudan a explicar por qué la materia resiste al apretarla, doblarla o deslizarla.

Piensa como una científica o un científico: Aprieta suavemente una esponja, un libro y un cojín. ¿Cuál cambia más de forma? ¿Qué te dice eso sobre cómo responden sus materiales a un empujón?

Para recordar: La solidez es un efecto compartido por enormes cantidades de partículas y sus interacciones. No es una cáscara dura escondida dentro de cada átomo.

QTC-004 ¿Cómo llegó a tu cuerpo la materia de las estrellas?

Artículo de origen: QTC-004 — ¿Dónde se fabricaron los átomos de tu cuerpo?

La gran pregunta: ¿De dónde venían los átomos de tu cuerpo antes de formar parte de ti?

Respuesta corta: Tienen más de una historia. Gran parte del hidrógeno empezó poco después del Big Bang. El carbono y el oxígeno se fabricaron más tarde en las estrellas. Otros elementos proceden de distintos acontecimientos estelares y se mezclaron antes de que se formara el Sistema Solar.

La pista: Contar de formas distintas da respuestas distintas. Por número, el hidrógeno es el átomo más común en un cuerpo típico. Por masa, el oxígeno y el carbono importan más. Por eso las científicas y los científicos miden con cuidado antes de decir de qué está hecho principalmente el cuerpo.

Piensa como una científica o un científico: Haz dos listas: cosas muy abundantes y cosas muy pesadas. ¿Por qué puede cambiar la ganadora cuando cuentas objetos en vez de pesarlos?

Para recordar: Podemos seguir rutas cósmicas generales de los elementos, pero normalmente no podemos señalar una estrella antigua concreta y decir que de ella vino un átomo de tu cuerpo. Algunas historias de los elementos siguen en estudio.

QTC-005 ¿Cómo puede la luz de una estrella contar lo que hay en ella?

Artículo de origen: QTC-005 — ¿Cómo sabemos de qué están hechas las estrellas?

La gran pregunta: ¿Cómo pueden las científicas y los científicos aprender cosas de una estrella si no pueden llevar una muestra a un laboratorio?

Respuesta corta: Estudian su luz. Los átomos pueden absorber o emitir colores de luz determinados. Un espectro separa la luz de una estrella en colores, y su dibujo da pistas sobre qué elementos químicos pueden estar allí.

La pista: Una línea en un espectro no es una etiqueta sencilla que diga exactamente cuánto hay de un elemento. La temperatura, la presión y el estado de los átomos también pueden cambiar la línea. Antes de sacar una conclusión, las científicas y los científicos comparan observaciones, resultados de laboratorio y modelos.

Piensa como una científica o un científico: Imagina dos bebidas del mismo color, pero una está caliente y la otra fría. ¿Te diría el color todo lo importante? ¿En qué se parece eso a leer una línea de la luz de una estrella?

Para recordar: La luz de las estrellas da pruebas fuertes, pero no es una muestra física. Incluso el Sol ofrece algunas mediciones que todavía no encajan del todo.

QTC-006 ¿Cómo sabemos a qué distancia está una estrella?

Artículo de origen: QTC-006 — ¿A qué distancia está el universo? La escalera de distancias cósmicas

La gran pregunta: ¿Cómo podemos medir la distancia a una estrella o a una galaxia si no podemos viajar hasta ella?

Respuesta corta: La astronomía usa varias formas de medir que se apoyan unas en otras. Una estrella cercana parece desplazarse un poquito cuando la Tierra gira alrededor del Sol. Más lejos, unas estrellas especiales y algunas estrellas que explotan sirven como señales de distancia que se comprueban con cuidado. No es una regla gigantesca. Es una cadena de mediciones.

La pista: Mira un dedo cercano con un ojo y luego con el otro. Parece moverse sobre el fondo. Una estrella cercana hace algo parecido cuando la Tierra se mueve alrededor del Sol. Ese pequeño cambio se llama paralaje. Da la primera escala de distancias. Después, las científicas y los científicos usan esa escala para comprobar otros métodos que llegan mucho más lejos.

Piensa como una científica o un científico: Levanta un dedo y míralo primero con un ojo y después con el otro. ¿Por qué parece moverse? ¿Por qué una estrella muy lejana parecería moverse menos que una estrella cercana?

Para recordar: Estas mediciones son tan buenas que muestran un misterio real: dos formas de calcular a qué velocidad se expande el universo dan resultados distintos, y todavía no sabemos por qué.

QTC-007 ¿Cómo cuentan las rocas la edad de la Tierra?

Artículo de origen: QTC-007 — El tiempo profundo

La gran pregunta: ¿Cómo pueden las científicas y los científicos conocer sucesos que ocurrieron miles de millones de años antes de que existieran las personas?

Respuesta corta: Las rocas guardan pistas sobre qué ocurrió primero y qué ocurrió después. Algunas contienen átomos que cambian a ritmos conocidos, como relojes lentísimos. La edad de la Tierra no sale de una roca especial. Surge de muchas pistas que coinciden, incluidos meteoritos y medidas de átomos de plomo.

La pista: Una grieta de roca fundida que corta otra roca tiene que ser más joven que la roca que corta. Los fósiles también aparecen en un orden con significado. Estas pistas dan primero un orden y después fechas. Los relojes radiactivos añaden números, pero hay que comprobar la contaminación y los cambios que podrían estropear un reloj.

Piensa como una científica o un científico: Coloca tres libros sobre una mesa y pasa un lápiz entre los dos de arriba. ¿Qué libros estaban ya allí cuando añadiste el lápiz? ¿En qué se parece a una roca joven que corta una roca antigua?

Para recordar: El tiempo profundo se reconstruye con varias clases de pruebas. El carbono-14 sirve para cosas recientes, pero no para fechar la edad de la Tierra.

QTC-008 ¿Cómo usan las células pequeñas diferencias como energía?

Artículo de origen: QTC-008 — La vida funciona con gradientes

La gran pregunta: ¿Cómo puede una célula obtener energía útil de una diferencia a través de una membrana muy fina?

Respuesta corta: Las células llevan partículas diminutas con carga, llamadas iones, a un lado de una membrana. Así crean una diferencia, como agua retenida tras una presa. Cuando las partículas vuelven por una máquina molecular, la célula puede fabricar ATP, una molécula que conecta la energía con muchos trabajos.

La pista: Las científicas y los científicos descubrieron que las máquinas de energía celular usan membranas, diferencias de partículas y voltaje a la vez. Experimentos e imágenes posteriores mostraron que partes de la ATP sintasa giran cuando los iones pasan por ellas. Algunos organismos usan iones de sodio en lugar de protones.

Piensa como una científica o un científico: Pon una fila de canicas en la parte alta de una rampa. ¿Qué ocurre cuando ruedan hacia abajo? ¿Qué tiene que existir antes de que puedan moverse?

Para recordar: Un gradiente es una diferencia útil que puede impulsar trabajo. Es una fuente de energía, no un sistema vivo por sí solo.

QTC-009 ¿Qué hace que algo esté vivo?

Artículo de origen: QTC-009 — ¿Qué queremos decir realmente cuando hablamos de vida?

La gran pregunta: ¿Por qué podemos reconocer muchos seres vivos y, sin embargo, seguir discutiendo algunos casos en los bordes?

Respuesta corta: Las científicas y los científicos están de acuerdo en que las personas, los árboles y las células están vivos. Pero ninguna definición única resuelve todos los casos difíciles. Una definición puede ayudar a ordenar cosas conocidas, explicar cómo se organiza la vida o decidir qué buscar al explorar un lugar nuevo.

La pista: Una mula puede no tener crías y seguir viva. Una espora seca puede parecer inactiva y crecer más tarde. Un virus puede cambiar y evolucionar, pero necesita una célula para producir más virus. Una sola lista no resuelve todos los casos.

Piensa como una científica o un científico: Dibuja tres círculos: 'usa energía', 'tiene células' y 'hace copias'. ¿Dónde pondrías a un gato, una semilla y un virus? ¿Por qué el dibujo no da por sí solo todas las respuestas?

Para recordar: El agua, las moléculas orgánicas o una señal extraña no prueban por sí solas que haya vida. Primero pregunta qué estás comprobando; después busca pruebas que separen la vida de algo que solo se le parece.

QTC-010 ¿Cambian los seres vivos porque lo necesitan?

Artículo de origen: QTC-010 — Variación al azar y un filtro

La gran pregunta: Si un animal tiene un problema, ¿su cuerpo crea el cambio que necesita?

Respuesta corta: No. Las diferencias nuevas que se pueden heredar no aparecen porque vayan a resolver un problema actual. Surgen por química normal, que tiene patrones y sesgos. A lo largo de generaciones, algunas diferencias pueden hacerse más comunes si ayudan a dejar más descendientes en ese ambiente.

La pista: 'Mutación al azar' no significa que todos los cambios sean igual de probables ni que no tengan causa. Significa que el cambio no se produce porque el organismo sepa lo que necesita. La selección natural tampoco es un plan y no es el único proceso que cambia una población.

Piensa como una científica o un científico: Imagina muchos aviones de papel con alas un poco distintas. Pruébalos con una brisa. ¿Qué formas vuelan más lejos? ¿Ganaría siempre la misma forma en otra habitación?

Para recordar: La evolución puede producir adaptaciones útiles sin prever el futuro ni tener una meta. Lo que funciona depende del lugar y del momento, y evolucionar no siempre significa mejorar.

QTC-011 ¿Por qué no podemos ver el comienzo con un telescopio?

Artículo de origen: QTC-011 — La luz más antigua que podemos observar

La gran pregunta: ¿Por qué la luz más antigua que vemos no es una fotografía del comienzo del Universo?

Respuesta corta: En el Universo temprano, los electrones libres hacían rebotar la luz una y otra vez, como una niebla espesa. Unos 380.000 años después se formaron átomos y la luz pudo viajar mucho mejor. Esa luz antigua sigue llegando hoy desde todas las direcciones.

La pista: El fondo cósmico de microondas es la luz electromagnética más antigua que podemos observar en todo el cielo. Las científicas y los científicos predijeron que debía existir antes de detectarla. La primera detección famosa fue una señal extra en una frecuencia; mediciones posteriores comprobaron mucho mejor su patrón completo.

Piensa como una científica o un científico: Ilumina con una linterna agua clara y luego agua turbia. ¿Cuándo ves más lejos? ¿Qué necesitarías saber antes de llamar fotografía directa a un mapa del cielo?

Para recordar: El fondo cósmico de microondas es una prueba sólida sobre una etapa temprana del Universo. No muestra directamente el comienzo, y las científicas y los científicos usan modelos para inferir qué hubo antes.

QTC-012 ¿Qué describe realmente el Big Bang?

Artículo de origen: QTC-012 — ¿Qué queremos decir realmente cuando hablamos del Big Bang?

La gran pregunta: ¿Fue el Big Bang una explosión desde un punto hacia un espacio vacío?

Respuesta corta: No. El Big Bang describe una historia en la que el Universo observable fue mucho más caliente y denso y se ha estado expandiendo. A escalas muy grandes, las galaxias se separan porque el espacio cambia; los planetas, los átomos y las personas siguen unidos por sus propias fuerzas.

La pista: Las científicas y los científicos no se basan en una sola imagen ni en una sola palabra. Comparan varias pistas: cómo se mueven las galaxias lejanas, la luz antigua de todo el cielo, las cantidades de elementos ligeros y el patrón de materia a gran escala. Juntas apoyan un pasado caliente en expansión.

Piensa como una científica o un científico: Dibuja puntos en un globo e ínflalo despacio. ¿Necesitan los puntos uno especial en el centro para alejarse? ¿En qué se diferencia el globo del Universo real?

Para recordar: El Big Bang es ciencia sólida porque su afirmación mejor comprobada es prudente: el Universo observable temprano fue caliente, denso y estaba en expansión. El comienzo exacto, la inflación o un rebote son preguntas distintas.

QTC-013 ¿Cómo podemos conocer un tiempo anterior a los átomos?

Artículo de origen: QTC-013 — Antes de los átomos

La gran pregunta: ¿Cómo pueden las científicas y los científicos conocer un tiempo temprano en el que la luz no podía viajar libremente por el Universo?

Respuesta corta: La luz más antigua que vemos empezó a viajar libremente después de que se formaran los átomos. Para los tiempos anteriores, las científicas y los científicos construyen una reconstrucción cuidadosa con pistas posteriores, como la expansión, los elementos ligeros y experimentos sobre partículas diminutas.

La pista: No tener una fotografía no significa no tener pruebas. Deben coincidir medidas diferentes: física medida en laboratorios, cantidades de hidrógeno y helio y rasgos de la luz más antigua. Cada pista tiene límites, por eso se comprueba si una explicación encaja con todas.

Piensa como una científica o un científico: Imagina que llegas después de que haya dejado de nevar. ¿Qué pistas podrían contarte cómo fue la tormenta: huellas, profundidad de nieve, una estación meteorológica o una foto? ¿Cuál podría engañarte si estuviera sola?

Para recordar: Las científicas y los científicos pueden inferir partes importantes del Universo temprano sin verlas directamente. Dar a un tiempo un nombre grande, como época de Planck, no demuestra que se haya observado cada detalle propuesto.

QTC-014 ¿Por qué hay más materia que antimateria?

Artículo de origen: QTC-014 — Materia, antimateria y un desequilibrio sin resolver

La gran pregunta: Si la materia y la antimateria pueden anularse, ¿por qué queda materia corriente?

Respuesta corta: La materia y la antimateria pueden encontrarse y transformarse en otras formas de energía, como la luz. En el Universo temprano parece que hubo cantidades casi iguales. Quedó una cantidad pequeñísima de materia de más, y de ella se formaron después estrellas, planetas y nosotros. Las científicas y los científicos todavía no saben exactamente por qué quedó ese exceso.

La pista: La antimateria es real: las científicas y los científicos la fabrican y la miden en laboratorios, y también aparece en algunos procesos naturales. El problema es más concreto de lo que parece. Las

medidas indican un resto muy pequeño, aproximadamente una partícula de materia extra por cada 1.600 millones de fotones, no un Universo sin antimateria.

Piensa como una científica o un científico: Coloca sobre una mesa parejas iguales de fichas de dos colores. Retira una ficha de cada color de cada pareja. Después deja una ficha extra de uno de los colores. ¿Qué ha cambiado en el conjunto final? ¿Qué tendrías que medir antes de decir de dónde salió la ficha extra?

Para recordar: Hay pruebas firmes de que la materia y la antimateria pueden comportarse de manera distinta en ciertas pruebas. Aún no tenemos una explicación confirmada para el resto cósmico. Una idea posible no es lo mismo que una respuesta resuelta.

QTC-015 ¿Dónde están las primeras estrellas?

Artículo de origen: QTC-015 — Las estrellas que nunca hemos visto

La gran pregunta: ¿Cómo pueden buscar las científicas y los científicos las primeras estrellas si ninguna ha sido identificada con seguridad?

Respuesta corta: Las primeras estrellas se formaron a partir de hidrógeno y helio, antes de que otras estrellas fabricaran muchos elementos más pesados. Se han encontrado galaxias muy lejanas y gases poco comunes, pero ninguna estrella individual ha sido confirmada todavía como primera estrella sin metales. Son objetos difíciles de estudiar porque su luz es débil y ha viajado durante muchísimo tiempo.

La pista: Un candidato fuerte necesita más que una imagen emocionante. Las científicas y los científicos comparan su distancia, el tipo de luz que emite, la poca cantidad de elementos pesados que contiene y si otra fuente podría producir las mismas señales. Cada pista puede descartar ideas además de apoyarlas.

Piensa como una científica o un científico: Imagina que eliges un objeto oculto en una caja de misterio. Una pista dice que está muy lejos. Otra, que emite un tipo especial de luz. Una tercera, que contiene muy pocos elementos pesados. ¿Qué pista sería más débil por sí sola? ¿Por qué es más fuerte un grupo de pistas?

Para recordar: Los objetos muy lejanos pueden enseñarnos cosas del Universo temprano. Pero un candidato prometedor todavía no es una primera estrella confirmada, y se siguen probando otras explicaciones.

QTC-016 ¿Cómo empieza un planeta?

Artículo de origen: QTC-016 — Cómo se construye un planeta

La gran pregunta: ¿Cómo puede el polvo alrededor de una estrella joven convertirse en un planeta?

Respuesta corta: Las estrellas jóvenes están rodeadas por discos de gas y polvo. Los granos diminutos pueden pegarse, desplazarse y a veces reunirse en cuerpos mayores. Es una parte de la formación de planetas, pero no es una receta única. Un anillo o un hueco en un disco puede tener más de una causa, y un planeta que crece también cambia lo que le rodea.

La pista: Las científicas y los científicos reúnen pruebas distintas: discos alrededor de estrellas jóvenes, meteoritos, movimientos de cuerpos pequeños, edades de minerales antiguos y el interior de la Tierra. Las piezas sólidas más antiguas del Sistema Solar ayudan a marcar un tiempo temprano, pero no son el cumpleaños de una Tierra ya terminada.

Piensa como una científica o un científico: Haz una fila de pequeños círculos de papel y desliza el papel con suavidad. ¿Qué círculos se mantienen juntos? ¿Cuáles se separan? Imagina ahora que también actúan gravedad, choques y gas. ¿Por qué una imagen de un solo anillo no cuenta toda la historia de la formación de un planeta?

Para recordar: Ninguna roca, imagen de un disco o modelo de ordenador guarda toda la historia. La formación de planetas se reconstruye comprobando si varios tipos de pruebas encajan entre sí.

QTC-017 ¿Cómo cuentan las rocas su edad?

Artículo de origen: QTC-017 — Cómo aprendimos a fechar el pasado

La gran pregunta: ¿Cómo puede una roca ayudar a descubrir cuándo ocurrió algo?

Respuesta corta: Algunos átomos se transforman en otros átomos de una forma regular y medible. Eso puede actuar como un reloj, pero una roca no lleva escrita una edad sin más. Las científicas y los científicos deben averiguar qué mineral midieron y qué acontecimiento puso en marcha su reloj, como enfriarse, cristalizar o cambiar por calor y presión.

La pista: Una fecha útil reúne varios pasos cuidadosos. Se miden cantidades diminutas de átomos diferentes, se comprueba la contaminación y se compara el resultado con la historia de la roca. Una fecha puede decir cuándo se enfrió un mineral, no necesariamente cuándo se formó la Tierra ni toda la roca.

Piensa como una científica o un científico: Apila tres libros. Desliza un lápiz entre los dos de arriba. ¿Qué libro parece más joven, el de encima o el de debajo del lápiz? Pregunta ahora: ¿qué otras pistas necesitarías antes de decidir la edad exacta de cualquiera de los dos?

Para recordar: Una buena fecha científica nombra la muestra, el acontecimiento, el tipo de reloj atómico, el método y la incertidumbre de la respuesta.

QTC-018 ¿Cómo sabemos que los continentes se mueven?

Artículo de origen: QTC-018 — El planeta que se mueve

La gran pregunta: ¿Cómo se convirtió una idea sobre continentes móviles en ciencia sólida?

Respuesta corta: Alfred Wegener observó que algunos continentes parecen encajar. También comparó fósiles, rocas, cordilleras y señales de hielos antiguos. Juntas, esas pistas formaban un caso más fuerte, pero su explicación de qué podía mover los continentes no era suficientemente buena.

La pista: La ciencia avanzó cuando se pudieron comprobar nuevas medidas del fondo oceánico y de los movimientos de la Tierra. Hoy el GPS puede medir movimientos lentos de milímetros o centímetros cada año. Aun así, los límites de las placas son zonas amplias y complejas, no grietas perfectamente definidas en todas partes.

Piensa como una científica o un científico: Rompe una hoja con forma de mapa en varias partes. ¿Puedes hacer que los bordes encajen de más de una manera? ¿Qué otras pistas, además de la forma, te ayudarían a decidir si las piezas estuvieron unidas?

Para recordar: Una silueta conocida puede iniciar una pregunta, pero no terminarla. Una explicación fuerte debe encajar con muchos tipos de pruebas y explicar también cómo ocurre el movimiento.

QTC-019 ¿Puede la Tierra mantener estable su clima?

Artículo de origen: QTC-019 — El termostato de la Tierra

La gran pregunta: ¿Cómo pueden las rocas, el agua y el aire afectar al clima de la Tierra durante muchísimo tiempo?

Respuesta corta: Durante periodos muy largos, el dióxido de carbono puede pasar de volcanes y otras fuentes geológicas a rocas y sedimentos del fondo marino. El agua de lluvia y del suelo reacciona con algunas rocas, y los ríos llevan los productos al océano. Allí, el carbono puede convertirse en parte de rocas carbonatadas. Este proceso puede ayudar a cambiar la cantidad de dióxido de carbono en el aire.

La pista: Cuando un planeta está más caliente, su ciclo del agua puede ser más intenso y algunas reacciones de las rocas pueden suceder más deprisa. Cuando está más frío, esas reacciones pueden frenarse. Por eso se llama termostato a una parte del ciclo del carbono, pero es un modelo útil con límites, no una máquina perfecta.

Piensa como una científica o un científico: Imagina una bañera enorme con un grifo muy lento y un desagüe muy lento. Si cambia el nivel del agua, ¿por qué tendrías que observar mucho tiempo antes de decir qué parte lo causó? ¿Qué otros cambios podrían afectar al nivel?

Para recordar: Esta respuesta natural tarda cientos de miles de años. No se puede tratar como una solución rápida para cambios causados por personas durante años o décadas.

QTC-020 ¿Podía la química fabricar algunos ingredientes de la vida?

Artículo de origen: QTC-020 — Antes de la vida: un planeta lleno de química

La gran pregunta: Antes de que hubiera seres vivos, ¿podía la Tierra fabricar algunos ingredientes que usa la vida?

Respuesta corta: Sí. El agua, las rocas, los gases, la luz solar, los rayos, el calor y los meteoritos pueden ayudar a fabricar algunas moléculas orgánicas. Un aminoácido es una pieza química pequeña que se usa para fabricar proteínas. Pero fabricar un aminoácido no es lo mismo que fabricar una célula o un ser vivo.

La pista: Las científicas y los científicos prueban posibles químicas de la Tierra temprana en experimentos. En ciertos gases, los rayos pueden fabricar aminoácidos. Los meteoritos pueden traer aminoácidos y azúcares. La luz, el calor, las rocas y el agua también pueden ayudar a que ocurran reacciones. Son pistas de lo que puede hacer la química, no una película del único camino que ocurrió en la Tierra temprana.

Piensa como una científica o un científico: Imagina una caja de bloques de construcción. Si encuentras tres clases de bloques, ¿has encontrado una casa terminada? ¿Qué pasos, organizaciones o pruebas adicionales necesitarías antes de decir que se formó un sistema vivo?

Para recordar: Los experimentos han fabricado algunos ingredientes que usa la vida. Nadie ha visto que esos ingredientes se conviertan en el primer ser vivo, y ningún experimento ha mostrado un único camino histórico exacto.

QTC-021 ¿Cuándo puede la química empezar a evolucionar?

Artículo de origen: QTC-021 — Cuando la química empezó a evolucionar

La gran pregunta: ¿Qué debe ocurrir antes de que la química cambie de formas que se apoyan en cambios anteriores?

Respuesta corta: Cambiar por sí solo no es evolucionar. Para que haya evolución, algo debe durar bastante tiempo o hacer copias; las copias deben diferir a veces, y algunas diferencias deben pasar a las copias siguientes porque les ayudan a continuar. Además, el sistema de copia tiene que ser bastante preciso para que la información útil no se pierda en cada generación.

La pista: Una reacción química puede fabricar más de sí misma sin evolucionar. Una gota puede crecer y dividirse sin transmitir una diferencia útil. Por eso las científicas y los científicos preguntan no solo «¿se copia?», sino también «¿pueden durar las diferencias, heredarse y cambiar lo que ocurre después?».

Piensa como una científica o un científico: Dibuja un patrón sencillo de cuadrados de colores. Pide a otra persona que lo copie varias veces, permitiendo un pequeño error en cada copia. ¿Qué diferencias permanecen después de varias copias? ¿Qué ocurriría si todas las copias tuvieran demasiados errores?

Para recordar: Las científicas y los científicos pueden probar partes de este problema en laboratorios, pero nadie ha visto que la química corriente de la Tierra temprana se convierta en un linaje evolutivo completamente independiente y abierto.

QTC-022 ¿Por qué nunca hemos visto la primera célula?

Artículo de origen: QTC-022 — Las primeras células que nunca vimos

La gran pregunta: ¿Por qué no pueden las científicas y los científicos señalar un fósil y decir «esta fue la primera célula»?

Respuesta corta: Las rocas que guardan señales de vida antigua se formaron después de que ya hubieran ocurrido los pasos tempranos más importantes. Estructuras antiguas y señales químicas pueden mostrar que vivían comunidades, pero no muestran la primera membrana alrededor del primer sistema capaz de transmitir información.

La pista: Los laboratorios estudian ese tiempo perdido desde otra dirección. Pequeñas burbujas de grasa pueden crecer y dividirse. Las gotas pueden reunir moléculas útiles. Otros experimentos colocan moléculas que se copian dentro de compartimentos pequeños. Son piezas útiles, pero no prueban que todas aparecieran juntas por primera vez en un mismo lugar.

Piensa como una científica o un científico: Imagina que intentas reconstruir la primera bicicleta con un timbre, una rueda, un manillar y una foto de una bicicleta moderna. ¿Qué piezas podrías demostrar que existieron? ¿Sobre qué orden seguiría habiendo una conjetura cuidadosa?

Para recordar: Ningún fósil conserva la primera célula. Las pruebas no nos dan un único camino seguro ni dicen que la vida solo pudiera empezar una vez.

QTC-023 ¿Quién fue LUCA?

Artículo de origen: QTC-023 — LUCA: el antepasado que reconstruimos

La gran pregunta: ¿Qué significa LUCA y por qué LUCA no fue un fósil ni una criatura con un nombre propio?

Respuesta corta: LUCA significa último antepasado común universal. Es la última población ancestral compartida por todas las clases de células que viven hoy. «Último» importa porque pudo haber existido vida anterior, intercambiado genes o desaparecido. «Antepasado común» significa un antepasado deducido a partir de descendientes vivos, no un solo organismo antiguo encontrado en una roca.

La pista: Las científicas y los científicos comparan información molecular de muchas células vivas. Las Bacterias y las Arqueas son dos grandes grupos de seres vivos formados por células sin núcleo. Las células de plantas, animales y hongos guardan sus genes dentro de un núcleo y se llaman eucariotas. Algunos rasgos compartidos llegan muy profundamente a Bacterias y Arqueas, lo que ayuda a reconstruir una parte de una historia familiar antigua. Métodos diferentes pueden recuperar detalles distintos, por eso la imagen sigue poniéndose a prueba.

Piensa como una científica o un científico: Dibuja un árbol familiar que empiece con familiares que conozcas. ¿Podrías encontrar la misma bisabuela o el mismo bisabuelo desde varias ramas? ¿Qué cambiaría si faltaran algunos documentos antiguos?

Para recordar: LUCA no fue la primera vida ni un organismo solitario. Es una reconstrucción de antepasado compartido, y algunas partes de esa reconstrucción siguen siendo inciertas.

QTC-024 ¿Por qué la Tierra es un planeta microbiano?

Artículo de origen: QTC-024 — El planeta microbiano

La gran pregunta: ¿Por qué dicen las científicas y los científicos que gran parte de la historia de la Tierra es una historia de microbios?

Respuesta corta: Los microbios son seres vivos diminutos que incluyen Bacterias, Arqueas y muchos eucariotas microscópicos. Los bosques y los animales son fáciles de ver, pero los microbios han vivido en muchos más lugares durante mucho más tiempo y realizan trabajos químicos importantes en suelos, océanos y rocas.

La pista: Las científicas y los científicos usan microscopios, perforaciones, pistas genéticas y estudios de las moléculas de las células para encontrar vida donde los ojos no bastan. Estos métodos descubrieron enormes comunidades microbianas en el océano, bajo el fondo marino y bajo tierra. Las cifras exactas cambian al mejorar las medidas, pero la idea general es sólida.

Piensa como una científica o un científico: Haz una lista de lugares donde puedas ver seres vivos grandes. Después añade lugares donde podrían estar trabajando seres vivos diminutos aunque no los veas: tierra, una charca, dentro de rocas o muy bajo el mar. ¿Qué prueba podría ayudarte a comprobar cada lugar?

Para recordar: «Microbio» es un grupo útil en la vida diaria, no una rama de un único árbol familiar. La importancia de los microbios es clara, mientras que los números globales exactos y los cambios antiguos se siguen revisando.

QTC-025 ¿Cómo puede una roca hablar del aire antiguo?

Artículo de origen: QTC-025 — Cómo leer una atmósfera en una roca

La gran pregunta: ¿Puede una roca guardar una muestra sencilla del aire de hace mucho tiempo?

Respuesta corta: No. Una roca no es aire antiguo en un frasco. Minerales y pistas químicas distintas pueden registrar partes de la meteorización, el agua o reacciones con la luz. Hay que averiguar qué puede significar cada pista y qué edad tiene.

La pista: Las rocas antiguas han estado enterradas y han cambiado. Una pista puede hablar de agua local, otra de una reacción con la luz y otra de una parte más amplia de la atmósfera. Las reconstrucciones fuertes comparan varias pistas en lugar de forzarlas en una sola historia sencilla.

Piensa como una científica o un científico: Imagina tres testigos del tiempo de ayer: un abrigo mojado, un charco y una foto. ¿Qué podría mostrar cada uno? ¿Qué no podría mostrar ninguno por sí solo?

Para recordar: Las atmósferas antiguas se reconstruyen uniando medidas, reacciones y ambientes. La respuesta mejora cuando coinciden pistas independientes.

QTC-026 ¿Cómo terminó una célula dentro de otra?

Artículo de origen: QTC-026 — La célula dentro de la célula

La gran pregunta: ¿Por qué las mitocondrias y los plastos parecen descendientes diminutos de bacterias?

Respuesta corta: Hace mucho tiempo, algunas bacterias empezaron a vivir dentro de otras células. Las mitocondrias son las partes pequeñas que ayudan a la célula a obtener energía, y los plastos son las partes que permiten a las plantas y a las algas usar la luz del sol. Ambas conservan señales de esa historia, como sus propios grupos pequeños de genes, sus membranas y sus formas de dividirse.

La pista: Las Arqueas son un gran grupo de seres vivos de una sola célula, junto a las bacterias. Las cianobacterias son bacterias que usan la luz del sol para fabricar azúcares. Las científicas y los científicos comparan genes, partes celulares y máquinas que mueven proteínas. Juntas muestran que las mitocondrias tienen ascendencia bacteriana dentro de un huésped relacionado con las Arqueas. Los plastos registran una asociación posterior con cianobacterias.

Piensa como una científica o un científico: Imagina que dos equipos diferentes construyen una máquina nueva. ¿Qué partes podrían conservar el estilo del primer equipo y cuáles el del segundo? ¿Qué prueba mostraría que ambos contribuyeron?

Para recordar: La fusión está muy bien apoyada, aunque se siguen probando varios detalles posibles del camino hacia las células complejas.

QTC-027 ¿Cómo puede la información convertirse en herencia?

Artículo de origen: QTC-027 — De la información a la herencia: árbol, red y virus

La gran pregunta: ¿Por qué una copia debe ser cuidadosa, pero no perfectamente igual?

Respuesta corta: En las células, el ADN se copia, se revisa y se repara. La mayoría de las copias son muy parecidas, pero algunas diferencias pueden permanecer. Si la copia fuera perfecta, no se heredaría nada nuevo. Si fuera demasiado imprecisa, la información útil desaparecería pronto.

La pista: Las historias familiares pueden parecer árboles cuando la información pasa de madres y padres a descendientes. Pero los genes también pueden copiarse, perderse, reorganizarse o a veces pasar entre linajes. Por eso se comparan muchas pistas antes de dibujar un único árbol familiar.

Piensa como una científica o un científico: Copia varias veces un patrón corto de letras. Mantén casi todas las letras iguales, pero cambia una de vez en cuando. ¿Qué cambios puedes seguir en las copias posteriores? ¿Cuándo quedaría el patrón demasiado mezclado para leerlo?

Para recordar: La herencia funciona porque continuidad y cambio trabajan juntos. Ninguno de los dos explica por sí solo la historia de la vida.