



Climántica

Clima
Home
Cambio

Proxecto de Educación Ambiental CAMBIO CLIMÁTICO

Libro Didáctico **3**:

AGUA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Capítulo 1. Una substancia universal

978-84-453-4994-6

Francisco Sóñora Luna (coordinador)
Francisco Anguita Virella



XUNTA DE GALICIA

1. UNA SUBSTANCIA UNIVERSAL

2. EL AGUA EN MOVIMIENTO

3. HISTORIA, PRESENTE Y FUTURO DEL AGUA EN LA TIERRA

4. EL AGUA, FUENTE DE VIDA DESDE LOS OCÉANOS HASTA LA TIERRA FIRME

5. EL AGUA EN LA HISTORIA DE LA HUMANIDAD

6. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN UNA SOCIEDAD SEDIENTA

7. EL AGUA, UN RECURSO CRÍTICO EN LA SOCIEDAD DEL CAMBIO CLIMÁTICO

8. UN CAMBIO DE DIRECCIÓN EN BASE AL USO SOSTENIBLE DEL AGUA EN LA SOCIEDAD DEL CAMBIO CLIMÁTICO

1. UNA SUBSTANCIA UNIVERSAL

Responde con lo que sabes ahora

- El agua abunda en la Tierra. ¿Sabes de algún otro sitio donde exista?
- ¿Puedes decir qué es el agua pesada, y para qué se usa?
- ¿Sabes si hay alguna relación entre el agua y los volcanes?
- Supón que viajas a un planeta en el que sólo hay desiertos. Sus habitantes te cuentan que según antiguas leyendas, antes hubo allí grandes ríos y mares. ¿Cómo podrías comprobar si las leyendas son ciertas o falsas?



El agua en el Universo

Si miramos al cielo en una noche despejada y oscura, sólo veremos estrellas. Sin embargo, los astrónomos, empleando telescopios, pueden distinguir muchos otros objetos. Por ejemplo, **las nebulosas** (Figura 1), que parecen, como indica su nombre, enormes nubes situadas entre las estrellas. Pero las nubes que conocemos en la Tierra están formadas por pequeñísimas gotas de agua o cristales de hielo. ¿De qué estarán hechas las nebulosas?



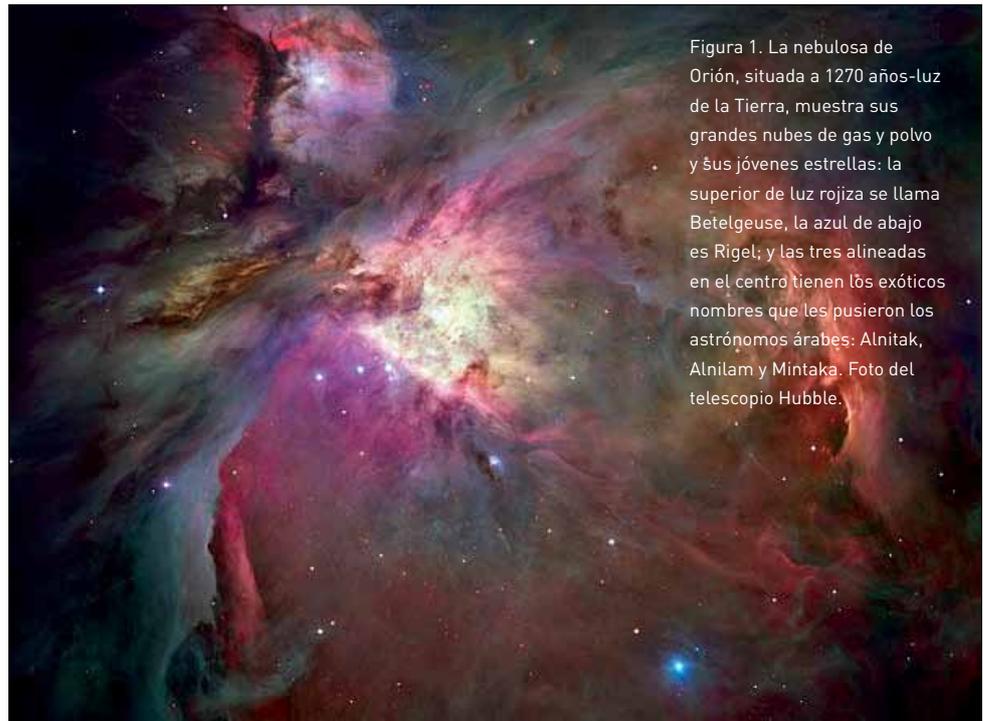
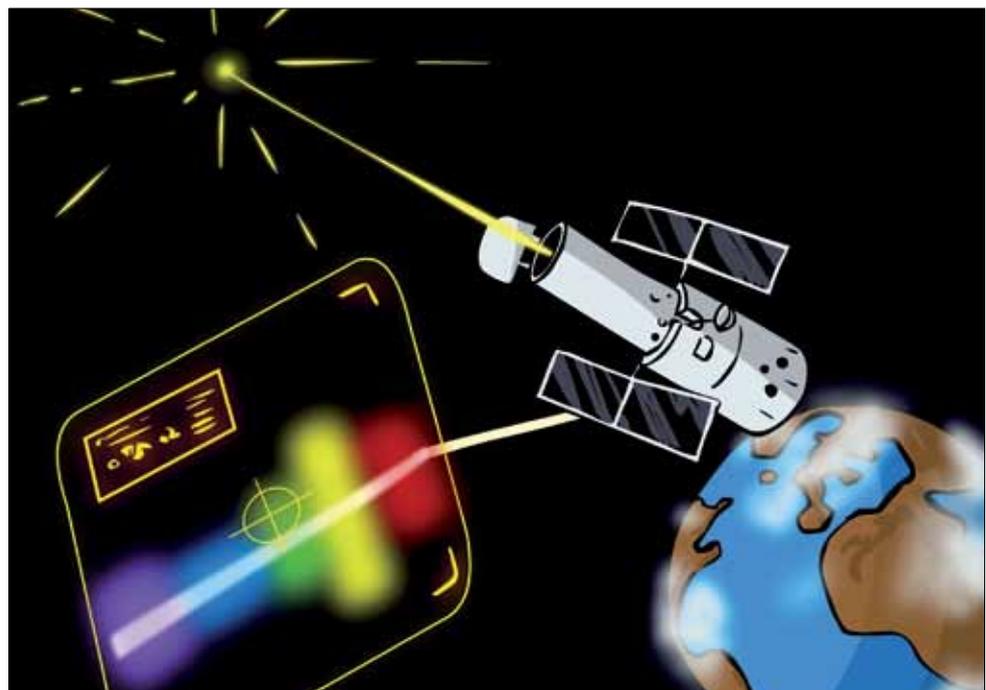
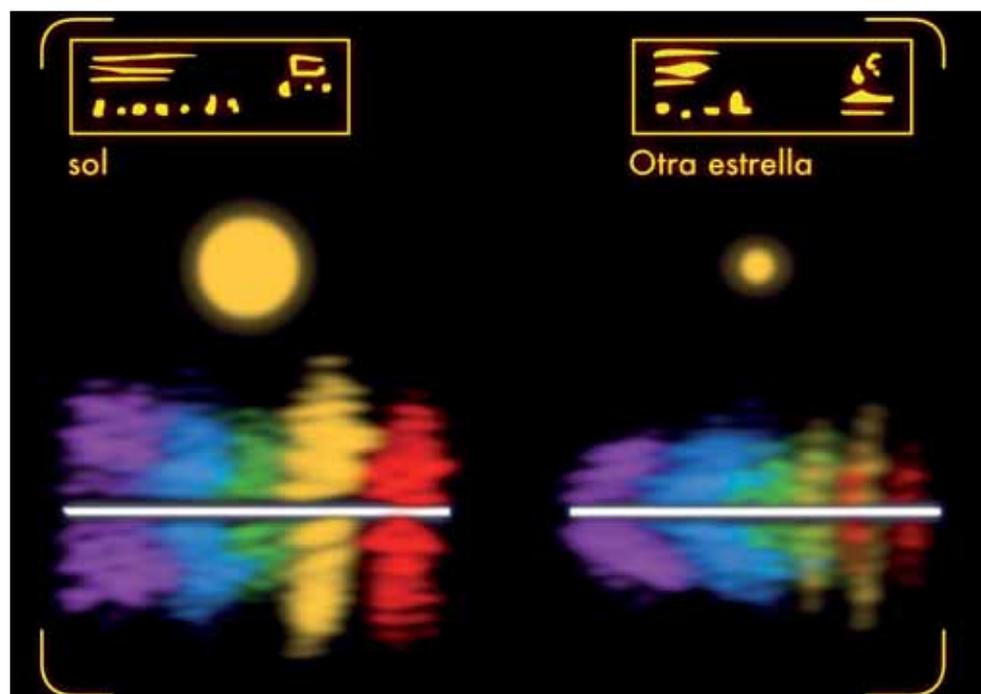
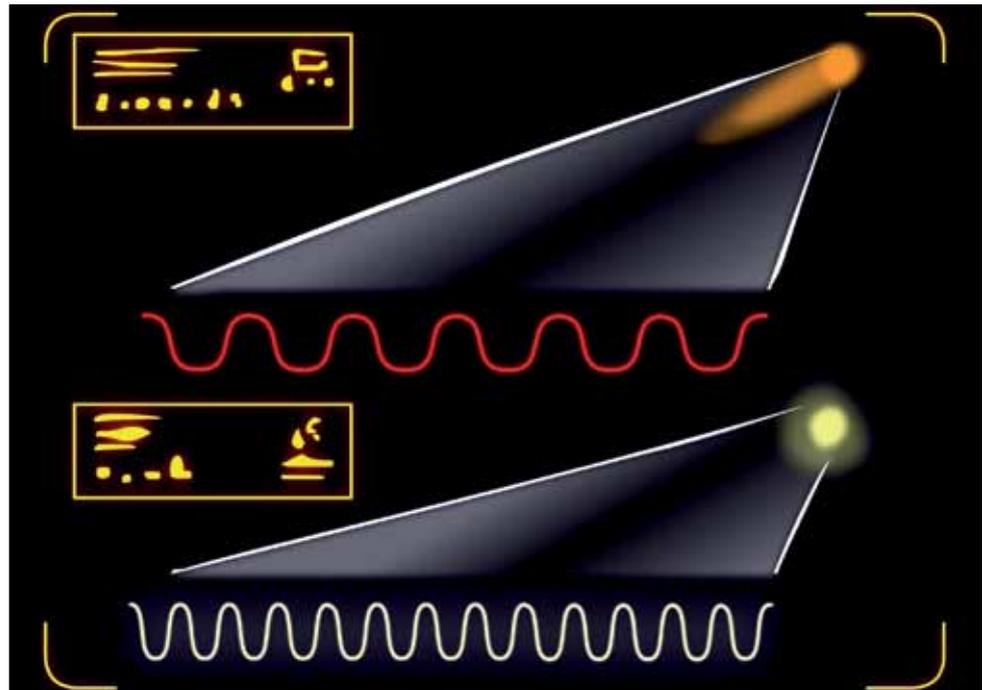


Figura 1. La nebulosa de Orión, situada a 1270 años-luz de la Tierra, muestra sus grandes nubes de gas y polvo y sus jóvenes estrellas: la superior de luz rojiza se llama Betelgeuse, la azul de abajo es Rigel; y las tres alineadas en el centro tienen los exóticos nombres que les pusieron los astrónomos árabes: Alnitak, Alnilam y Mintaka. Foto del telescopio Hubble.

- Un filósofo del siglo XX predijo que el hombre nunca podría saber la composición de las estrellas: están demasiado lejos, y no podía imaginar una forma de ir hasta allí y tomar una muestra para analizarla. Sin embargo, los científicos ya han averiguado la composición de las estrellas. En las ilustraciones se representan tres posibles métodos para llevar a cabo esta pesquisa. ¿Puedes decidir cuál es el sistema que realmente usan los científicos?





Los análisis de las nebulosas han dado a los científicos un resultado sorprendente: ¡en casi todas las nebulosas analizadas existe agua! O sea que las nebulosas se parecen a las nubes aún más de lo que creían quienes les pusieron ese nombre.

Los parecidos terminan ahí: las nebulosas están a temperaturas muy altas (por encima de 10.000 °C) y se componen de gases y polvo, no de líquidos o hielo como las nubes. Los gases son muy variados: además del vapor de agua, hasta ahora se han encontrado más de 60 clases distintas, como por ejemplo alcohol (aunque no del que hay en el vino). Las nebulosas parecen grandes factorías llenas de compuestos químicos.





- Busca semejanzas y diferencias del agua de las nebulosas con la de las nubes

Mira ahora de nuevo la Figura 1. En medio de la nebulosa hay muchas estrellas. Estudiando la luz que emiten, los astrónomos pueden averiguar su edad aproximada. Y casi siempre obtienen el mismo resultado: la mayoría de las estrellas relacionadas con las nebulosas son muy jóvenes. Además, empleando su instrumento más potente, el telescopio espacial *Hubble* (Figura 2) han descubierto unos extraños cuerpos (Figura 3) en algunas zonas de las nebulosas.



Figura 2. El telescopio espacial Hubble fue puesto en órbita (a 593 km de altura) en 1990, y se calcula que seguirá operativo hasta mitad de esta década. Pesa 11 toneladas, y su espejo mide 2,4 metros..

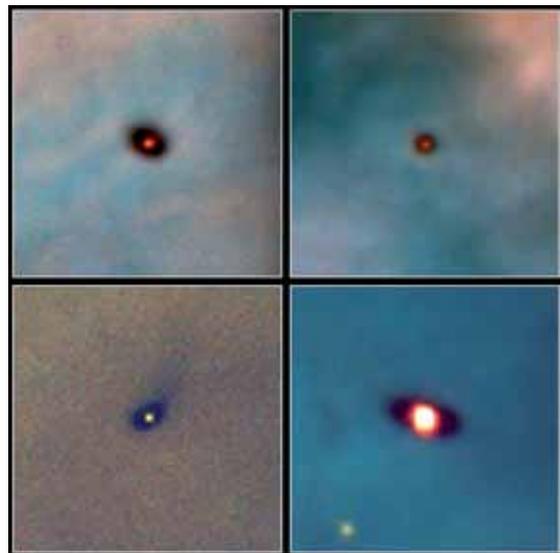


Figura 3. Cuatro ejemplos de estrellas naciendo en la nebulosa de Orión, aún rodeadas por una nube de gas y polvo a partir de la cual se formarán planetas.

- Busca en internet gráficos de cómo se supone que fue el origen del Sistema Solar y compáralos con los objetos de la Figura 3. Haz una lista con los parecidos y diferencias.

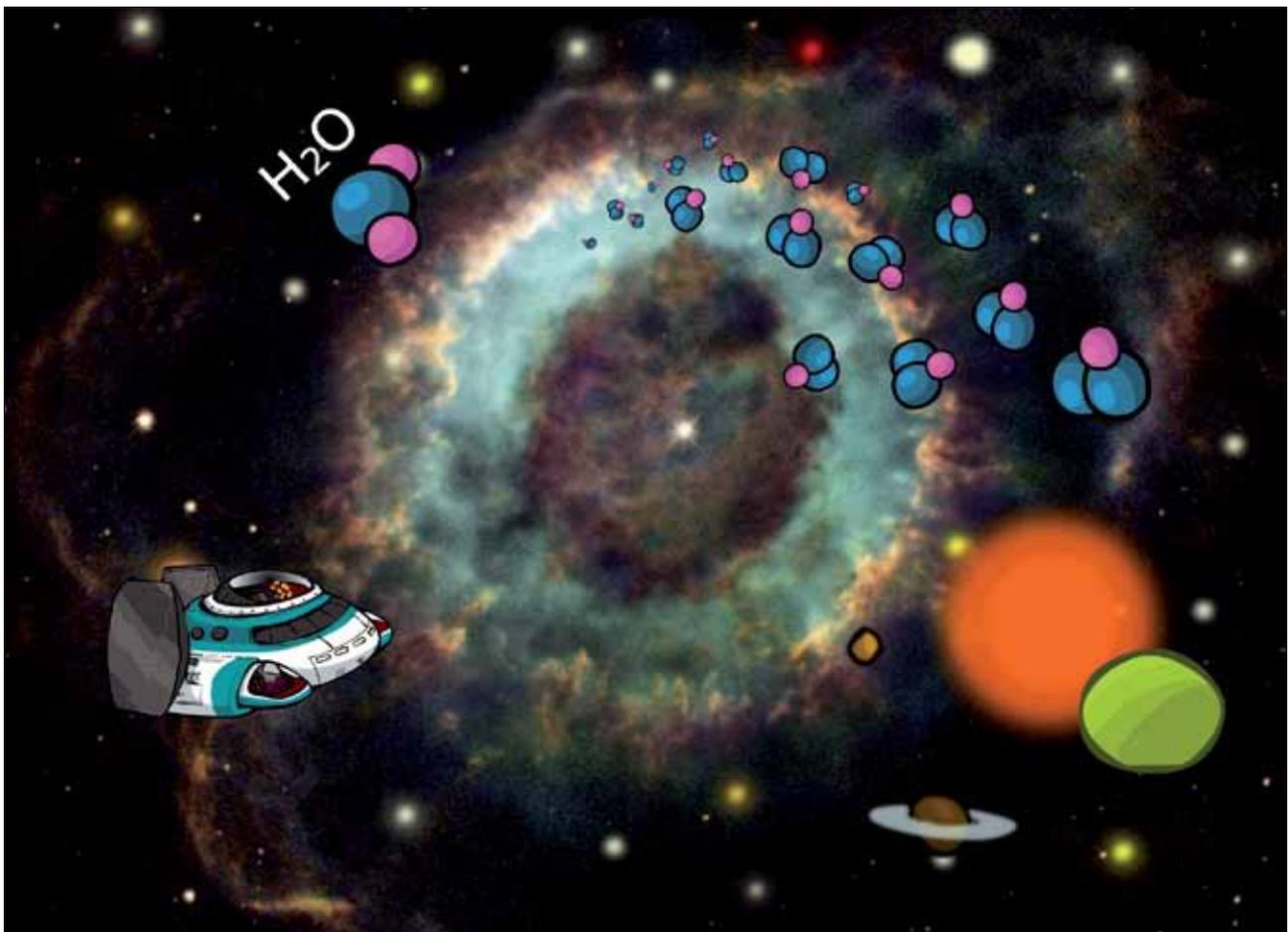
Además de los parecidos que has encontrado, hay muchas pruebas de que las estrellas se forman cuando se contraen partes densas de una nebulosa. Por ejemplo, muchas estrellas jóvenes están rodeadas por restos de nebulosas. Por otra parte, sabemos también algo muy importante: que muchas estrellas, quizá la mayoría, tienen planetas en órbita. Actualmente se conocen ya más de quinientos planetas que giran alrededor de otras estrellas, y que se han llamado **exoplanetas**.

- Busca la raíz de la palabra exoplaneta. Busca también, y resume, alguna noticia del descubrimiento de algún exoplaneta.
- Vamos ahora a encadenar los datos de las siguientes frases, y a completar la última para alcanzar la conclusión:
 - si las nebulosas contienen agua,
 - si las nebulosas dan origen a las estrellas,
 - si muchas estrellas tienen planetas alrededor, entonces...

Muchos de los planetas que hay en el Universo tienen como componente

.....

.....



En el año 2009 se descubrió un exoplaneta que parece estar cubierto por completo de agua (Figura 4). Su masa es casi siete veces mayor que la de la Tierra, y su océano tiene cientos de kilómetros de profundidad. Los planetas que son mayores que la Tierra pero menores que los planetas gigantes (recuerda: en el Sistema Solar, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno) se llaman **supertierras**; y, si en ellos abunda el agua, **supertierras oceánicas**. Muchos





científicos creen que este tipo de planetas puede ser incluso más favorable para la vida que la propia Tierra.

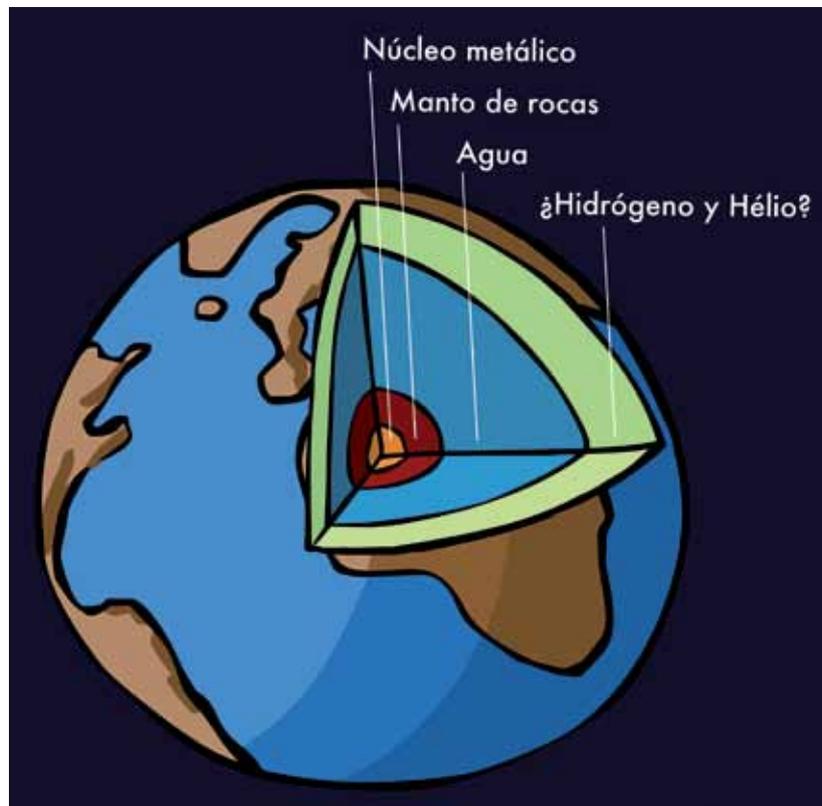


Figura 4 Bajo una atmósfera de hidrógeno y helio, el exoplaneta GJ1214b está compuesto sobre todo por agua.

● ¿Qué base podría tener esta suposición?

● Ahora haremos un pequeño cálculo:

El planeta GJ1214b tiene un diámetro de 34.500 km, y se calcula que puede estar formado por agua hasta en un 50%. Sabiendo que todos los océanos de la Tierra contienen 1400 millones de kilómetros cúbicos (o sea, $1,4 \times 10^9 \text{ km}^3$) de agua, calcula cuántos océanos terrestres cabrían en el océano de GJ1214b. Recuerda que el volumen de una esfera es $V = 4/3\pi R^3$

Con la solución completa la frase poniendo, en cada espacio, uno de estos valores: 7.000 y 10^{13} .

El volumen de agua en GJ1214b es de, o sea unas veces mayor que el de toda el agua de la Tierra.

● ¿Qué relación puede haber entre el tamaño de un planeta y el volumen y profundidad de sus océanos?

¡Esperamos que este problema te haya convencido de que el agua es realmente un compuesto abundante en el Universo!

Pero, ¿será esto cierto también en el Sistema Solar, nuestro conjunto de planetas? Para responder a esta pregunta tenemos que hacer un viaje en el tiempo.



El agua en el Sistema Solar

Nuestra cápsula del tiempo se aproxima a lo que ahora es el Sistema Solar, pero hemos retrocedido 4.600 millones de años. Vemos al Sol emitiendo sus primeras luces, veladas por densas nubes de gases y partículas sólidas. Al acercarnos, distinguimos un remolino de billones de pequeñas partículas que giran y chocan. Pero, ¿dónde está el agua?





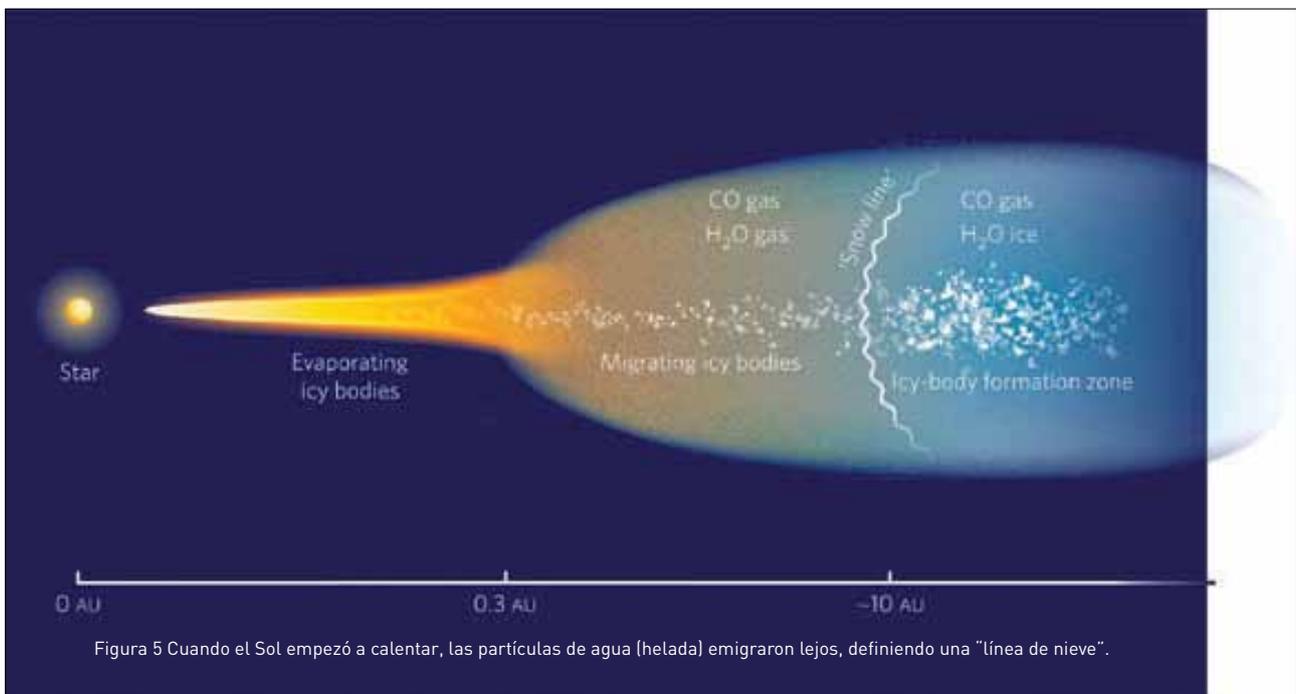
Avanzamos unos pocos millones de años para buscar respuestas. A medida que la estrella empieza a emitir más energía, nuestra molécula favorita empieza a encontrarse más incómoda cerca de ella. El agua se aleja de la estrella y se deposita lejos: en el Sistema Solar en formación se ha creado la “frontera del agua”.



Volvemos al presente. Los científicos planetarios llaman “línea de nieve” a esta frontera, y la explican con un ejemplo sencillo: cuando abrimos las ventanas de una habitación que ha estado caliente durante la noche, los cristales de la ventana se llenan de gotas, porque el agua prefiere las superficies más frías.

- ¿En qué sentido se utiliza la expresión “línea de nieve” en la vida corriente? Marca la expresión o expresiones correctas:
 - Para distinguir la altura de una montaña por encima de la cual encontramos nieves perpetuas
 - Para indicar la altura a la que empieza a llover
 - Para definir la altura por encima de la cual va a nevar.
 - Para referirse a las líneas de nivel de los mapas que delimitan superficies en las que nunca nieva
 - Es la extensión máxima del hielo en un periodo muy frío.
- De vacaciones en Tenerife, un turista aficionado al alpinismo se encontró con la sorpresa de ver cómo la cumbre del Teide se estaba cubriendo de nieve. Decidió entonces iniciar la escalada desde el lugar costero donde estaba alojado, iniciando el itinerario con lluvia y a una temperatura de 9° C. ¿A qué altura se encontró los primeros copos? Recuerda que con lluvia la temperatura disminuye aproximadamente 0,6° C cada 100 metros de ascenso.

Como puedes ver en la Figura 5, esta línea de nieve no se parece nada a las de la Tierra, sino que separa el Sistema Solar recién nacido en dos zonas: en la parte que estaba más cerca del Sol, la temperatura era demasiado alta para que el agua fuese estable. Por ello este importante compuesto se quedó en la parte exterior. La zona seca abarcaba Mercurio, Venus, la Tierra y Marte, mientras que la zona con agua comprendía a Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. La frontera entre las dos, o sea la “línea de nieve” pasaba por el cinturón de asteroides, los millones de pequeños cuerpos que están entre Marte y Júpiter.



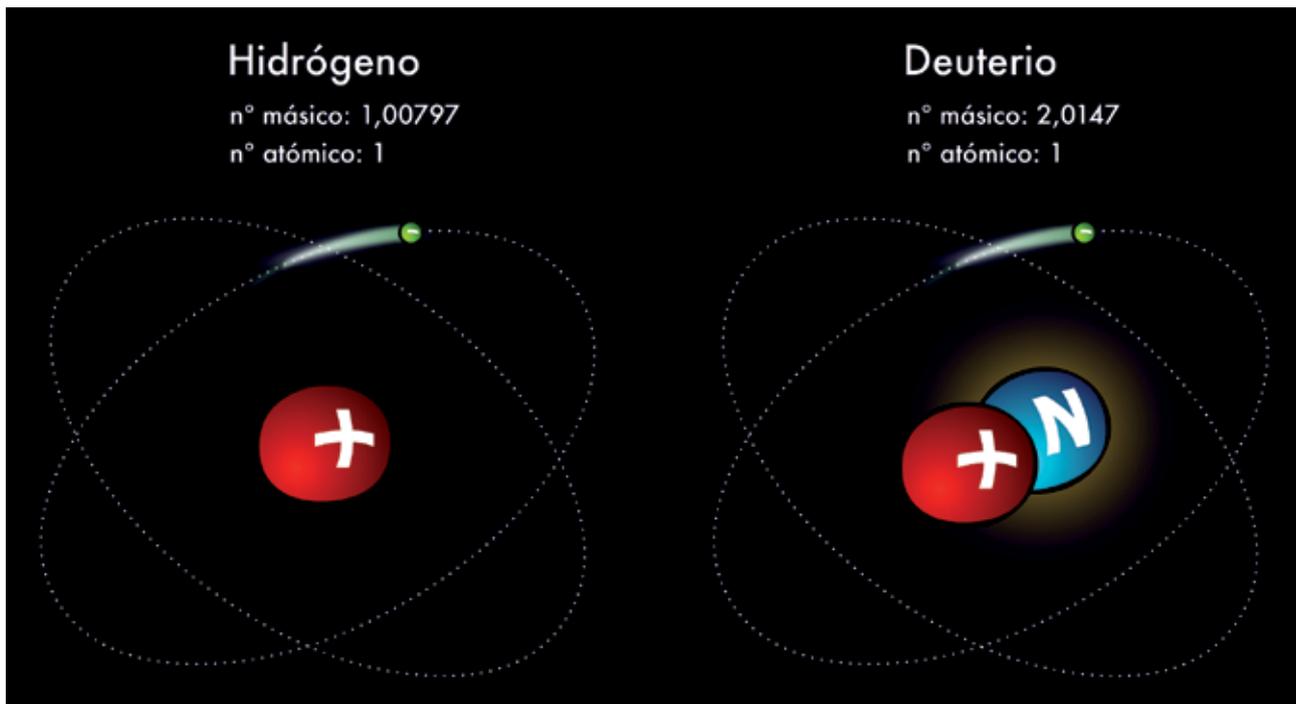


Vaya problema, ¿no? Resulta que según esos viajeros del tiempo que son los científicos que estudian el origen del Sistema Solar, en la Tierra no debería de haber ni gota de agua. Entonces, ¿qué pasa con los océanos, mares, lagos, ríos, agua subterránea y el agua de las nubes? ¿De dónde han salido?

Según los científicos, llegaron del cielo. Los planetas no han estado siempre en sus posiciones actuales, sino que, apenas formados, emigraron a otras órbitas. La migración de Júpiter y Saturno creó un caos entre los asteroides, millones de los cuales fueron expulsados del Sistema Solar, o cayeron sobre la Tierra y los otros planetas. Algunos de estos asteroides se habían formado del lado mojado de la línea de nieve, por lo que contenían agua. Y ése es el origen de nuestros océanos.



Bueno, eso dicen los científicos, pero obviamente lo hacen sin disponer de este fantástico artilugio con el que hemos ilustrado esta explicación. Entonces, ¿qué pruebas tienen? Ellos no estaban realmente allí cuando cayeron los asteroides. Pero tampoco los detectives suelen estar en el lugar del crimen, y logran atrapar a los criminales a base de indicios. Afortunadamente, los asteroides invasores dejaron huellas. Algunos de los átomos de hidrógeno del agua de nuestros mares tienen un neutrón de más (recuerda: los átomos se componen de protones, neutrones y electrones). A este hidrógeno más pesado se llama **deuterio**. Bueno, pues si se mide la cantidad de deuterio que hay en el agua de mar ¡resulta exactamente igual que la que hay en los asteroides de la parte mojada del cinturón!



● ¿Cómo podemos saber cuánta agua hay en los asteroides? Elije la respuesta o respuestas correctas:

- Porque hemos enviado naves que han tomado muestras de estos cuerpos.
- Porque hemos analizado meteoritos, que son trozos de los asteroides.
- Porque hemos analizado sus espectros.

Veamos de momento qué nos dicen los meteoritos (Figura 6). En los que vienen de asteroides de más allá de la línea de nieve hay en promedio un átomo de deuterio por cada 6650 de hidrógeno. Y en el agua marina, uno por cada 6660; o sea, prácticamente igual. ¿Casualidad? Puede ser; pero hasta que no haya otra idea mejor, la próxima vez que te duches piensa que estás usando un líquido que se formó a más de 300 millones de kilómetros de la Tierra, y que llegó hasta nosotros a bordo de asteroides.

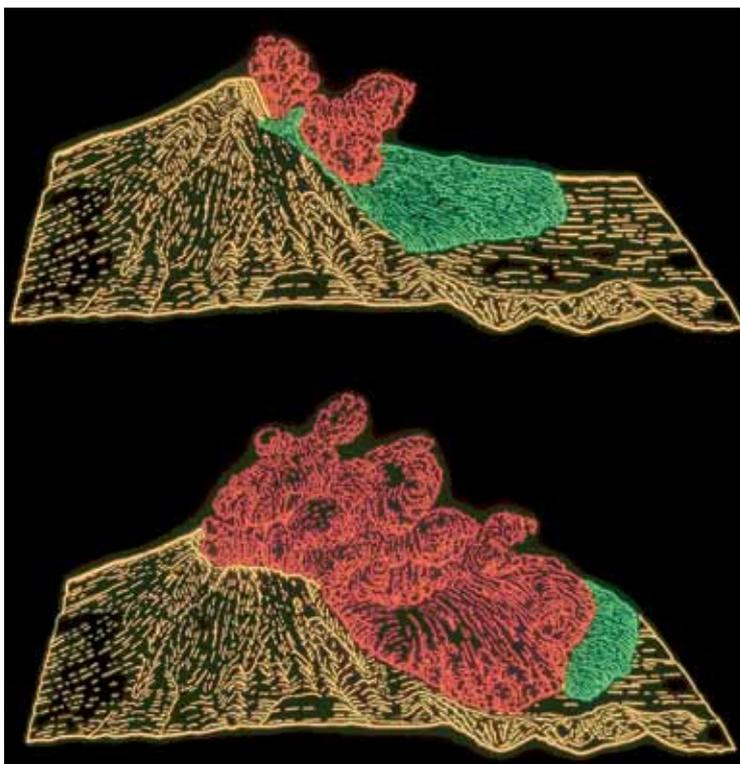


Figura 6 Este meteorito, que cayó en Australia en 1969, nos trajo agua desde más allá de la línea de nieve. Los meteoritos de esta clase pueden contener hasta 15 % de agua.





Y una última cosa: cuando veas en la tele una erupción volcánica de esas que tienen un buen penacho de gases, ten presente que parte del gas es vapor de agua que viene del interior de la Tierra. Esto no se opone a lo que acabamos de ver: el agua de los asteroides se mezcló con los otros componentes de la Tierra y parte de ella quedó en el interior del planeta, de donde los volcanes la extraen poco a poco. Como bien sabía *El Pequeño Príncipe*, los volcanes son como chimeneas (por eso limpiaba su volcán con un deshollinador) por donde salen calor y materiales profundos.



Los antiguos océanos de Venus y Marte como pruebas de cambios climáticos globales

Venus: ¡Qué calor!

Sí, 470°C es bastante más de lo que nos hace desear un buen baño en la playa. El problema es que en nuestro planeta vecino hay muy poca agua: de cada millón de moléculas de la atmósfera, sólo 30 son de agua (en la Tierra pueden llegar a ser 4 de cada 100). Venus es un desierto superseco y ardiente. Y sin embargo, muchos científicos creen que, como en el planeta de una de las preguntas del principio del capítulo, en Venus hubo alguna vez grandes océanos, incluso mayores que los de la Tierra.



- ¿Qué pruebas se te ocurre que han podido reunir para concluir que en Venus hubo grandes océanos? Vuelve al apartado anterior, donde encontrarás una buena pista.

Algunas de las sondas espaciales que han penetrado en la atmósfera de Venus han podido medir en detalle la composición de ésta. Y, como suele pasar en Ciencia, se han encontrado con sorpresas. Esas escasas moléculas de agua que hay en la atmósfera no son iguales que las que existen en la Tierra, sino que son mucho más ricas en deuterio. Ya hemos visto que en nuestro planeta sólo hay un átomo de deuterio por cada 6660 de hidrógeno: pues en Venus hay un deuterio por cada 240 hidrógenos.





Seguro que estás diciendo: pero, ¿qué tiene que ver este rollo de química con esos fantásticos océanos desaparecidos? No seas impaciente, que ya están aquí los océanos. El agua con mucho deuterio se llama **agua pesada**, y se fabrica (para hacer más seguras las centrales nucleares) haciendo evaporar grandes cantidades de agua: como el deuterio pesa más que el hidrógeno, le cuesta más evaporarse, por lo que se concentra en el residuo. ¿Lo tienes ya? Un agua rica en deuterio podría ser el residuo de un océano que se hubiese evaporado.



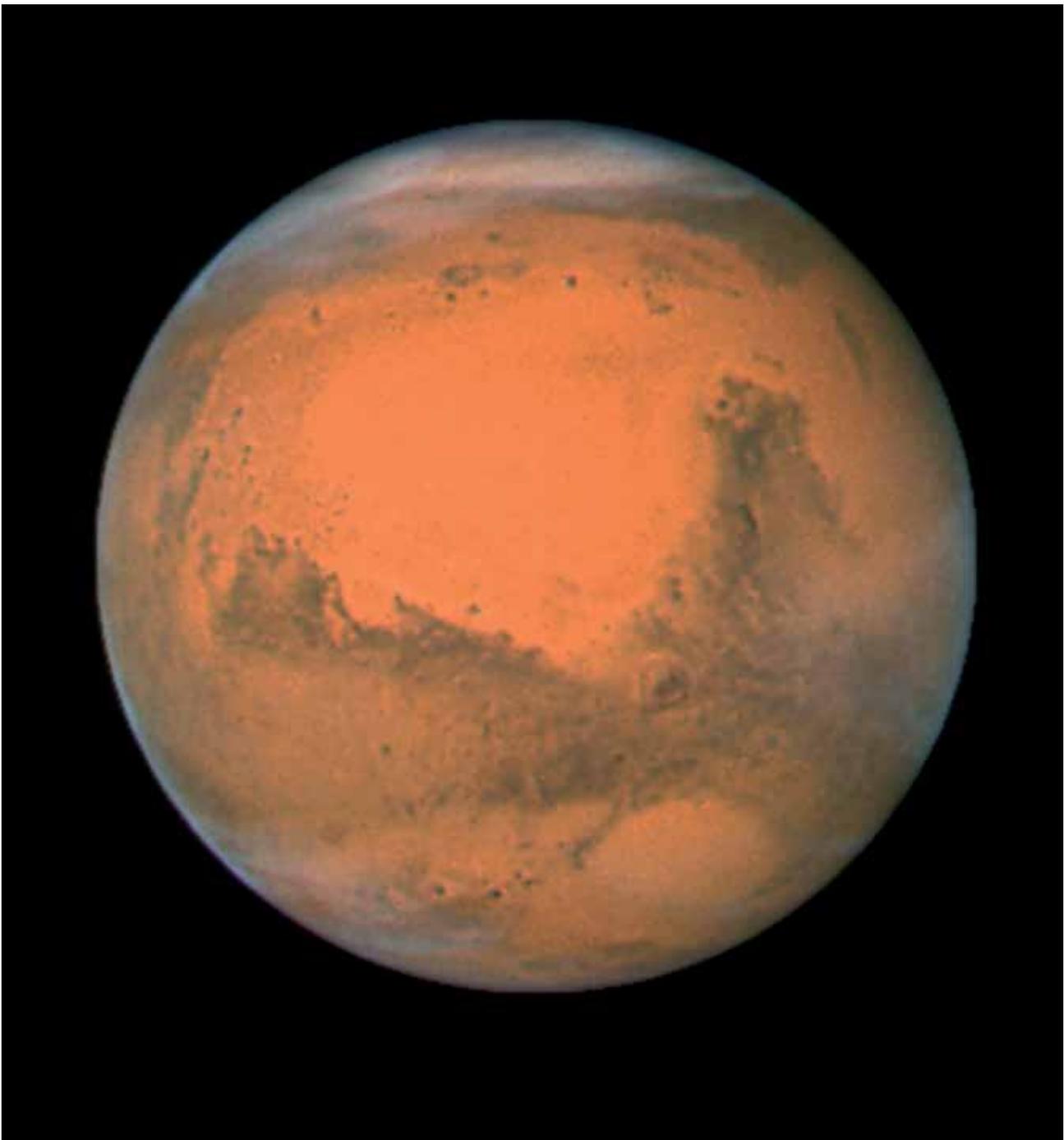
¿Cómo que *podría*? ¿Es que en Ciencia nunca hay nada seguro? Claro que sí, pero, igual que en la vida, hay cosas seguras y otras sólo probables. En los casos más complicados, nuestras máquinas del tiempo son aún imperfectas y no nos permiten reconstruir con certeza lo que pasó. Todos los científicos están de acuerdo en que en el principio del Sistema Solar el Sol calentaba mucho menos que ahora y Venus era un planeta en el que podía haber océanos. Pero a partir de aquí, los investigadores están divididos. Tal vez el agua surgió a la superficie traída por los volcanes pero no se llegó a estancar en ella, sino que se perdió en el espacio a medida que salía. O puede ser que Venus tuviese de entrada más proporción de deuterio que la Tierra. Harán falta más datos para confirmar el gran océano de Venus.

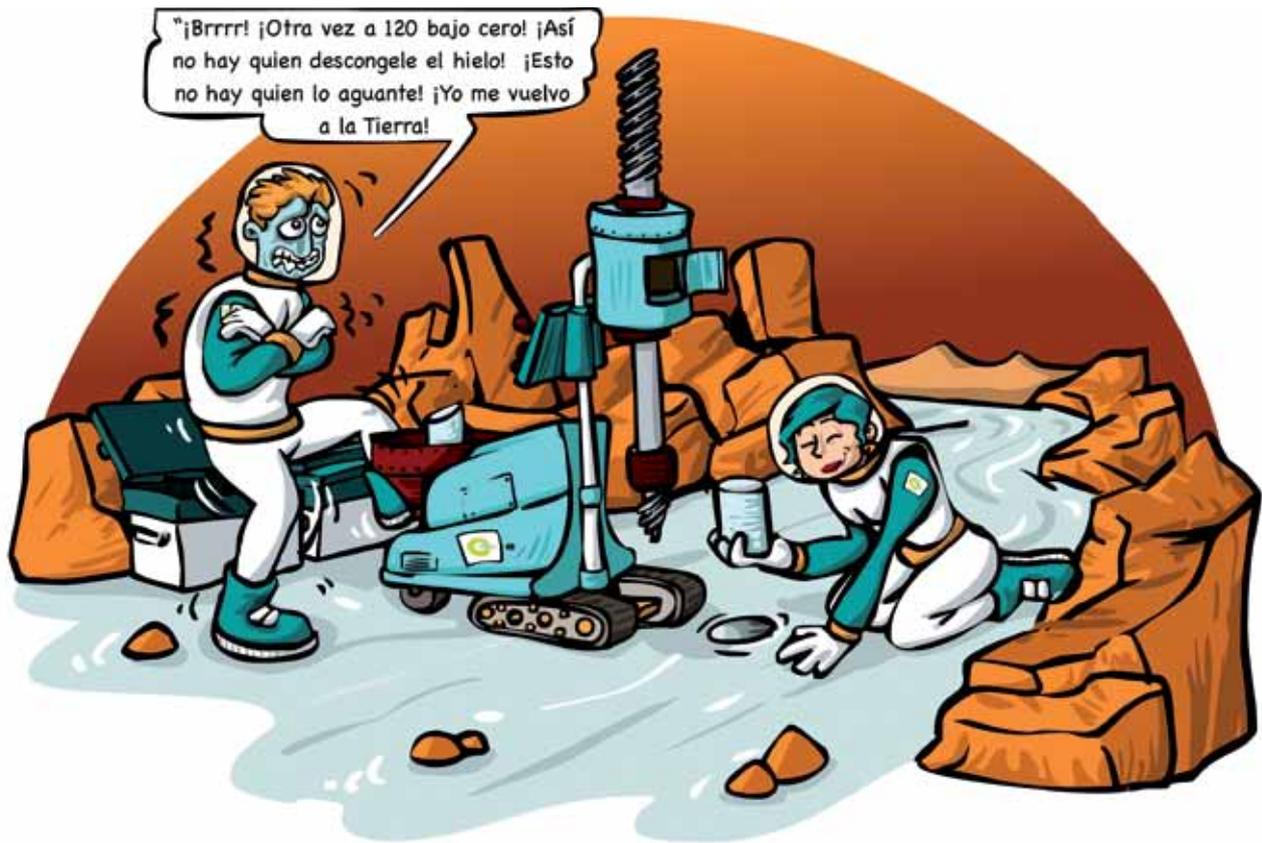
● Analiza la frase “¿Es que en Ciencia nunca hay nada seguro?”.

Pero hay algo interesante en ese posible océano perdido: si existió, Venus tuvo un clima apto para la vida, y luego lo perdió hasta convertirse en ese desierto abrasador. O sea, un cambio climático de envergadura global. ¿Te suena?

- Imagínate lo que nuestros astronautas-científicos fueron capaces de observar desde su nave Climántica II - 4D durante el periodo en el que Venus fue perdiendo su océano y relátalo.
- Imagínate que sitúan ahora la nave sobre la Tierra en 1850 y se mueven hasta la actualidad. Relata los cambios que descubrieron en nuestros océanos y busca semejanzas y diferencias sobre la evolución que observaron en los océanos de Venus.

Marte: ¡Qué frío!





El planeta siguiente a la Tierra es un mundo realmente frígido: el termómetro ha llegado a registrar hasta 143°C bajo cero.

● ¿Sabes por qué Marte es tan frío? Marca la/s respuesta/s correcta/s:

- Porque su atmósfera es muy tenue
- Porque está muy lejos del Sol
- Porque su atmósfera carece de gases de invernadero

Además, Marte, como Venus, es un planeta extremadamente seco, con sólo 0,03% de vapor de agua en su atmósfera (en la Tierra, hasta 4%). Pero, todavía más que en Venus, los exploradores de Marte han encontrado muchas huellas de climas húmedos. Veámoslas:

- La proporción de deuterio a hidrógeno es cinco veces mayor que en la Tierra. La explicación más sencilla es que también Marte tuvo un océano, que luego se ha evaporado.
- La superficie del planeta está cortada por cientos de cauces secos, de varios tipos diferentes. Unos, con muchos afluentes (Figura 7a), se parecen a los ríos terrestres. Otros, en cambio, atraviesan llanuras en las que parece que nunca hubiese llovido (Figura 7b). Algunos más podrían haber sido excavados no por agua sino por hielo (Figura 7c). Los más espectaculares tuvieron que ser labrados por ríos gigantescos, mucho mayores que los mayores ríos terrestres (Figuras 7d y 7e).

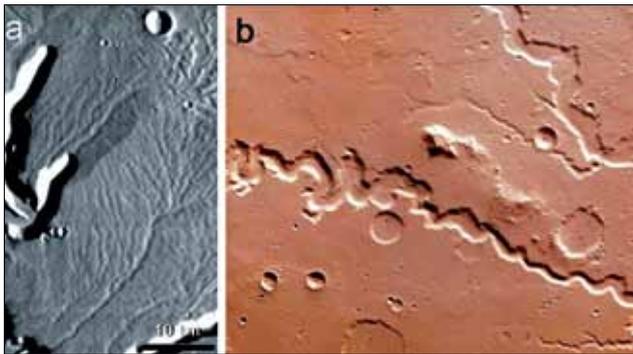


Figura 7a. Red fluvial en Marte. Todo el terreno está cubierto por cauces secos.
Figura 7b. Canales en Marte. La llanura intermedia apenas está erosionada.

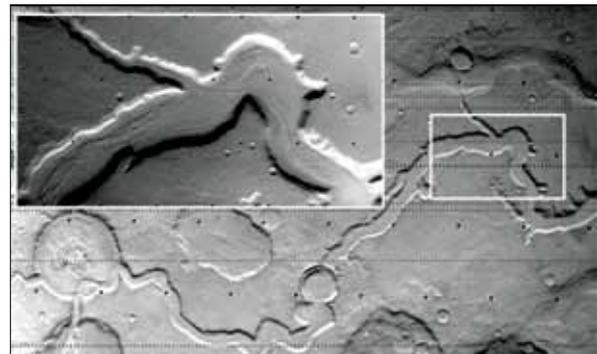


Figura 7c. Canales de fondo plano en Marte. Quizá las líneas paralelas sean equivalentes de las morrenas, líneas de bloques sueltos típicas de los glaciares terrestres.

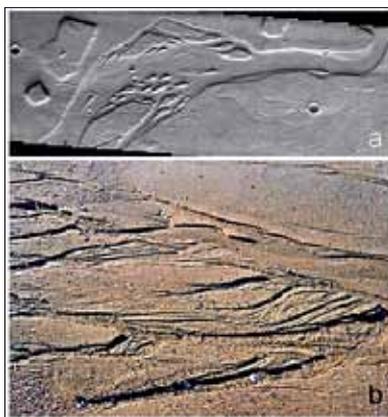


Figura 7d. Arriba, canal marciano formado en una gran inundación; abajo, formas parecidas producidas en la playa de Carnota (Coruña) al bajar la marea.

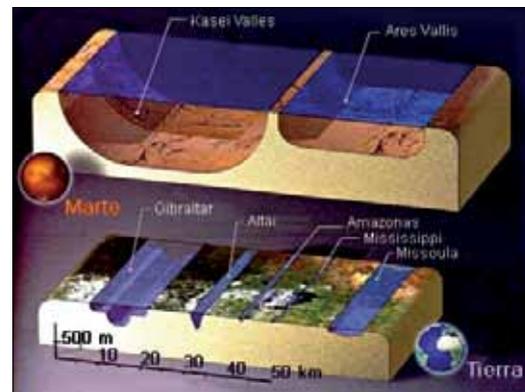


Figura 7e. Comparación de Kasei y Ares, los dos mayores canales marcianos, con el Amazonas, el río más caudaloso de la Tierra.

- Busca en Internet ejemplos de ríos o valles de la Tierra que se parezcan a los canales marcianos representados en las figuras 7a y 7c.
- Explica la justificación de la posible existencia de un mar en Marte basada en la comparación de las proporciones de deuterio e hidrógeno entre Marte y la Tierra.

- Los mayores de estos canales acaban en una gran depresión de varios kilómetros de profundidad que ocupa el tercio norte del planeta. Muchos científicos piensan que allí hubo un océano (que han llamado *Oceanus Borealis*, el océano del norte) con una profundidad media de casi 600 metros. Una de las pruebas es que la depresión está cubierta por sedimentos, que podrían haber sido aportados por el agua.
- Casi todos estos canales son muy antiguos, lo que indica uno o varios periodos de clima húmedo en la historia primitiva de Marte: es en estas épocas cuando existiría *Oceanus Borealis*. Sin embargo, también hay canales formados hace pocos millones de años, e incluso pequeñas torrenteras formadas en los últimos años.





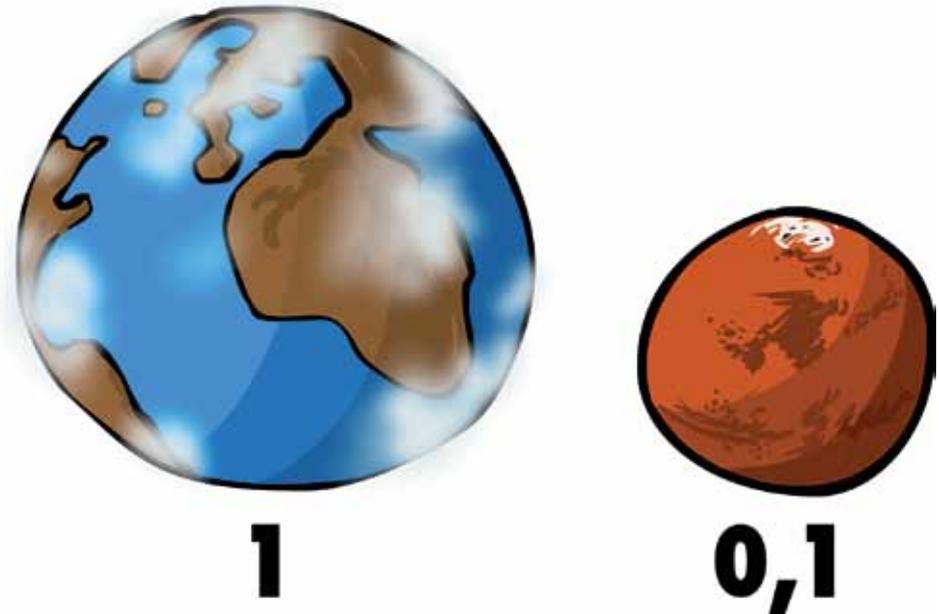
Figura 8. Torrenteras en Marte. El que no haya cráteres de impacto significa que se han formado hace muy poco tiempo (igual que un mueble sin arañazos no puede ser demasiado antiguo).

¿Dónde está ahora el agua que excavó los canales y depositó los sedimentos? Ésta es la gran incógnita de Marte, que poco a poco se va desvelando. Se ha descubierto que en el subsuelo del planeta existe una gran cantidad de hielo, que forma hasta el 90% del terreno en el norte del planeta. Así que una parte importante del antiguo océano está todavía allí, congelado y cubierto por polvo transportado por el viento. El resto se ha evaporado y perdido en el espacio.



- ¿Qué crees que puede pasar en un planeta para que un océano se congele y desaparezca?
- ¿Qué relación existe entre la masa y la gravedad?

Los científicos creen que el Marte primitivo tenía agua líquida y una atmósfera densa de gases de invernadero (CO₂ sobre todo), pero que ésta última se perdió por la baja gravedad del planeta (la masa de Marte es sólo el 10% de la terrestre).



Al perderse la atmósfera y por lo tanto el efecto invernadero, la temperatura del planeta cayó en picado: una parte del agua se convirtió en hielo, y el resto se evaporó y se perdió en el espacio.

¿Pudo surgir vida en Marte durante su periodo húmedo? En teoría sí, pero no hay datos para saber la probabilidad de este proceso. En los momentos finales, cuando el agua líquida estaba desapareciendo, sus características eran muy hostiles para la vida: se parecería más a un ácido saturado de sal, donde se habría disuelto en pocas horas cualquier organismo vivo.

- De los lugares marcianos que conoces, ¿en cuál buscarías vida? Justifica la respuesta.

Como vemos, hay muchos más datos sobre el agua marciana que sobre la de Venus. Pero, si se confirma lo que se piensa hasta ahora, los dos planetas tienen algo en común: un clima benigno que cambió a otro terrible. O sea, que la Tierra no es el único planeta que ha sufrido cambios climáticos globales.

- Como seguro que sabes, los científicos han aportado muchas pruebas de que el actual cambio climático ha sido causado por la actividad humana; sin embargo, esta conclusión ha sido discutida. ¿Cómo crees que puede influir en este debate la hipótesis de los cambios climáticos globales en Venus y Marte?
- ¿Pueden tener estas discusiones actuales sobre el cambio climático fundamentos diferentes a las que caracterizan el método científico? Justifica la respuesta





Más allá de la línea de nieve

Al cruzar esta frontera de agua encontramos mundos muy distintos a la Tierra, Venus y Marte. Por ejemplo, Urano y Neptuno, que están formados casi totalmente por agua, y algunos satélites de los planetas gigantes cuyas superficies están formadas casi siempre por hielo. Las densidades de la mayoría de estos cuerpos son poco mayores que 1, por lo que suponemos que en su interior también predomina el agua. Europa, que orbita alrededor de Júpiter, presenta unos paisajes que recuerdan a los de los mares helados de la Tierra cuando llega la primavera y la cubierta de hielo empieza a romperse (Figura 9). La única explicación de este fenómeno es la existencia en profundidad de un océano subterráneo. Éste tendría más de cien kilómetros de espesor, y su volumen triplicaría a la suma de todos los océanos de la Tierra.

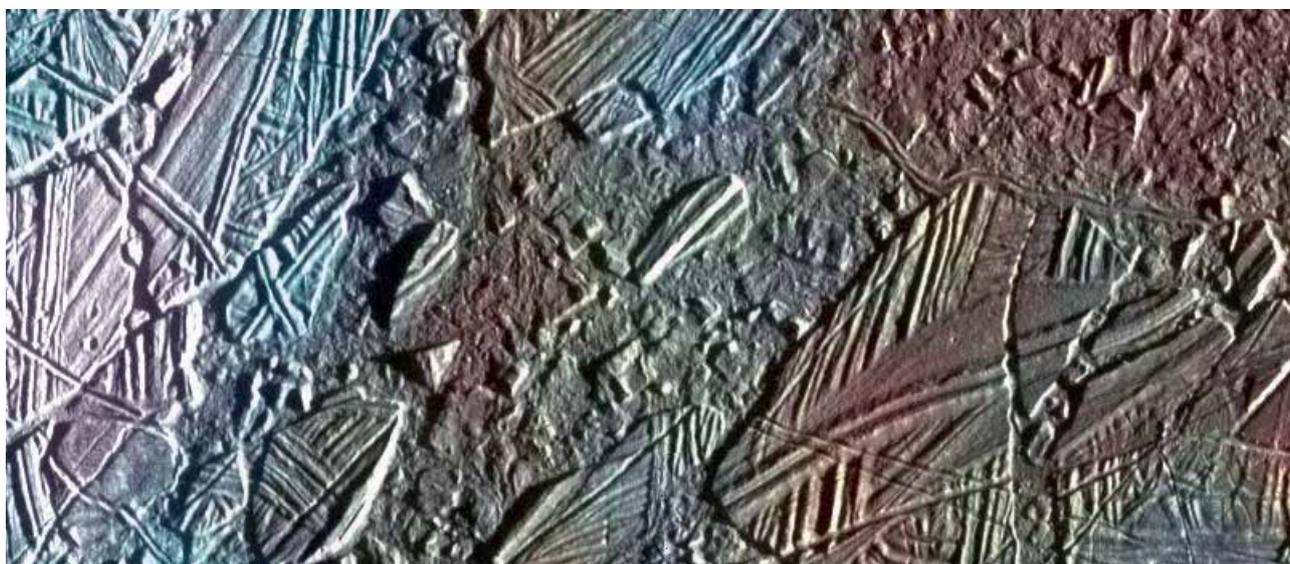
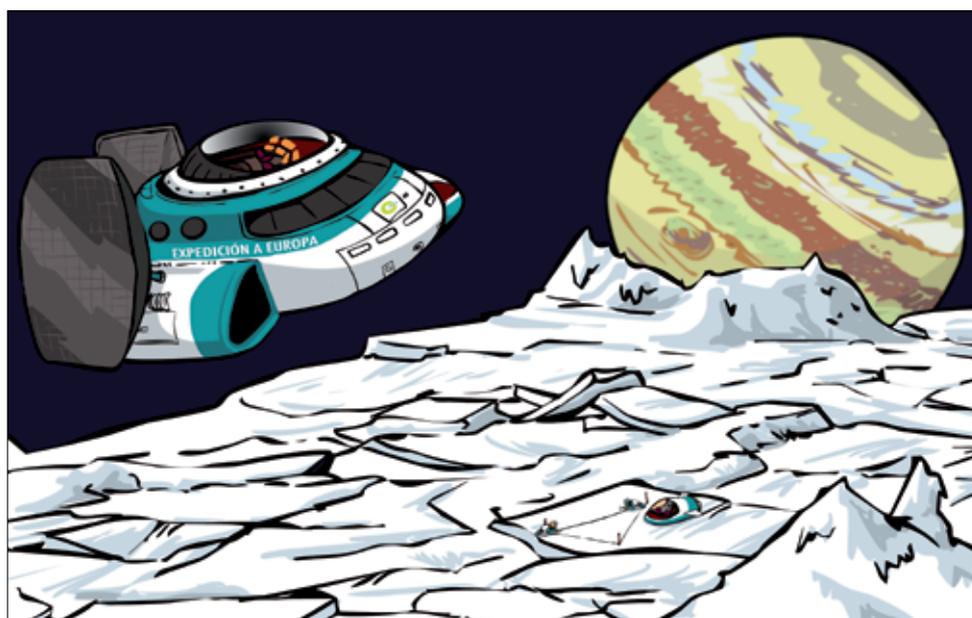


Figura 9. Este caos de bloques helados en la superficie de Europa sería imposible si no hubiese un océano subterráneo bajo el hielo.



- ¿Por qué no podría haber un océano en la superficie de Europa? Busca en la red datos sobre este satélite para responder.

Este concepto de océanos subterráneos pilló por sorpresa a los científicos planetarios; después, nuevas investigaciones han demostrado su existencia en varios satélites más: en Ganímedes y Calisto en órbita de Júpiter, en Encélado que gira alrededor de Saturno, y en Tritón alrededor de Neptuno. Algunos de estos mares invisibles son realmente enormes. Ganímedes (que es el mayor satélite del Sistema Solar) parece formado en un 50% por agua, lo que daría un volumen de líquido ¡27 veces mayor que la hidrosfera terrestre! Otros, como Encélado, manifiestan su agua oculta con géiseres que alcanzan varios miles de kilómetros de altura (el mayor géiser terrestre sólo se elevó 400 metros).





Y por último llegamos a los confines del Sistema Solar, el reino de los cometas (Figura 10), compuestos por agua en sus cuatro quintas partes. La última prueba de que, aunque vivamos en un mundo formado sobre todo por rocas, el agua es el compuesto más extendido entre los cuerpos de este sistema, y muy probablemente también en los muchos otros sistemas de planetas del Universo.



Figura 10. El núcleo del cometa Halley, de 13 x 7 kilómetros, libera gases (vapor de agua, sobre todo) en su paso cerca del Sol en 1986.

● Construye una gráfica y representa en ella los volúmenes de agua de algunos de los cuerpos que han aparecido en este capítulo:

- Exoplaneta GJ1214b: $10 \times 10^{12} \text{ km}^3$ de agua
- Urano: $13 \times 10^{12} \text{ km}^3$ de agua
- Neptuno: $12 \times 10^{12} \text{ km}^3$ de agua
- Ganímedes: $18 \times 10^9 \text{ km}^3$ de agua
- Europa: $4 \times 10^9 \text{ km}^3$ de agua
- Encélado: $1,4 \times 10^7 \text{ km}^3$ de agua

Compáralos con el volumen de la hidrosfera terrestre, que como ya sabemos es de $1,4 \times 10^9 \text{ km}^3$, y a la que por comodidad daremos el valor 1.

● Responde con lo estudiado en este apartado a las cuestiones iniciales: "RESPONDE CON LO QUE SABES AHORA".