



El universo

El universo

El **universo** es el conjunto de toda la materia, la energía, el espacio y el tiempo que existen.

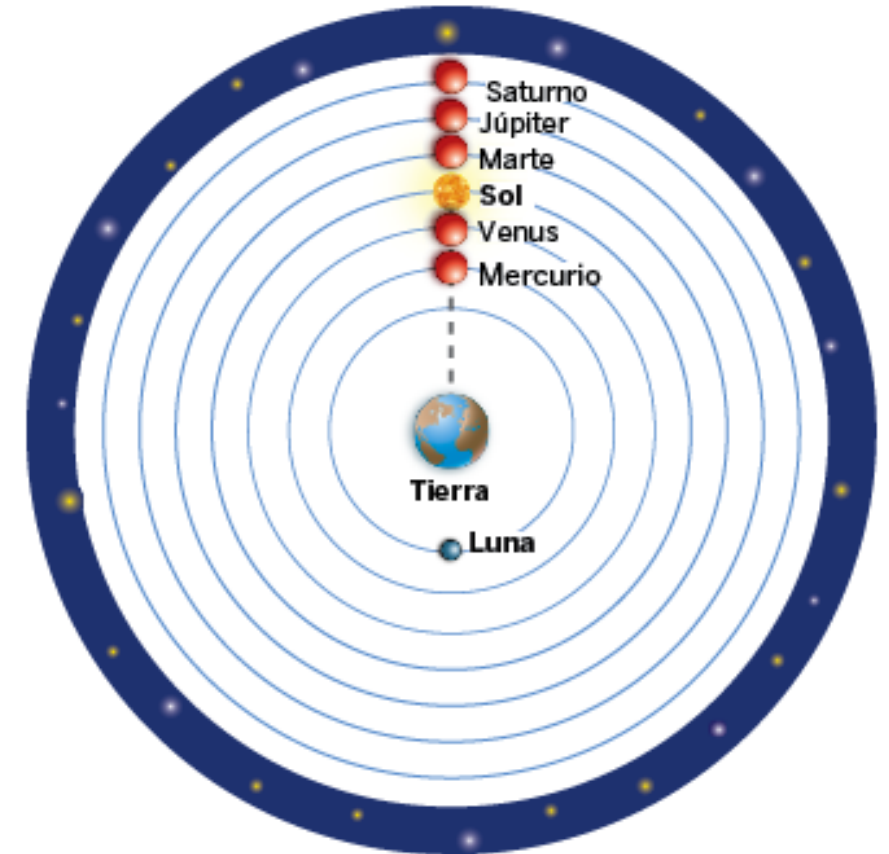
1.1 Un poco de historia

A diferencia de los astrónomos y astrónomas actuales, en la Antigüedad no se disponía de medios tecnológicos avanzados y las ideas sobre el universo surgían a partir de la simple observación del cielo y de creencias o de suposiciones no científicas.

Las primeras ideas hablaban de una Tierra plana y cubierta por una cúpula en la que las estrellas eran tomadas como agujeros por los que se veía una gran luz, o seres divinos que habitaban allí.

Más adelante, aparecieron concepciones surgidas de observaciones y de algunos datos más científicos. Las dos más importantes fueron el modelo geocéntrico y el heliocéntrico:

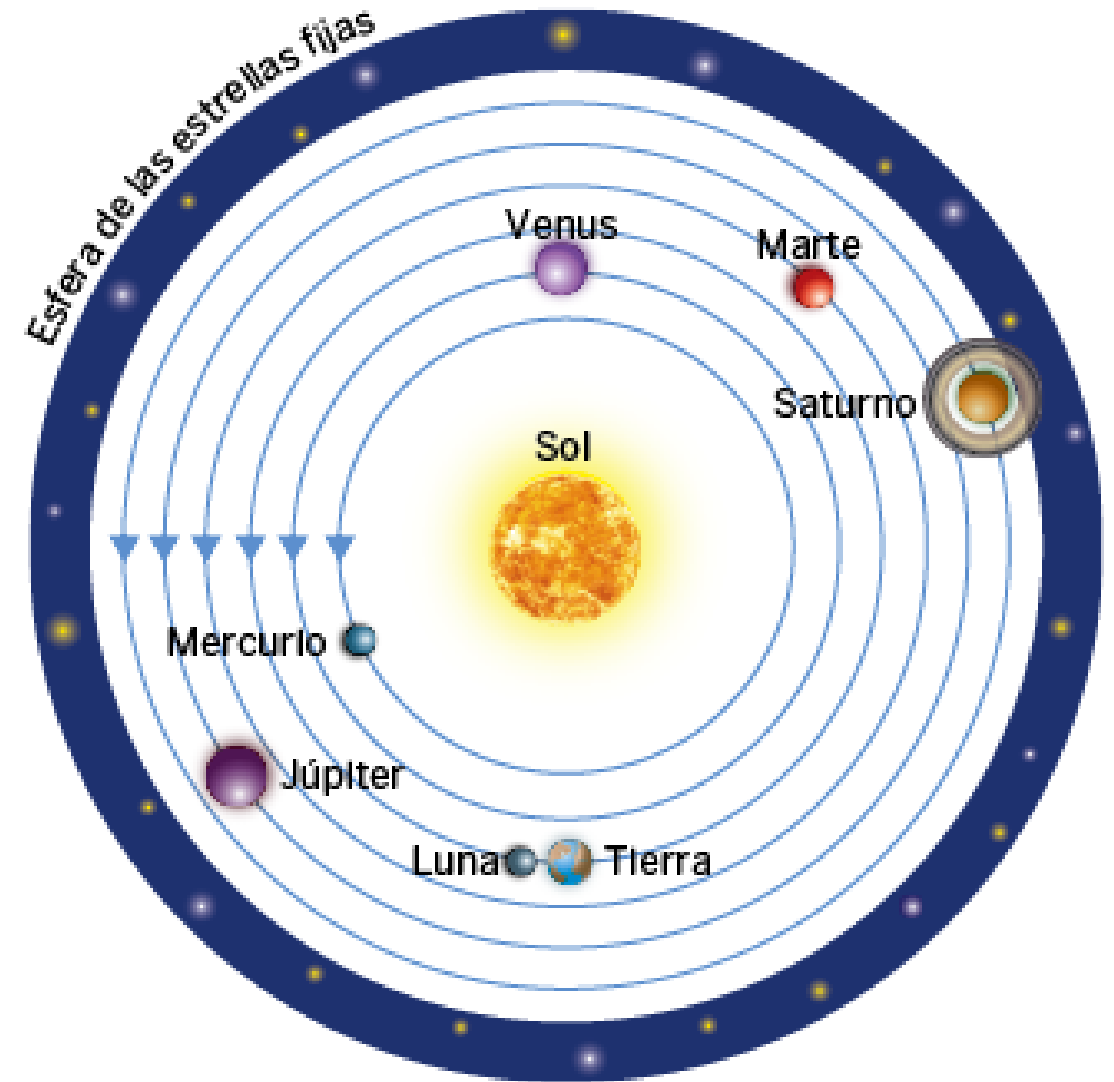
- **El modelo geocéntrico.** Ptolomeo condensó todos los saberes griegos sobre astronomía que había hasta ese momento, incluyendo que la Tierra es una esfera. Este modelo consideraba que la Tierra era el centro del universo y todo giraba en torno a ella. Estuvo vigente hasta el siglo XVI.



Modelo geocéntrico

<https://youtu.be/KZAMbzntNX8>

- **El modelo heliocéntrico.** El primero en plantear un modelo con el Sol como centro fue Aristarco de Samos en el siglo II a.C. Sin embargo, no fue tomado en serio y sus ideas fueron prácticamente abandonadas hasta que Copérnico, en el siglo XVI, hizo su propuesta, en donde consideraba que el Sol era el centro del cosmos y que todo giraba a su alrededor, incluso las estrellas, que estarían fijas en la última esfera.

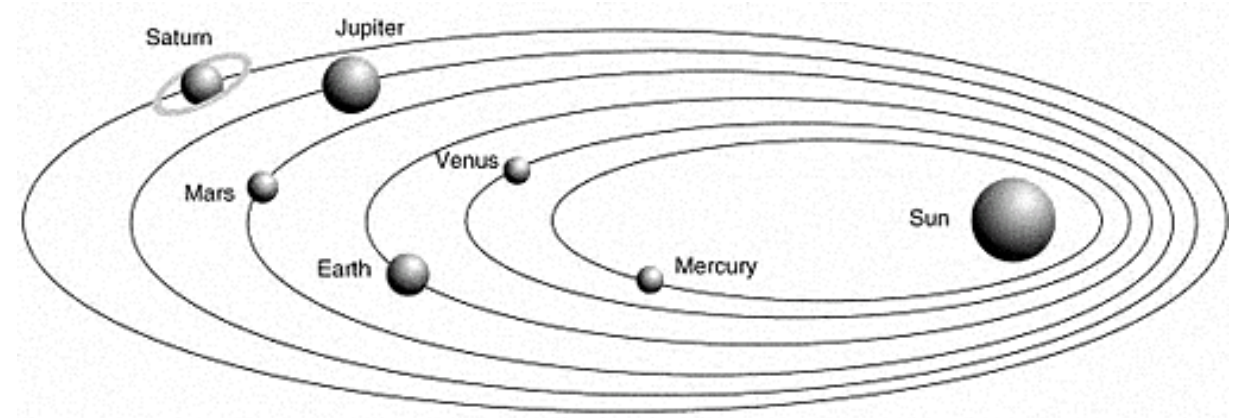


Modelo heliocéntrico

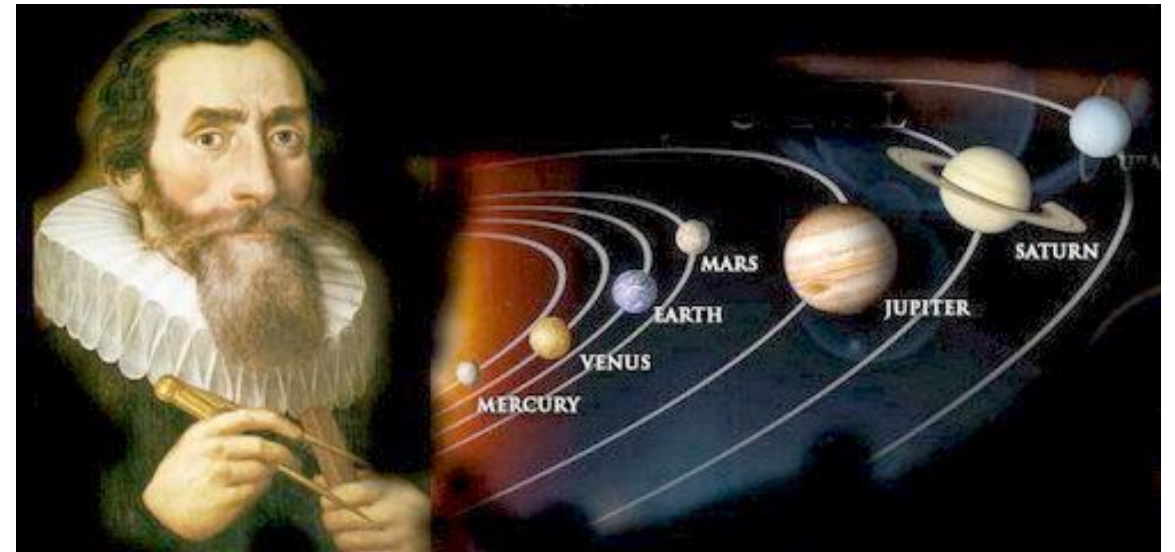
<https://youtu.be/M-ae9WL79tw>

El modelo de Copérnico fue rechazado en un primer momento ya que la Iglesia católica, con mucho poder en Europa, no aceptaba que la Tierra no fuera el centro del universo. De esta forma, en un primer momento, la teoría quedó relegada a círculos científicos.

Poco a poco, la teoría se fue complementado con nuevas aportaciones. Kepler propuso la existencia de **órbitas elípticas** para los movimientos planetarios alrededor del Sol. Galileo describió el movimiento de cuatro **satélites alrededor de Júpiter**, demostrándose que no todo giraba alrededor de la Tierra. El heliocentrismo acabó aceptándose finalmente. Sin embargo, el Sol se siguió considerando el centro del universo hasta 1920, cuando las observaciones acumuladas por numerosos científicos, como la ley de gravitación universal publicada por Newton, demostraron que el Sol era solo una estrella más.



Órbitas elípticas de los planetas según Kepler.



1.2 ¿Qué sabemos hoy?

Hoy en día se define el universo como el conjunto formado por todo el espacio, el tiempo, la materia y la energía que existe.

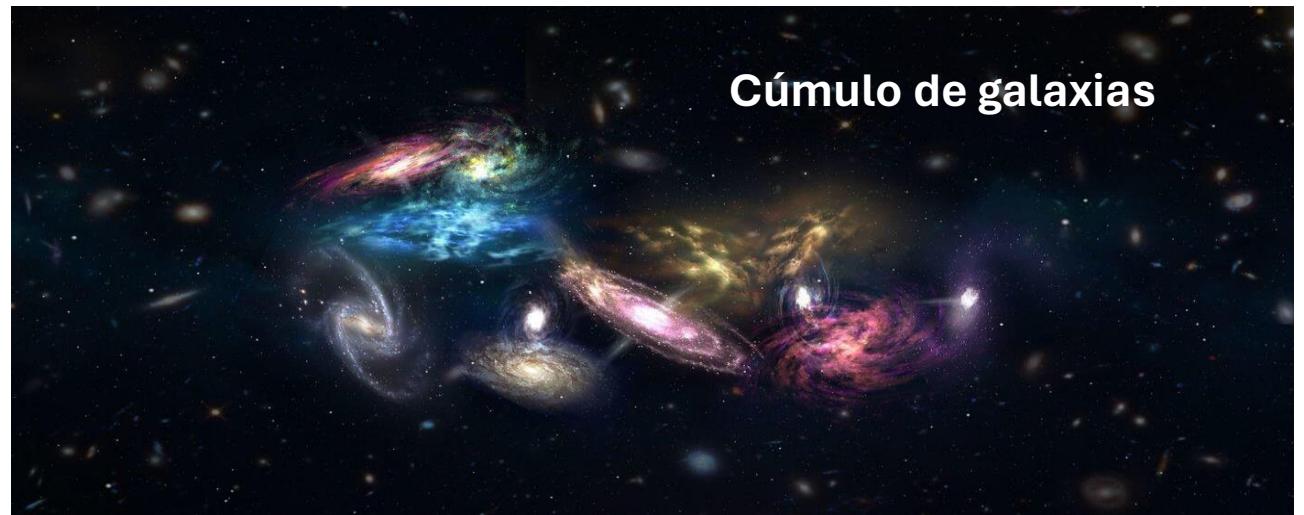
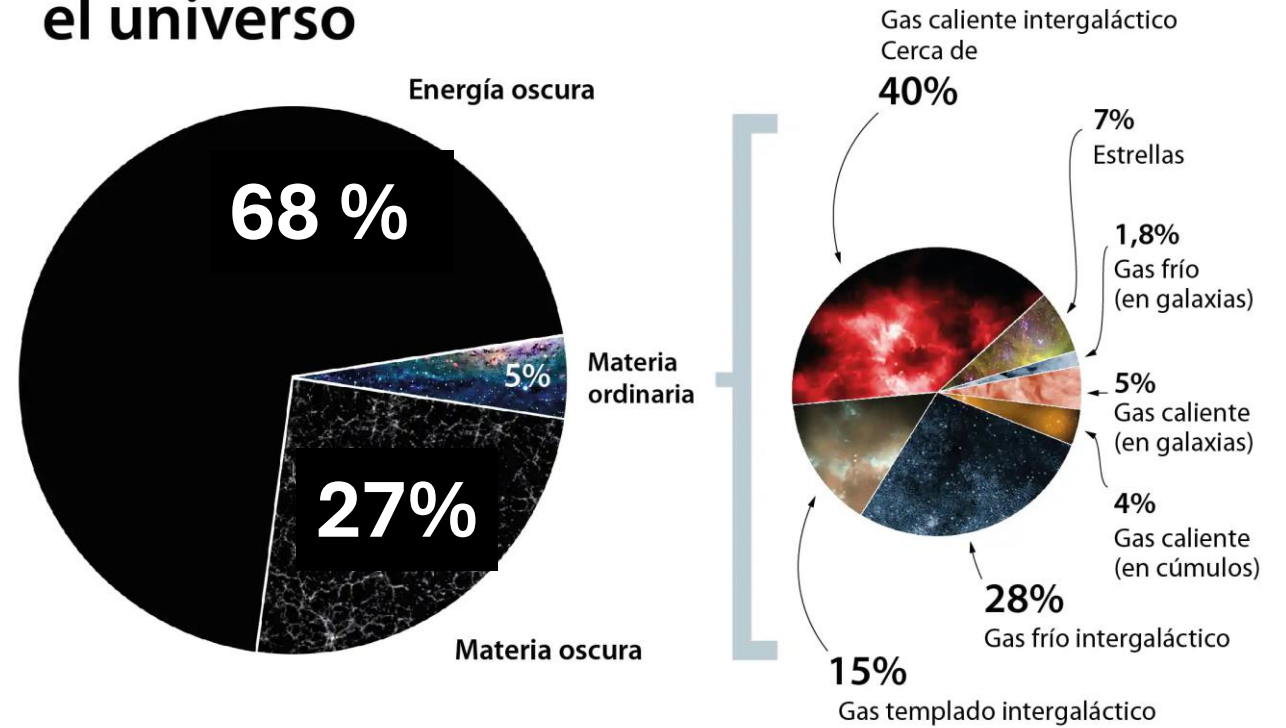
Las investigaciones actuales han permitido observar que el universo está formado por grandes extensiones de espacio vacío, en donde hay muy poca materia, que está distribuida de forma irregular. De hecho, esta **materia ordinaria**, la que forma los planetas, las estrellas o los seres vivos, es una parte muy pequeña del total de la composición del universo, que está formado mayoritariamente por **materia oscura** y **energía oscura**.

La materia ordinaria

Forma en torno a un 5% de la composición del universo; es todo aquello que somos capaces de ver o detectar mediante los medios técnicos de los que disponemos actualmente.

La mayor parte de esta materia se concentra en algunas zonas del universo, formando **grupos de galaxias** denominados **cúmulos**. Se calcula que hay más de cien mil millones de galaxias, cada una de las cuales contiene miles de millones de **estrellas**, muchas de ellas con planetas alrededor.

De qué está hecho el universo



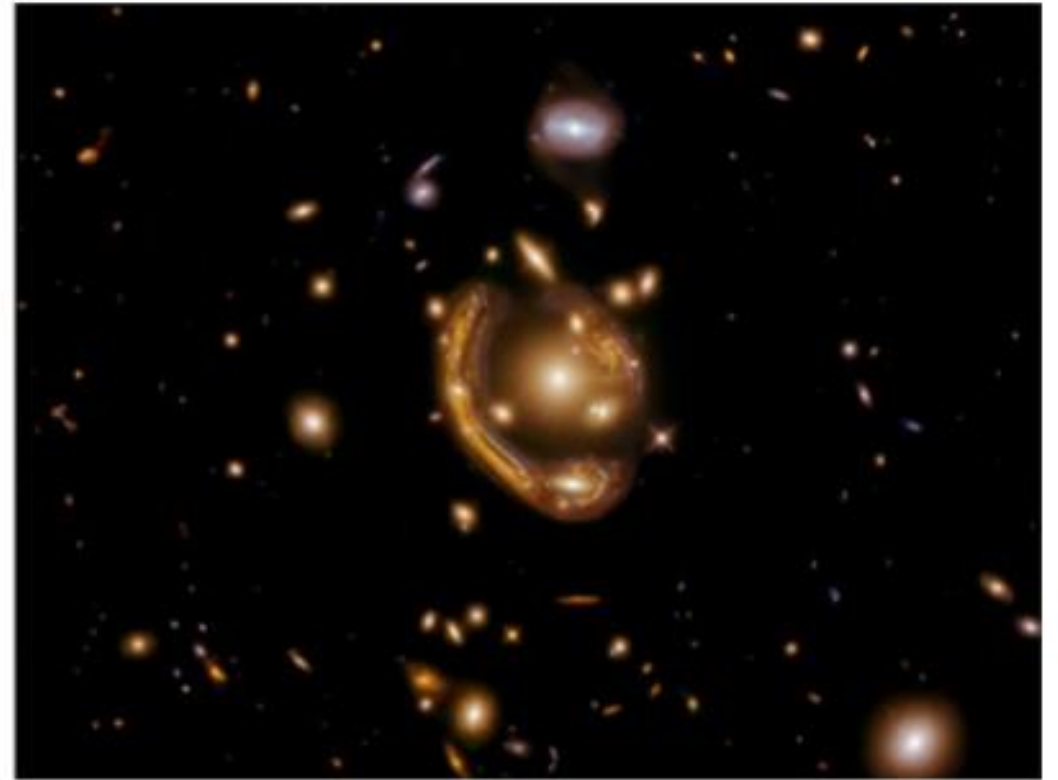
La materia oscura

Con técnicas basadas en la **detección del espectro electromagnético** se puede medir la masa aproximada de una galaxia o un cúmulo de galaxias a partir de su observación. Sin embargo, al analizar cómo afecta la gravedad de esos mismos cuerpos a los objetos que tienen alrededor, se ve que los efectos son mucho mayores que los que la materia observable debería ejercer. A esa materia no observable, que afecta a las fuerzas gravitatorias, se le llama **materia oscura** y supone alrededor del 27% de la composición del universo.

La energía oscura

Durante muchos años se pensó que, aunque el universo estaba en expansión, en algún momento la fuerza de la gravedad haría que esa expansión se frenase y que miles de millones de años después, el universo volvería a colapsar en un solo punto, como al principio del *big bang*. Sin embargo, a finales de la década de 1990 se comprobó, mientras se estudiaban supernovas, que hoy en día **el universo se expande cada vez a mayor velocidad**. No se conoce exactamente por qué ocurre esto, pero a la energía que lo provoca y de la que no se sabe casi nada se le llama **energía oscura**.

El efecto de la materia oscura



Al observar cúmulos de galaxias con telescopios suficientemente potentes, se aprecia que algunas galaxias situadas detrás de dichos cúmulos se ven, muy deformadas, en una zona marginal. Ese efecto se ha explicado como una desviación de los rayos de luz procedentes de esas galaxias a causa de la enorme gravedad ejercida por la materia oscura en la región del cúmulo.

1.3 El origen del universo

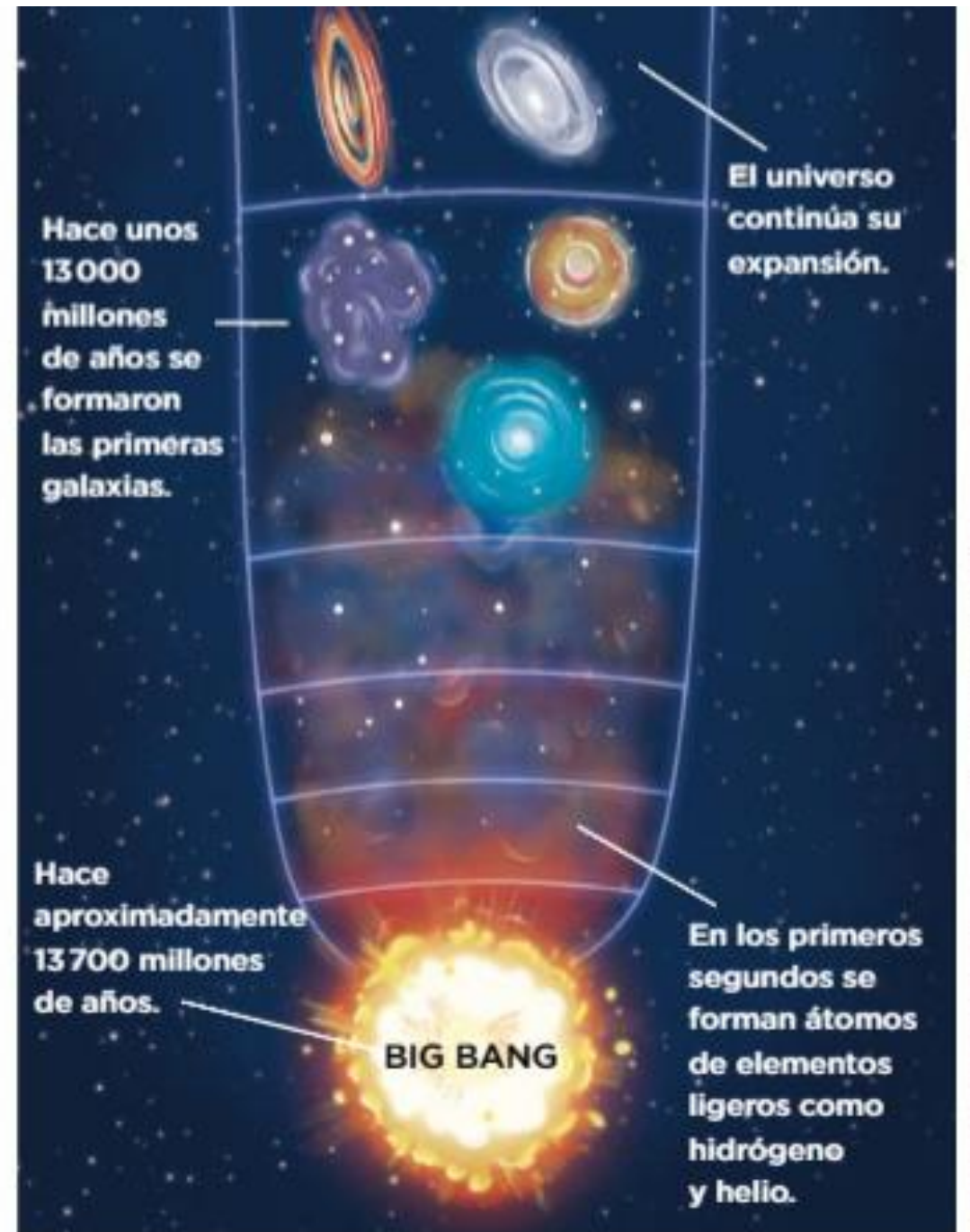
Como ya sabemos **el universo se expande**, es decir, que las galaxias se van alejando poco a poco unas de otras, a pesar de que la fuerza de la gravedad tienda a aproximar los cuerpos entre sí.

La expansión del universo se explica mediante la **teoría del big bang**, que puede dividirse en estas fases:

- **El big bang:** hace 13 700 millones de años, una explosión de un punto infinitamente denso, caliente y pequeño donde se concentraba toda la materia y energía existente formó el universo.
- **El primer instante o época de Planck:** es un período que duró en torno a 10^{-43} segundos. En ese momento se cree que el espacio-tiempo y las leyes de la física, como la gravedad, aún no existían.
- **El nacimiento de los átomos:** tras el primer segundo, y durante los primeros 380 000 años, el universo empezó a enfriarse y se formaron las primeras partículas subatómicas. Poco a poco, el enfriamiento permitió que estas partículas se combinaran para dar lugar a los primeros iones y átomos. En este período, el universo pasó de ser una sopa opaca de plasma a volverse transparente.



- **La era de las estrellas:** tuvieron que pasar más de 180 millones de años para que diera tiempo a que la fuerza de la gravedad hiciera que la suficiente cantidad de átomos se agrupase y formase las primeras estrellas. A medida que más de estas se iban formando, la gravedad que unas ejercían sobre otras hizo que se fueran agrupando y formaran las primeras galaxias y los primeros cúmulos de galaxias.
- **El universo de nuestra era:** durante los últimos 13000 millones de años, el universo se ha ido expandiendo, millones de planetas y estrellas han nacido y muerto y, en definitiva, ha sido muy parecido al universo tal y como lo percibimos hoy en día.



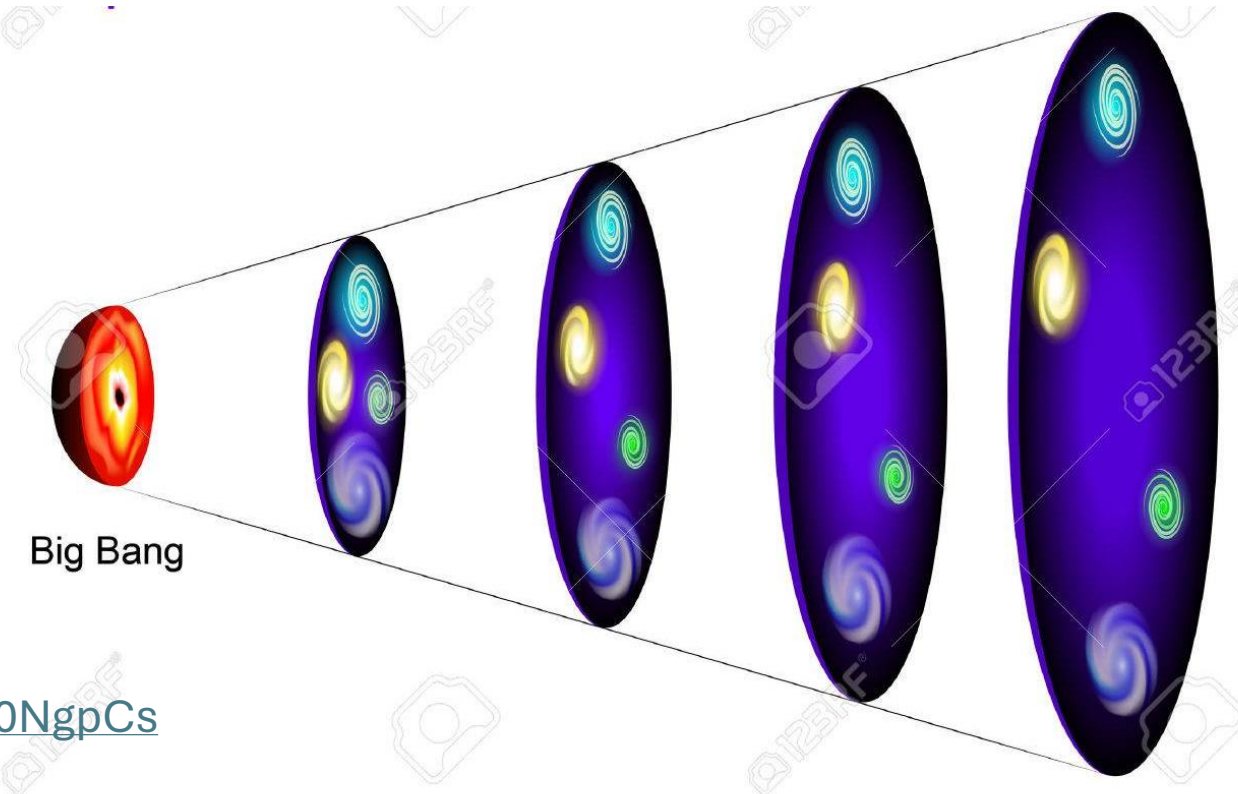
- **El futuro del universo:** existen numerosas hipótesis sobre el destino del universo, sobre si es infinito o no. Una de las más aceptadas explica que, como el universo se expande cada vez a mayor velocidad, nunca se terminará. Sin embargo, poco a poco, las galaxias estarán cada vez más lejos unas de otras y llegará un momento, dentro de miles de millones de años, en el que las distancias entre galaxias sean tan enormes que habrán ido más allá del espacio observable y sea imposible detectar la existencia de cuerpos celestes más allá de la propia galaxia.



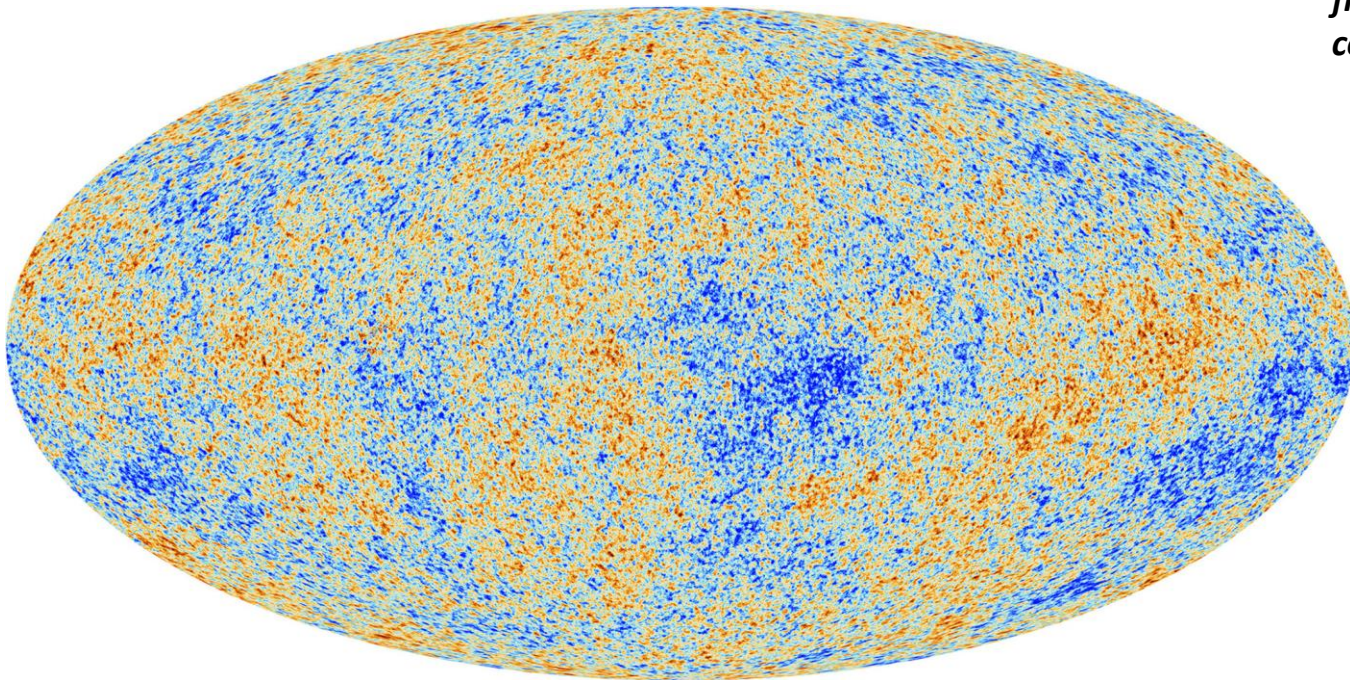
1.4 Pruebas del *big bang*

Existen numerosas pruebas que avalan la validez de la teoría del *big bang*. Las principales son:

- **La expansión del universo** fue observada por Edwin Hubble en 1929. Sus estudios demostraban que las galaxias se separaban unas de otras y que estas lo hacían a mayor velocidad cuanto más alejadas estaban.



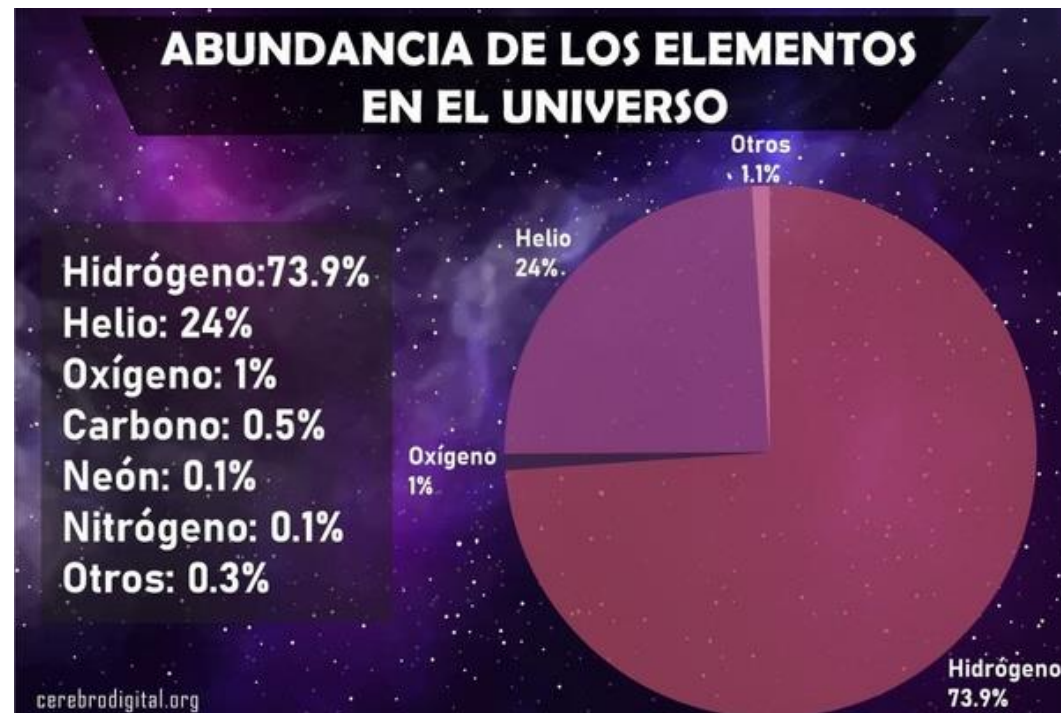
- **La radiación de fondo cósmico de microondas:** existe una radiación que proviene de todas las direcciones y cuya intensidad es la misma. Fue detectada en 1964 por Arno Penzias y Robert Wilson. Esta radiación se habría originado como consecuencia del *big bang* y se habría esparcido de forma más o menos uniforme por el universo durante su expansión. Las mediciones de Penzias y Wilson fueron confirmadas en los años 90 del siglo xx por el satélite COBE de la NASA.



*La imagen de abajo muestra las fluctuaciones, es decir las pequeñas diferencias de temperatura de la luz proveniente de cada punto del espacio. Por tanto, puede considerarse como **un mapa de todo el universo visto desde la Tierra**, aunque debe entenderse con cuidado. **Estas fluctuaciones están increíblemente exageradas en esta imagen.** Si cogiéramos la señal original y la tradujéramos a una luz que nuestros ojos puedan ver, el verde, por ejemplo, que está más o menos en el centro del rango de longitudes de onda visibles para los humanos, **veríamos una imagen completamente uniforme.** No veríamos ninguna fluctuación ni imperfección, porque la realidad es que este fondo cósmico es tremendamente uniforme. **Exageramos las fluctuaciones presentes para poder visualizarlas y poder trabajar con la información tan importante que nos aportan.***

- **La composición del universo:** aproximadamente, el 98% de la materia del universo es hidrógeno y helio. El resto de elementos se formaron en las reacciones que se producen en el núcleo de las estrellas. La composición del universo coincide con la esperada en una situación en la que la materia se hubiera enfriado tal y como explica la teoría del *big bang*.

Esta teoría y sus postulados están en permanente revisión y cada pequeño descubrimiento astrofísico puede variar nuestro entendimiento sobre el universo y las predicciones que hacemos sobre él.

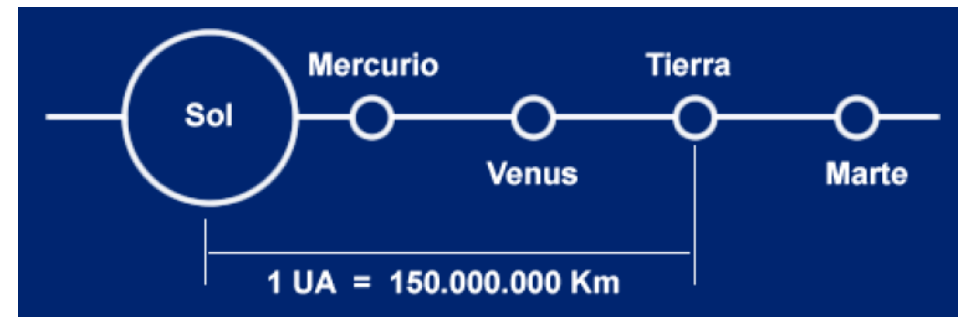


1.5 Las dimensiones del universo

El universo es tan grande que para medirlo no sirven las unidades de longitud que utilizamos en la Tierra. En cambio, se utilizan:

- **La unidad astronómica (UA).** Equivale a 150 millones de km, que es la distancia media entre la Tierra y el Sol. Esta unidad es adecuada para medir distancias dentro del sistema solar.
- **El año luz.** Es la distancia que recorre la luz en un año, viajando a una velocidad de 300 000 km/s. Equivale a casi 10 billones de km. Se utiliza para medir distancias en una galaxia o entre galaxias.

Se calcula que el universo observable tiene una extensión de unos 100 000 millones de años luz. La galaxia más lejana que se ha podido observar, detectada por el telescopio Hubble, se encuentra a 30 000 millones de años luz.



¿A cuántos años-luz de distancia están?

La Tierra está aproximadamente a...



8,3 minutos luz
del Sol



4,3 años luz de
Próxima Centauri, la
estrella más cercana



A 320 años
luz de la
Estrella Polar
o Estrella del
Norte



A 26 000 años luz del
centro de nuestra
galaxia, la Vía Láctea



A 2,5 millones de
años luz de
Andrómeda, la
galaxia más cercana



A 13 400 millones de
años luz de GN-z11,
una de las galaxias
más antiguas que se
hayan encontrado

2

Las galaxias y las estrellas

2.1 Las galaxias

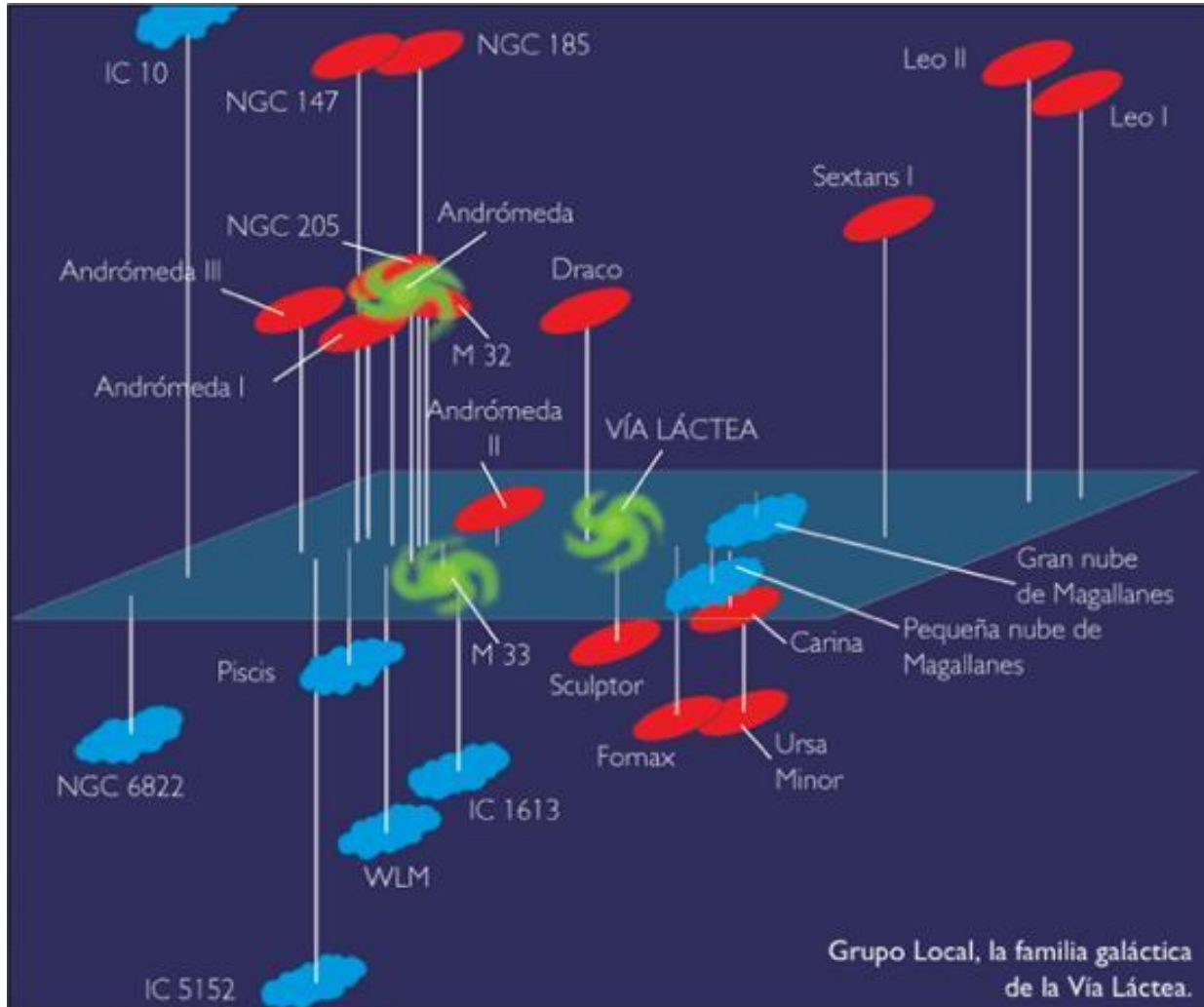


Las **galaxias** son enormes agrupaciones de estrellas y otros cuerpos celestes, gases y polvo cósmico que giran en el espacio.

Todos los cuerpos que componen una galaxia se mueven a causa de la atracción gravitatoria que existe entre ellos. Además, toda la galaxia realiza un giro alrededor de su centro, que suele presentar una mayor concentración de estrellas, gas y polvo.

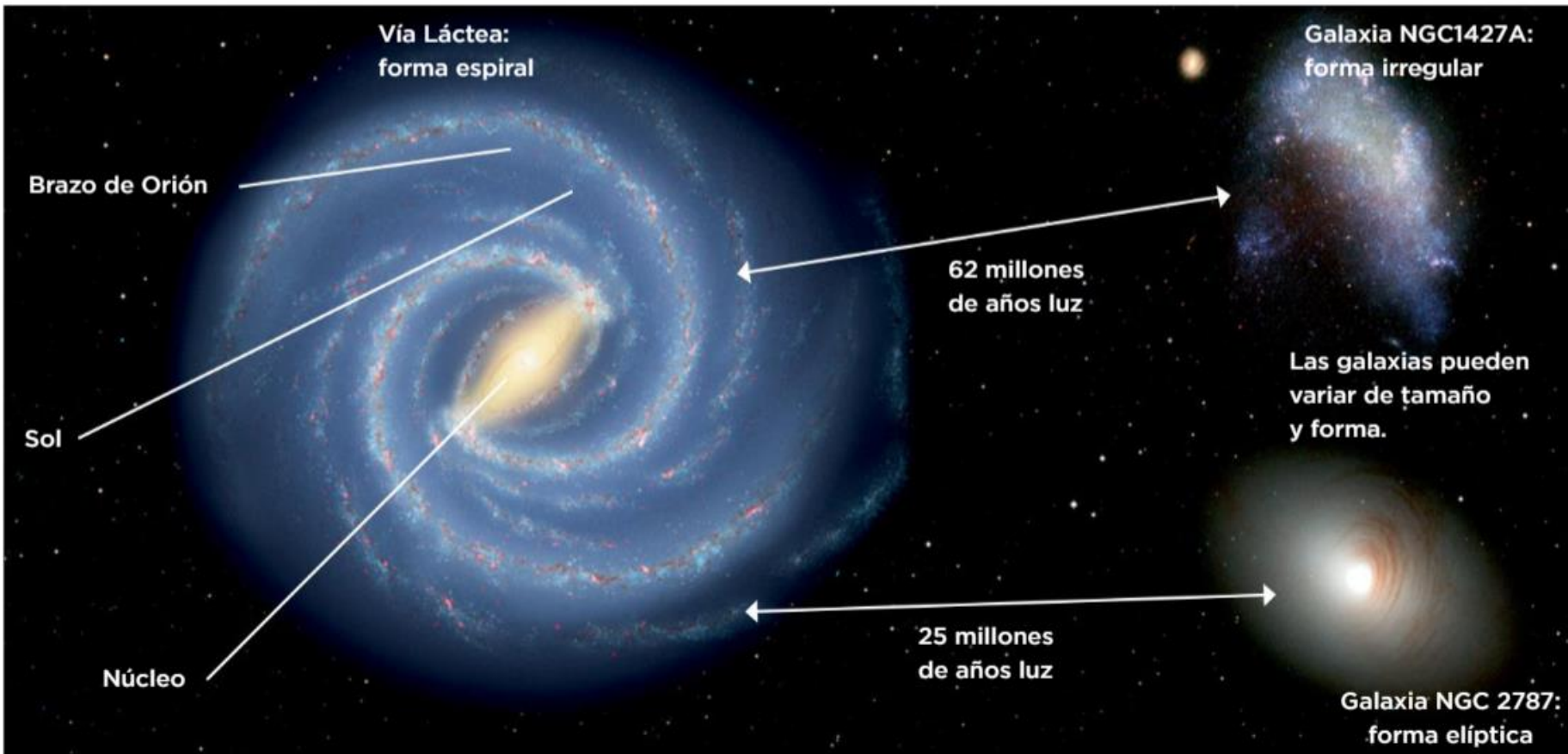
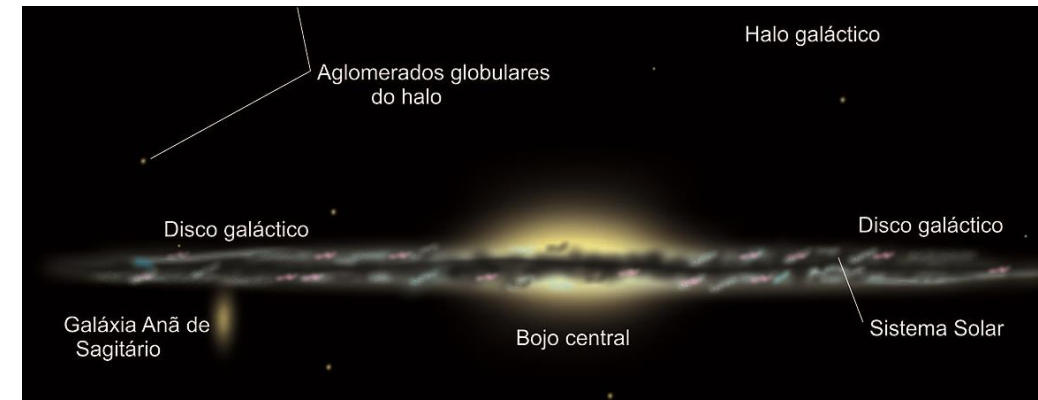
2.2 Nuestra galaxia. La Vía Láctea

Nuestra galaxia, la **Vía Láctea**, es un conjunto de alrededor de 300 000 millones de estrellas. Forma parte de un cúmulo llamado **Grupo Local**, que cuenta con unas cuarenta galaxias, como Andrómeda o M32.



Si la pudiéramos mirar de frente, veríamos que la Vía Láctea tiene forma espiral, y un diámetro de unos 100 000 años luz. Cuenta con cinco brazos y en uno de ellos se encuentra el sistema solar, girando con el conjunto alrededor del centro de la galaxia.

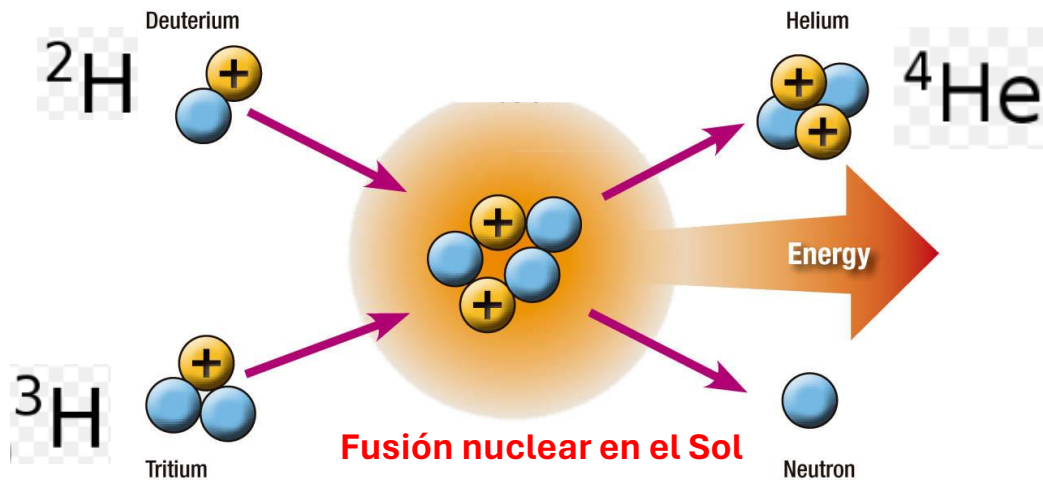
Si pudiéramos mirarla de perfil, veríamos que tiene forma de platillo volante. Desde la Tierra la vemos más o menos de perfil y el centro galáctico aparece como una borrosa banda de luz blanca debido a la acumulación de estrellas y gas interestelar.



2.3 Las estrellas

Las **estrellas** son cuerpos celestes esféricos formados por grandes cantidades de gas incandescente, que brillan con luz propia.

En el interior de una estrella se producen **reacciones nucleares** que desprenden grandes cantidades de energía en forma de luz y calor, así como partículas que son lanzadas al espacio a gran velocidad.



Interior de una estrella



Las estrellas pueden ser de tamaños diversos: las hay mucho mayores que nuestro Sol, que es de tamaño pequeño, y mucho menores que él.

TIPO:	ESTRELLA:
Ia	Sup ergigantes muy luminosas
Ib	Sup ergigantes
II	Gigantes luminosas
III	Gigantes
IV	Sub-gigantes
V	Enanas
VI	Sub-enanas
VII	Enanas blancas

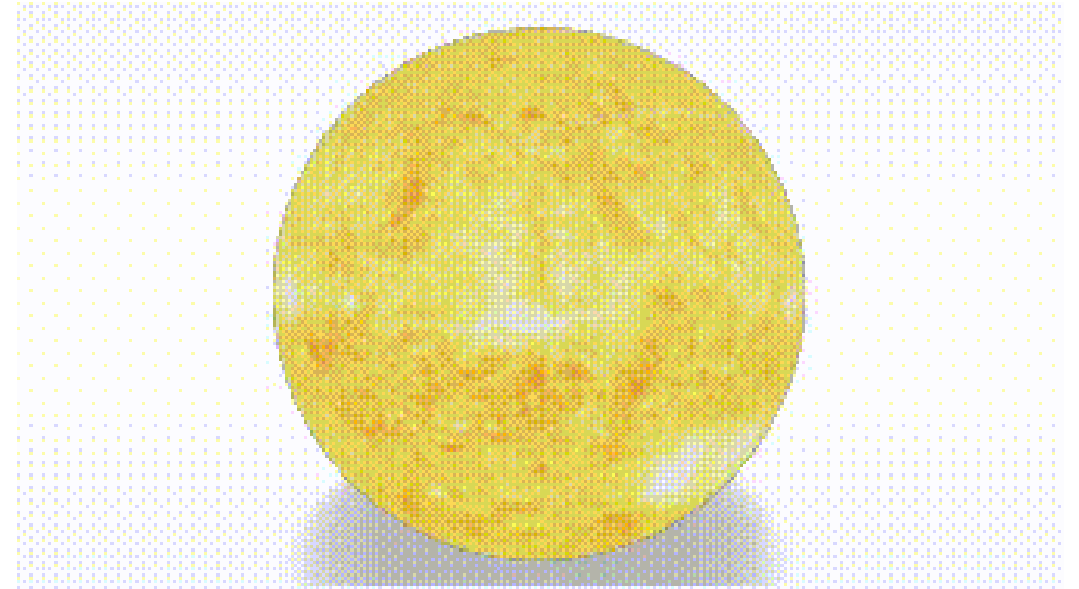
En cuanto al color, depende de su temperatura y varía desde el azul de las estrellas jóvenes y calientes, al amarillo de las estrellas templadas de mediana edad o el rojizo de las estrellas viejas y frías.

TIPO	COLOR	TEMPERATURA (°C)	EJEMPLO
O		30.000	Zeta Puppis
B		20.000	Spica
A		10.000	Vega
F		7.000	Mirfak
G		6.000	Capella
K		4.000	Aldebaran
M		3.000	Betelgeuse

2.4 El Sol. Nuestra estrella

El **Sol** es una estrella pequeña; su masa es unas 300 000 veces mayor que la de la Tierra, y su diámetro, alrededor de 1 400 000 km. Es de color amarillo (con una temperatura superficial de unos 6 000 °C). Por eso, se dice que es una estrella **enana amarilla**. Se calcula que está en la mitad de su vida.

El Sol realiza movimientos de rotación y traslación. Tarda unos 25 días en girar sobre sí mismo y unos 200 Ma en completar un giro alrededor del centro de la Vía Láctea.



3

El sistema solar

El **sistema solar** es un sistema planetario formado por ocho planetas y otros cuerpos celestes que giran alrededor del Sol.

El sistema solar se formó hace unos 4500 millones de años, a partir de una nebulosa de gas y polvo, cuya materia empezó a girar y a concentrarse, debido a la gravedad. En el centro de la nebulosa, la mayor parte de la materia formó el Sol. La materia que lo rodeaba formó el resto de cuerpos celestes, que aún giran a su alrededor.

Nebulosa de gas y polvo



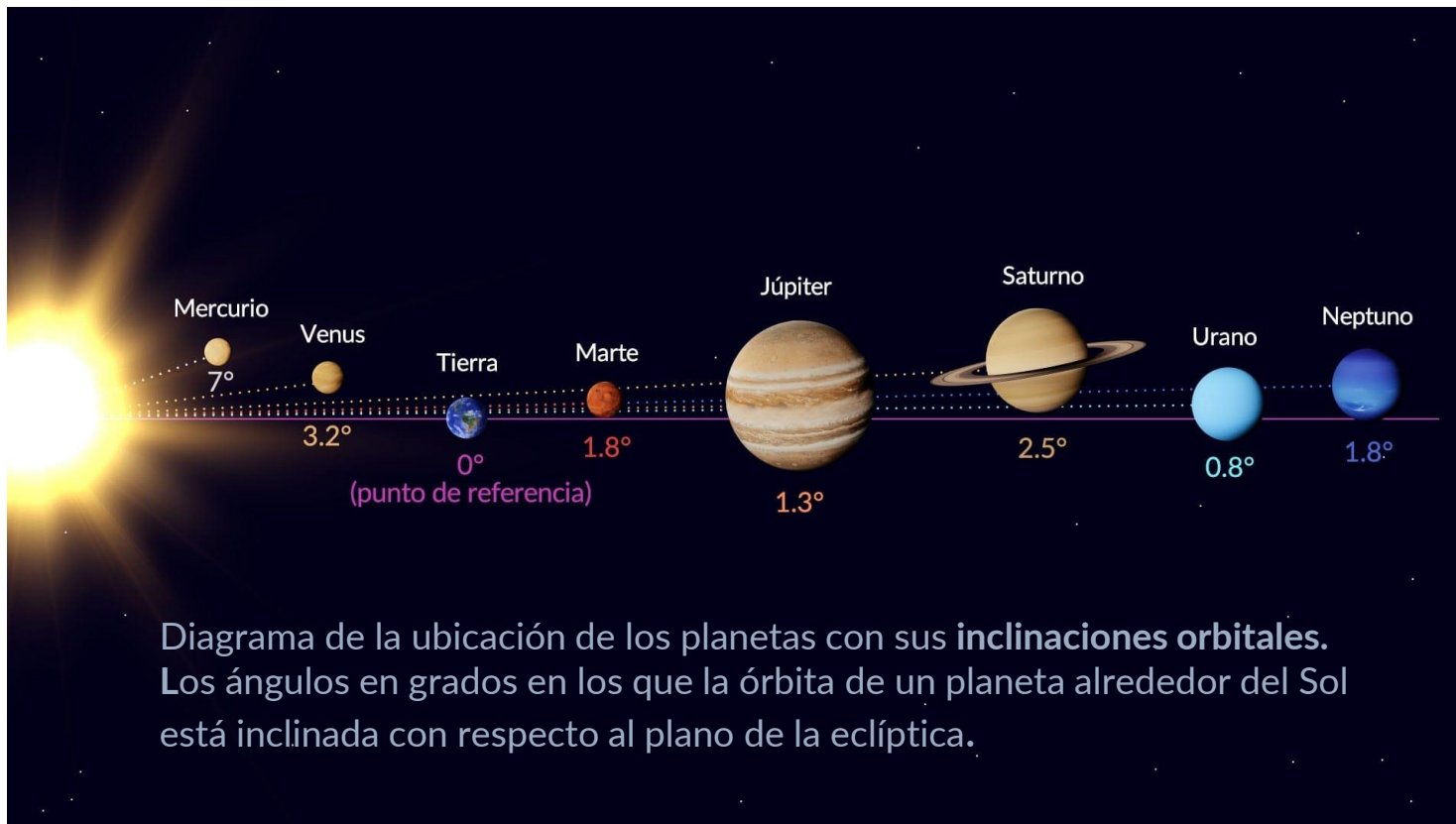
Sistema solar formado

Formación del sistema solar

3.1 Los cuerpos celestes del sistema solar

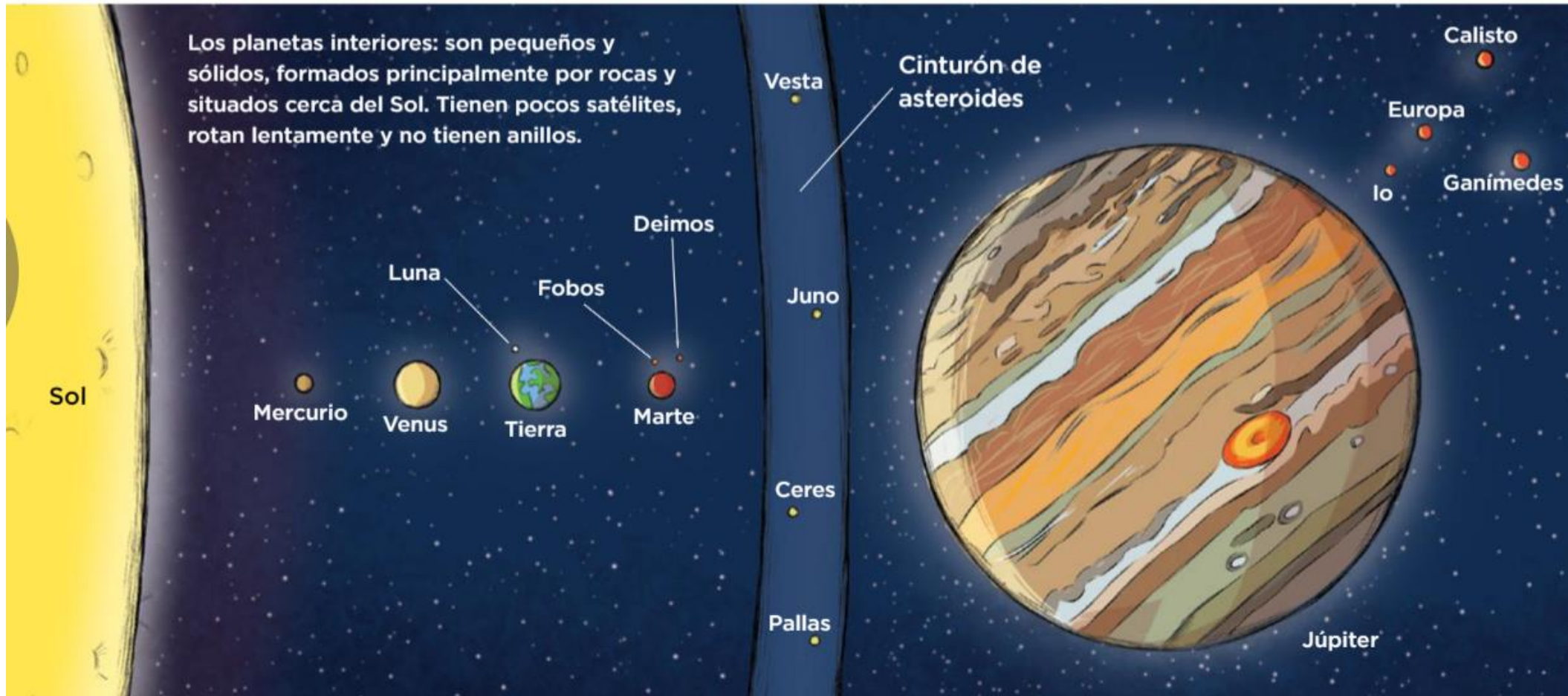
Los planetas

Los planetas son **cuerpos esféricos** que giran alrededor del Sol. No producen luz sino que reflejan la que reciben de la estrella. Los planetas del sistema solar realizan un movimiento de traslación, alrededor del Sol. Describen órbitas ligeramente elípticas que se encuentran situadas en un mismo plano: la **eclíptica**. Además, los planetas realizan un movimiento de rotación sobre sí mismos en sentido contrario a las agujas del reloj, excepto Venus y Urano, que giran en el sentido de las agujas del reloj.



Los planetas se dividen en dos grupos:

- **Los planetas interiores**, que son **Mercurio, Venus, la Tierra y Marte**. Son planetas pequeños y sólidos, formados principalmente por rocas y situados cerca del Sol. Tienen pocos satélites, giran lentamente sobre sí mismos y no tienen anillos.



- **Los planetas exteriores**, que son **Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno**. Son planetas grandes, formados principalmente por gases y situados lejos del Sol. Tienen muchos satélites, giran rápidamente sobre sí mismos y tienen anillos.



Los planetas enanos

Los planetas enanos son esferas de menor tamaño que giran alrededor del Sol. Su masa no es suficiente para que sus órbitas hayan quedado limpias de otros objetos celestes. Actualmente, se han descubierto cinco planetas enanos: **Eris, Plutón, Haumea, Makemake** y **Ceres**.



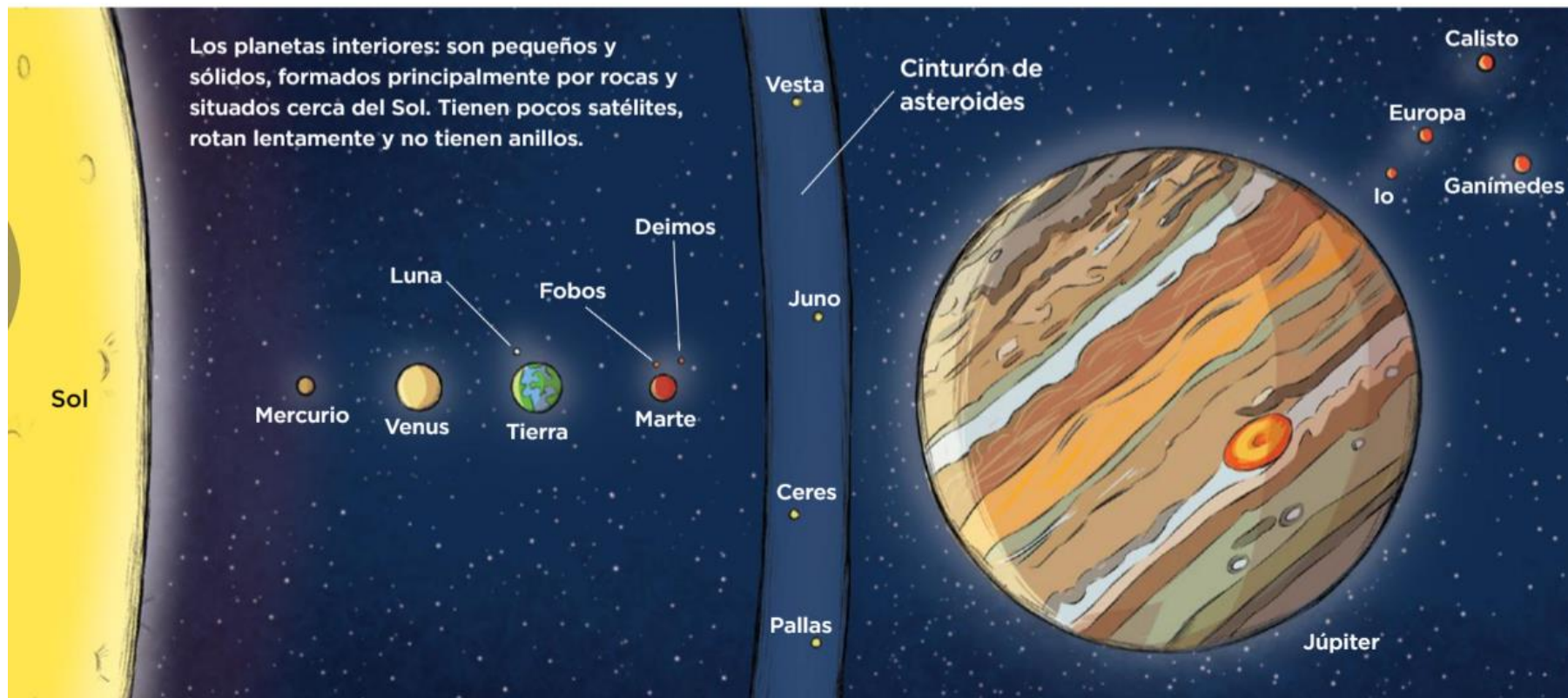
Los satélites

Los satélites, como la **Luna**, son cuerpos que giran alrededor de los planetas y los acompañan en su movimiento de traslación. Menos Venus y Mercurio, los demás planetas del sistema solar tienen satélites.



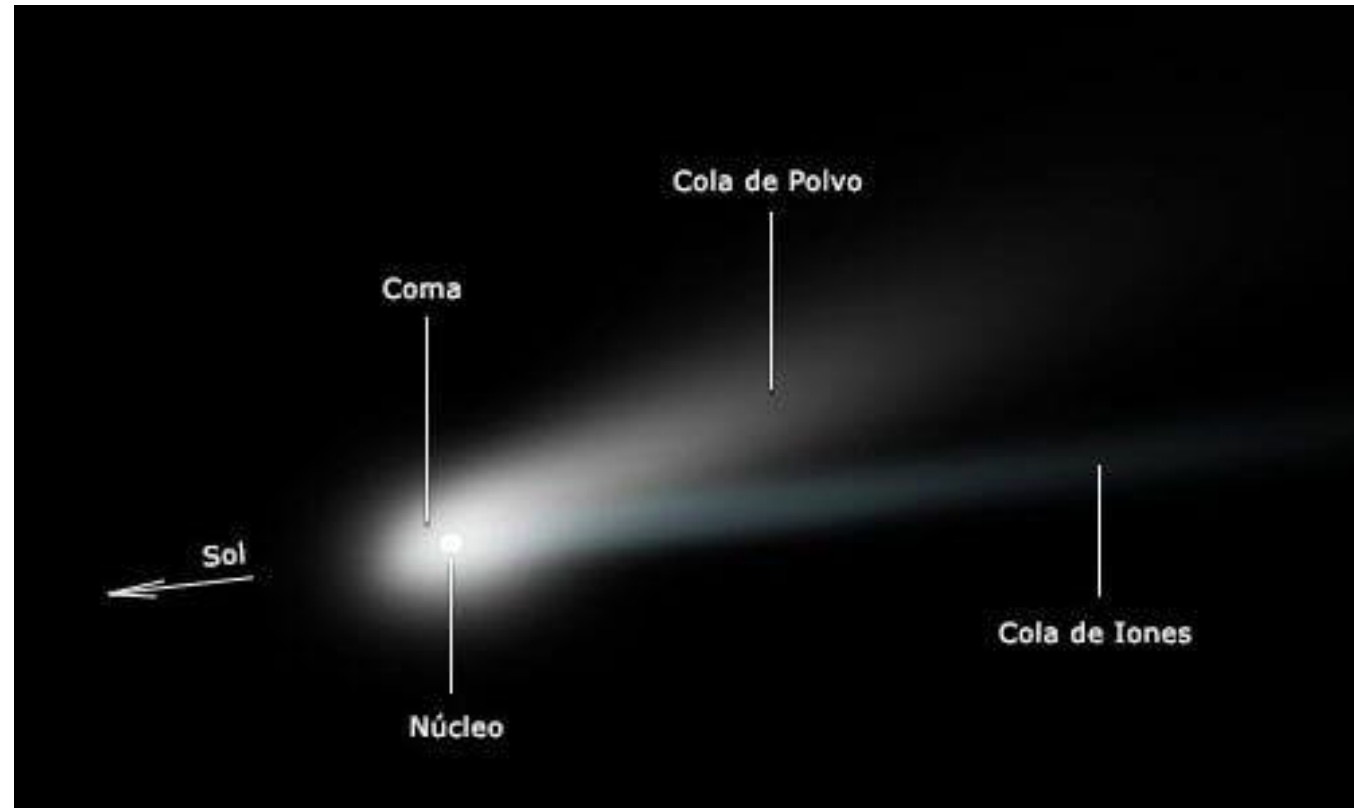
Los asteroides

Los asteroides son pequeños cuerpos rocosos que giran alrededor del Sol. La mayoría de ellos se localizan en el llamado **cinturón de asteroides**, entre las órbitas de Marte y Júpiter. En ocasiones se desvían de su órbita, formando meteoritos, que pueden impactar con otros cuerpos celestes.



Los cometas

Los cometas son pequeños cuerpos formados por roca y hielo, polvo y gases, que giran alrededor del Sol, describiendo órbitas muy elípticas. Muchos de ellos provienen del **cinturón de Kuiper**. Cuando se aproximan al Sol, su hielo se evapora y es empujado por el viento solar formando una **cola** que siempre se orienta alejándose del Sol.

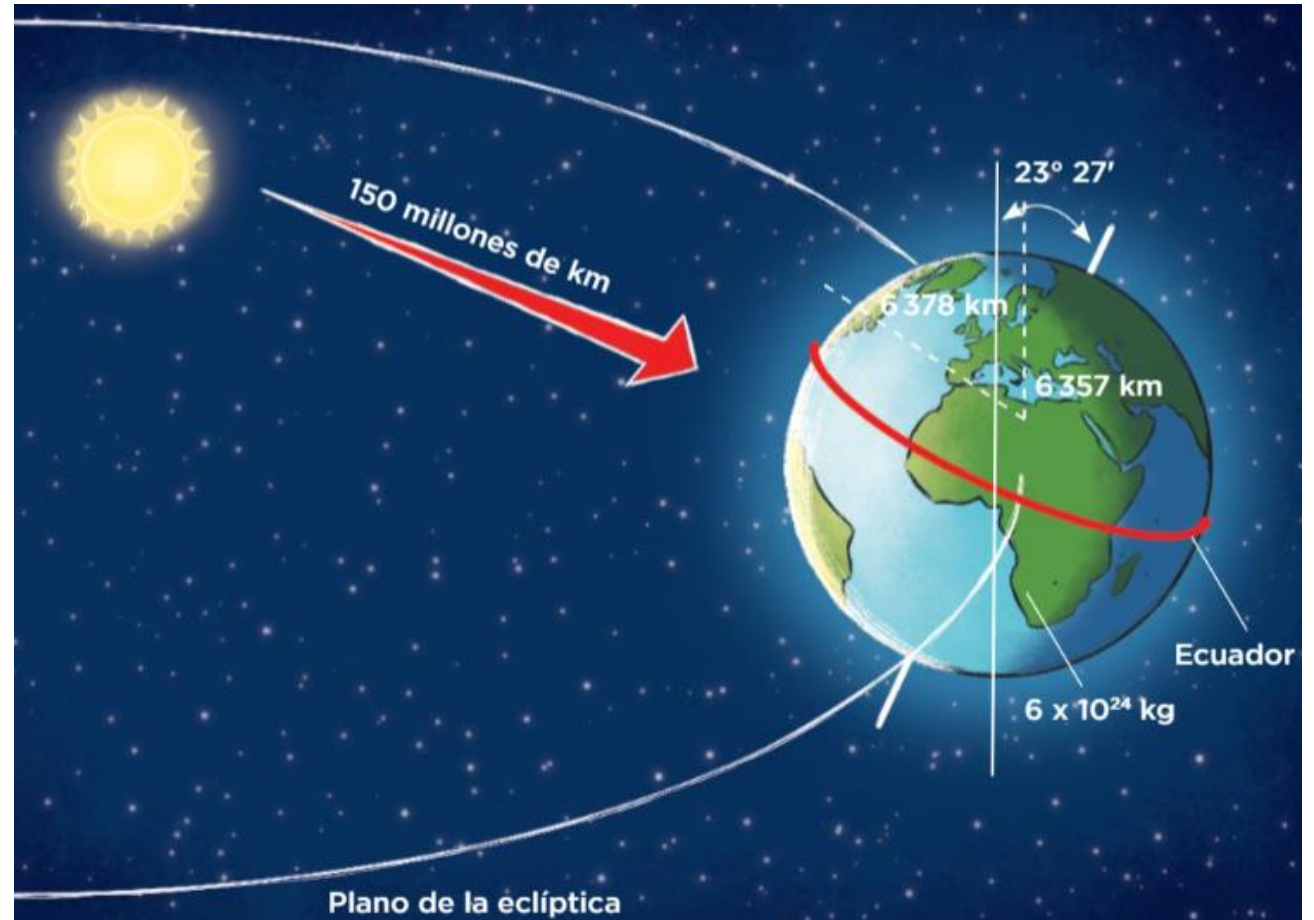


4

La Tierra y la Luna

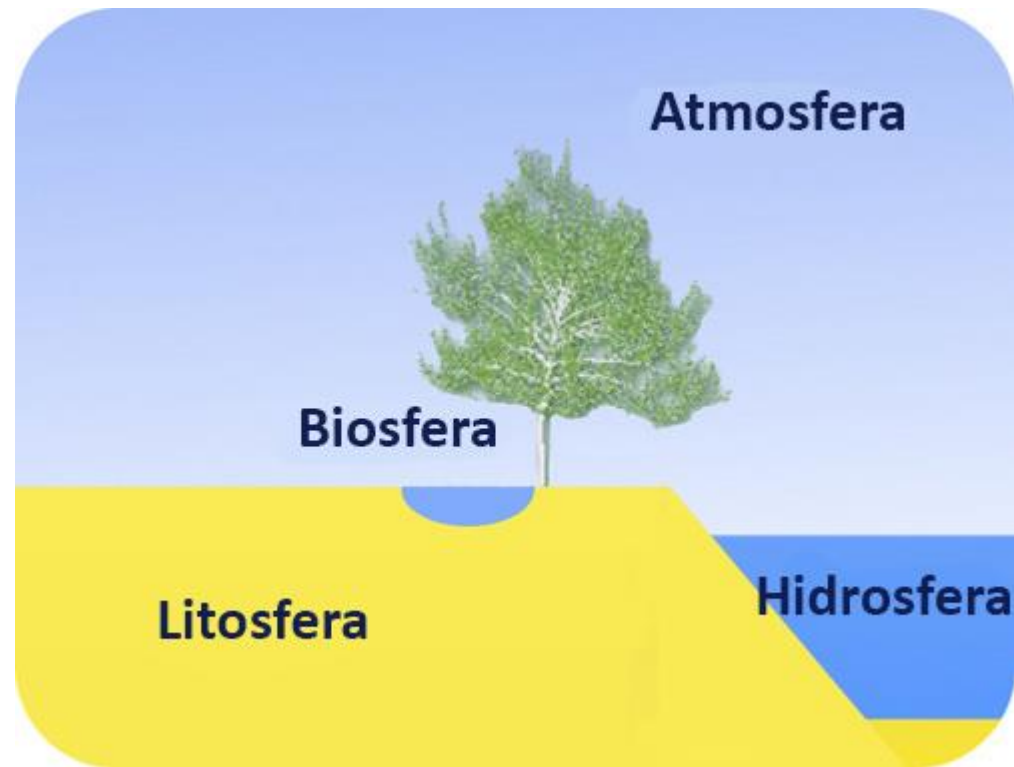
4.1 La Tierra

La **Tierra** es el tercero de los planetas interiores, situado a unos 150 millones de kilómetros del Sol. A pesar de que tiene forma esférica, sus medidas no son perfectas, está ligeramente achatada por los polos. Su radio polar es de 6357 kilómetros y su radio ecuatorial de 6378 kilómetros. Está dividida en dos hemisferios por un plano imaginario: el ecuador.



La Tierra es un planeta formado por rocas. La masa del planeta es de, aproximadamente, 6×10^{24} kilogramos. Los elementos más abundantes en función de la masa son el hierro (32%), el oxígeno (30%), el silicio (15%) y el magnesio (14%), siendo lo demás una mezcla del resto de elementos de la tabla periódica. Está rodeado de una atmósfera de gases y tres cuartas partes de su superficie están cubiertas por una capa de agua, la hidrosfera. Es el único planeta del sistema solar que presenta las condiciones adecuadas para el desarrollo de la vida.

La Tierra tiene un satélite natural, la **Luna**, que gira a su alrededor, debido a la atracción gravitatoria.



4.2 La Luna

Nuestro satélite se encuentra a una distancia media de 384 000 kilómetros de la Tierra, por lo que es el segundo cuerpo celeste más brillante que podemos observar en nuestro cielo, después del Sol. No emite luz propia, sino que refleja la luz solar.

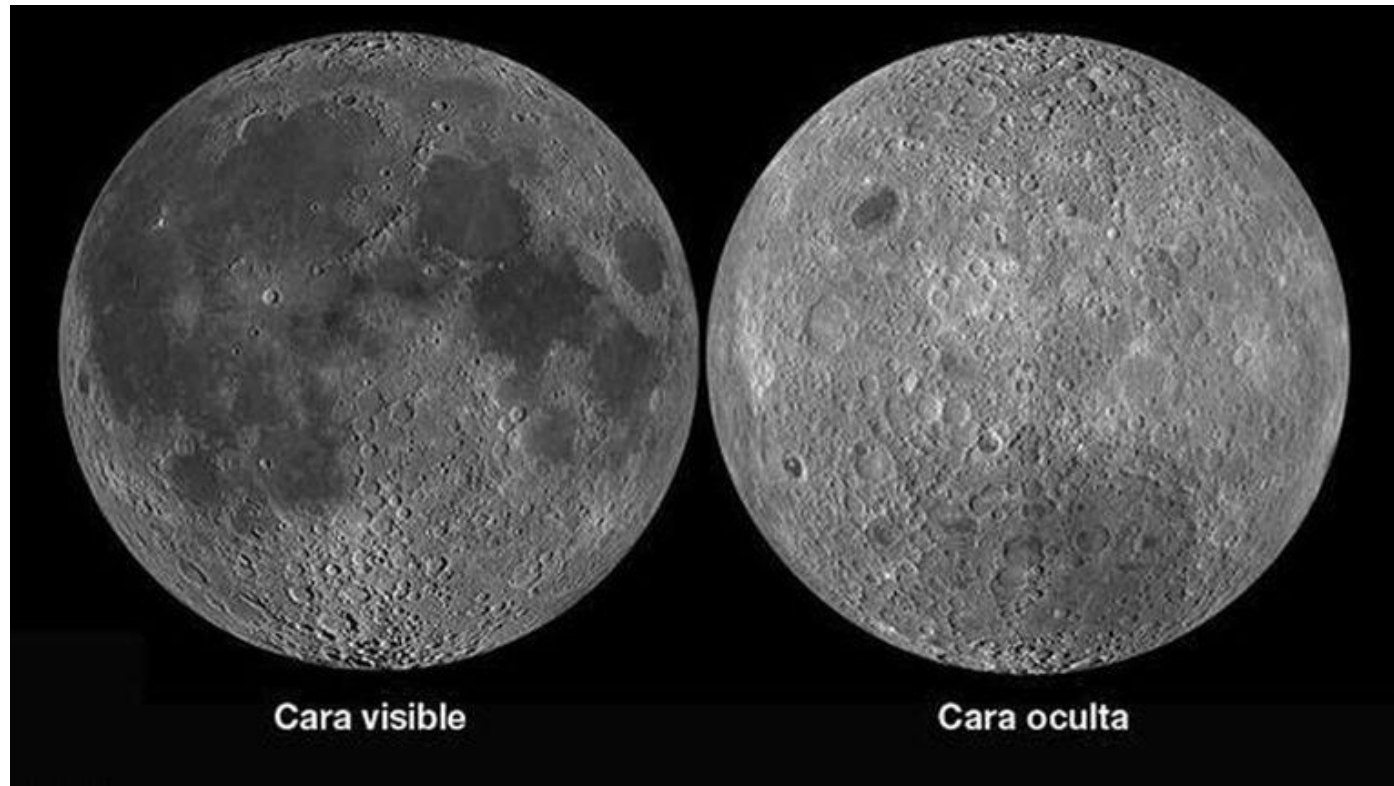
La **Luna** tiene un diámetro de 3 476 kilómetros. Su superficie presenta numerosos cráteres, que son las huellas de los impactos de meteoritos. Estos cráteres no han sido borrados por la erosión, ya que el satélite carece de atmósfera y de agua en su superficie.

Algunos números de la Luna



4.3 Los movimientos de la Luna

Además de la traslación alrededor de la Tierra, la Luna realiza un movimiento de rotación sobre su eje polar. Los períodos de traslación y rotación son ambos de 27,3 días. Como consecuencia de esa sincronización de los dos movimientos lunares, la Luna ofrece siempre la misma cara a la Tierra, por lo que permanece oculta la otra mitad del satélite, que se denomina cara oculta.



<https://youtu.be/1oTilx16MUI>

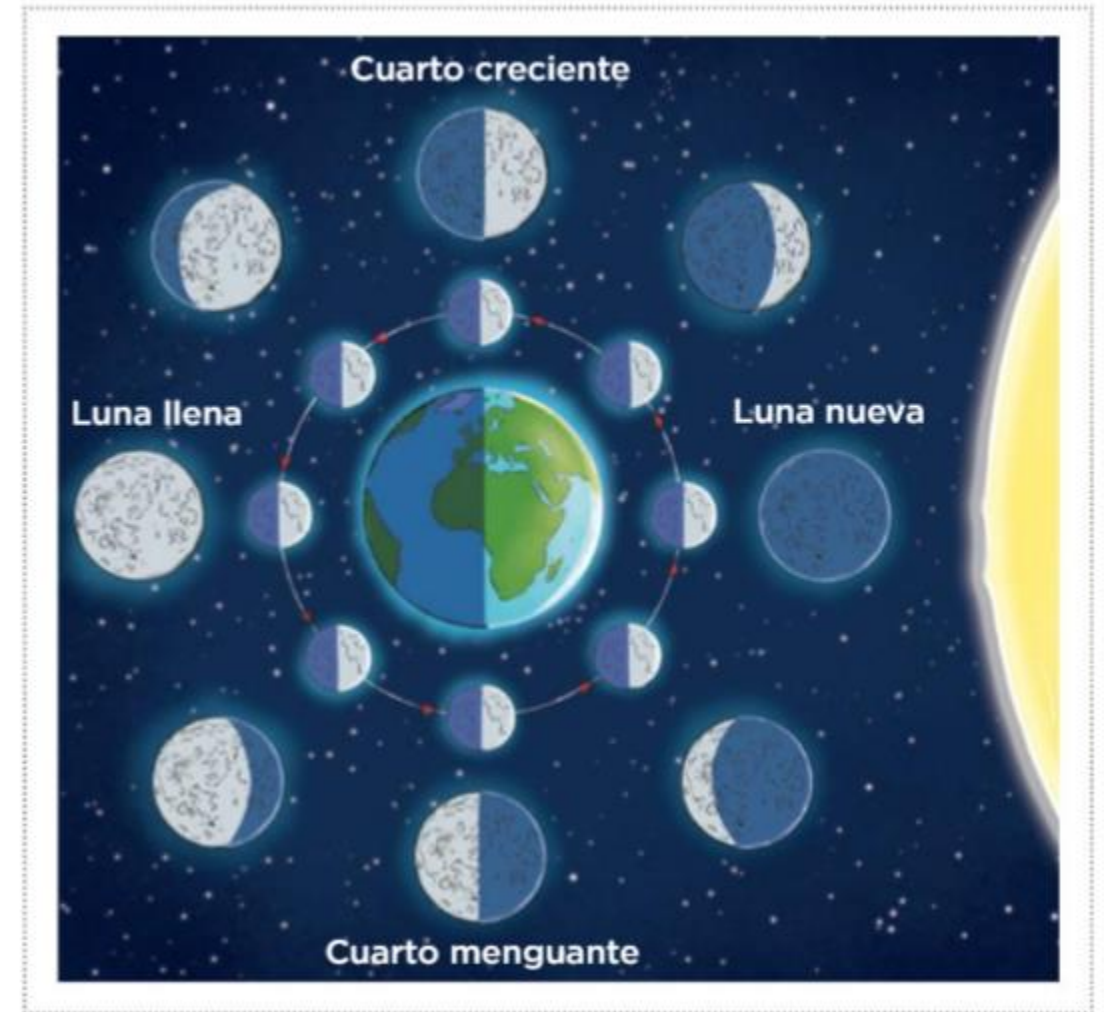
Las fases de la Luna

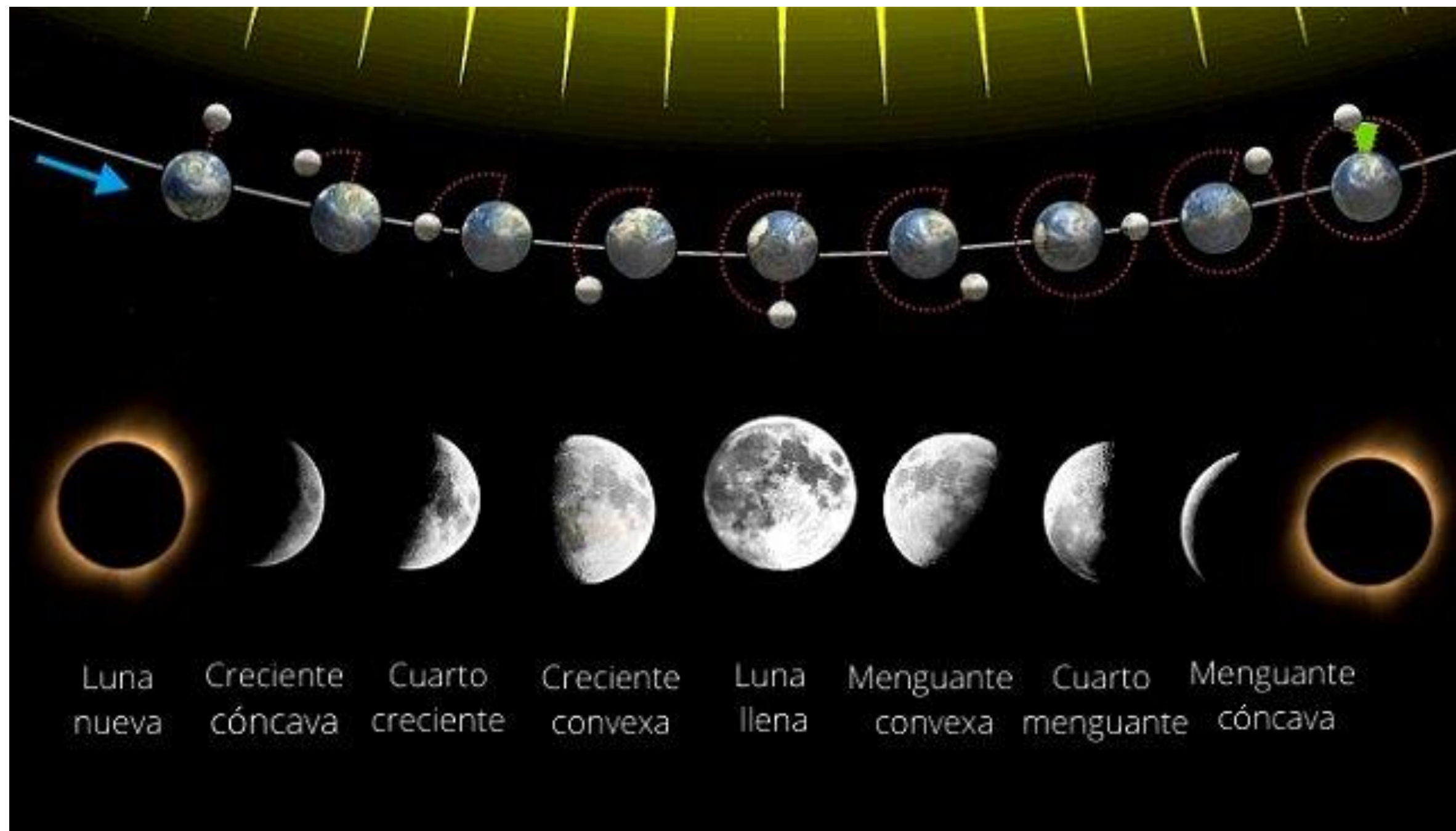
Debido a sus movimientos, la Luna cambia de forma periódica su posición con respecto al Sol y, por lo tanto, se modifica la zona de su superficie que queda iluminada por la estrella.

Esto hace que desde la Tierra veamos que la parte iluminada de la Luna va cambiando periódicamente. Estos cambios se llaman fases lunares y son:

- **Luna nueva.** En esta fase, el Sol ilumina la cara oculta de la Luna, por lo que esta no se observa desde la Tierra.
- **Cuarto creciente.** Una parte cada vez mayor de la cara vista es iluminada por el Sol.
- **Luna llena.** Es la fase en que el Sol incide sobre la cara de la Luna que observamos desde la Tierra, por lo que la vemos completamente iluminada.
- **Cuarto menguante.** Una parte cada vez mayor de la cara visible se encuentra en oscuridad.

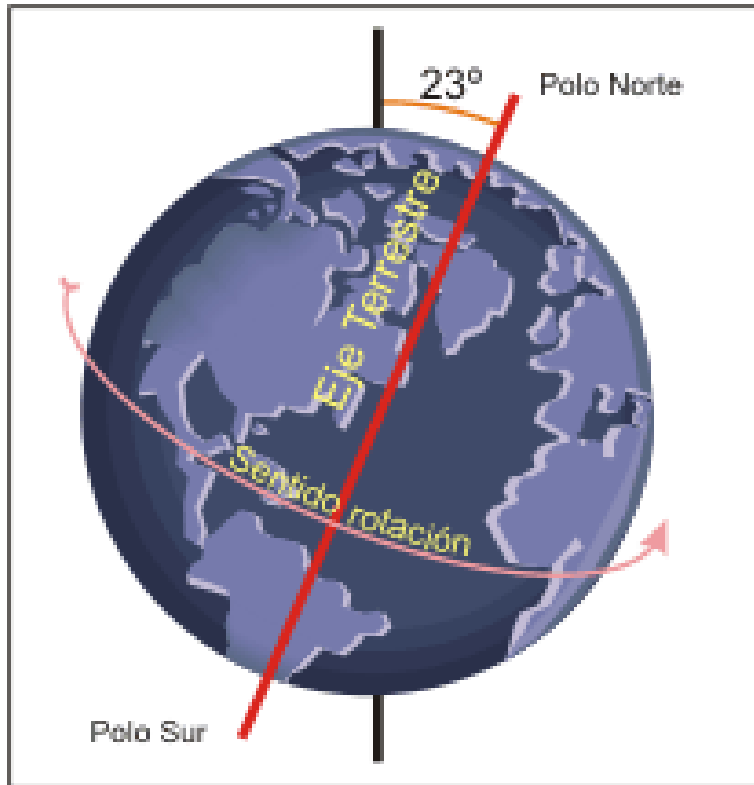
Por qué la Luna tiene fases





5

Los movimientos de la tierra



La Tierra realiza dos movimientos de manera continua: la rotación y la traslación. Estos movimientos producen dos fenómenos terrestres: la sucesión del día y la noche y las estaciones del año.

5.1 La rotación

El **movimiento de rotación** es el giro que realiza la Tierra sobre sí misma, alrededor de un eje imaginario que atraviesa el planeta desde el polo norte hasta el polo sur.

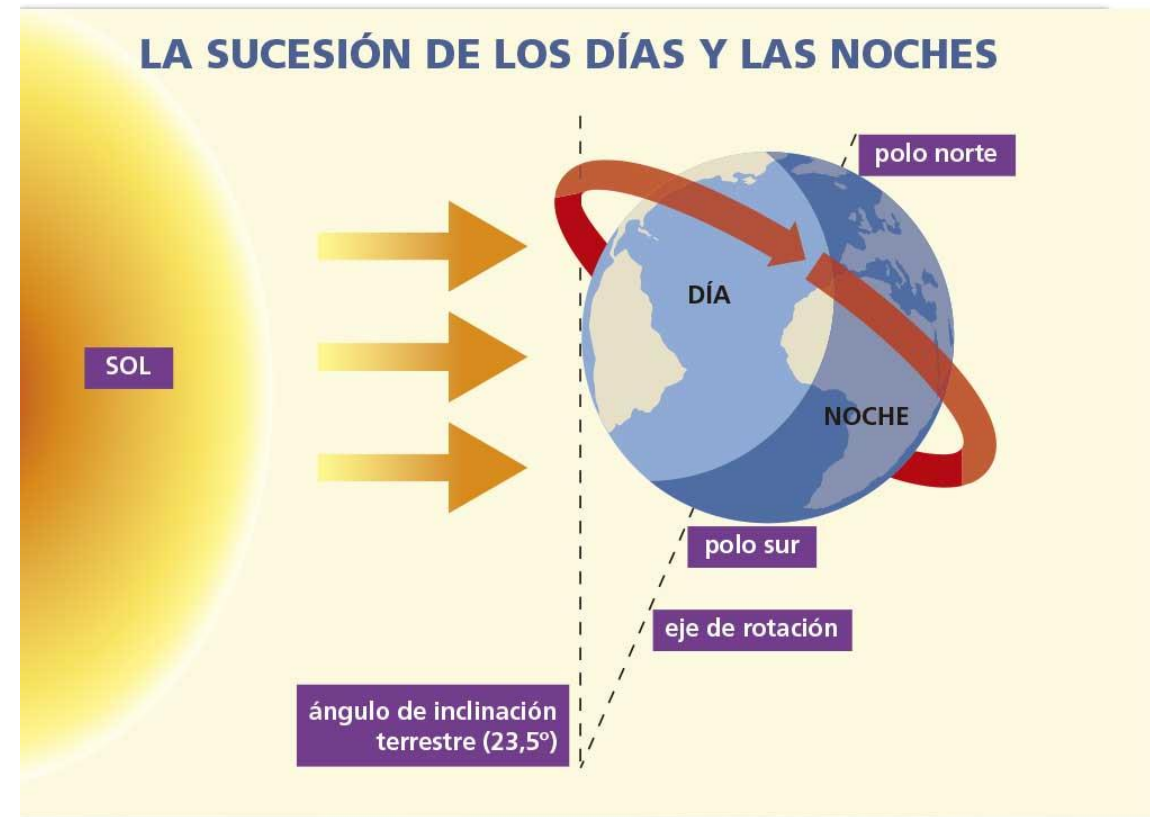
El eje de rotación terrestre no es perpendicular al plano de la eclíptica, sino que se encuentra inclinado, formando un ángulo de unos $23,5^\circ$.

La rotación terrestre tiene un período de 24 horas, que denominamos día, y un sentido de giro contrario a las agujas del reloj; es decir, de oeste a este.

Las consecuencias de la rotación

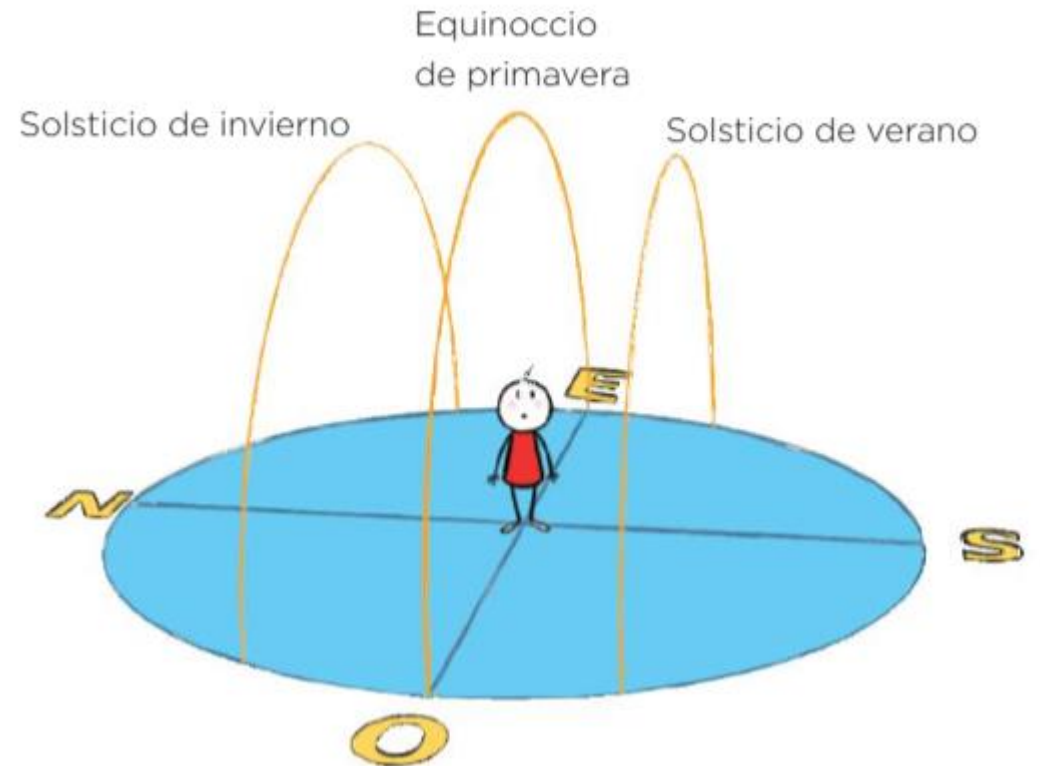
El movimiento de rotación tiene dos consecuencias fundamentales:

- **La sucesión del día y la noche**, que se produce al variar durante su giro la parte de la Tierra iluminada por el Sol. Si el eje terrestre no estuviera inclinado, la duración del día y de la noche sería de 12 horas para cualquier punto del planeta. Debido a la inclinación del eje, la duración del día y de la noche en cada zona de la Tierra depende de la cercanía de ese punto a los polos y además varía a lo largo del año.

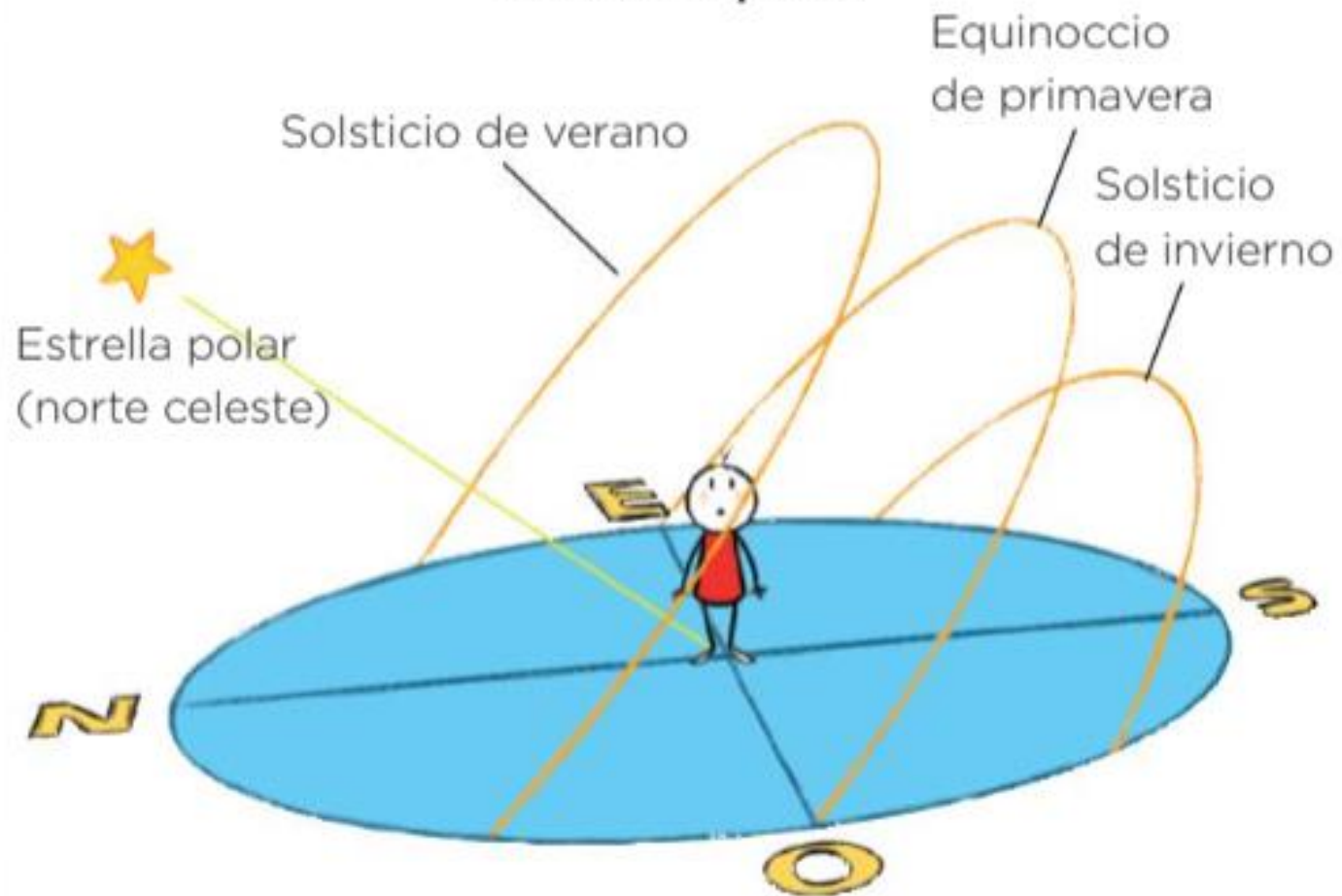


- **El movimiento aparente del Sol y otros cuerpos celestes que observamos desde la Tierra,** que parecen desplazarse en nuestro cielo de este a oeste. En realidad es nuestro planeta el que se desplaza en sentido contrario. En función del lugar en el que nos encontremos en el planeta, los movimientos aparentes varían a lo largo del año. Por eso, la posición en la que vemos el Sol en el cielo en invierno no es la misma que en verano.

Trayectoria del Sol en el ecuador



Trayectoria del Sol en una latitud similar a la de España



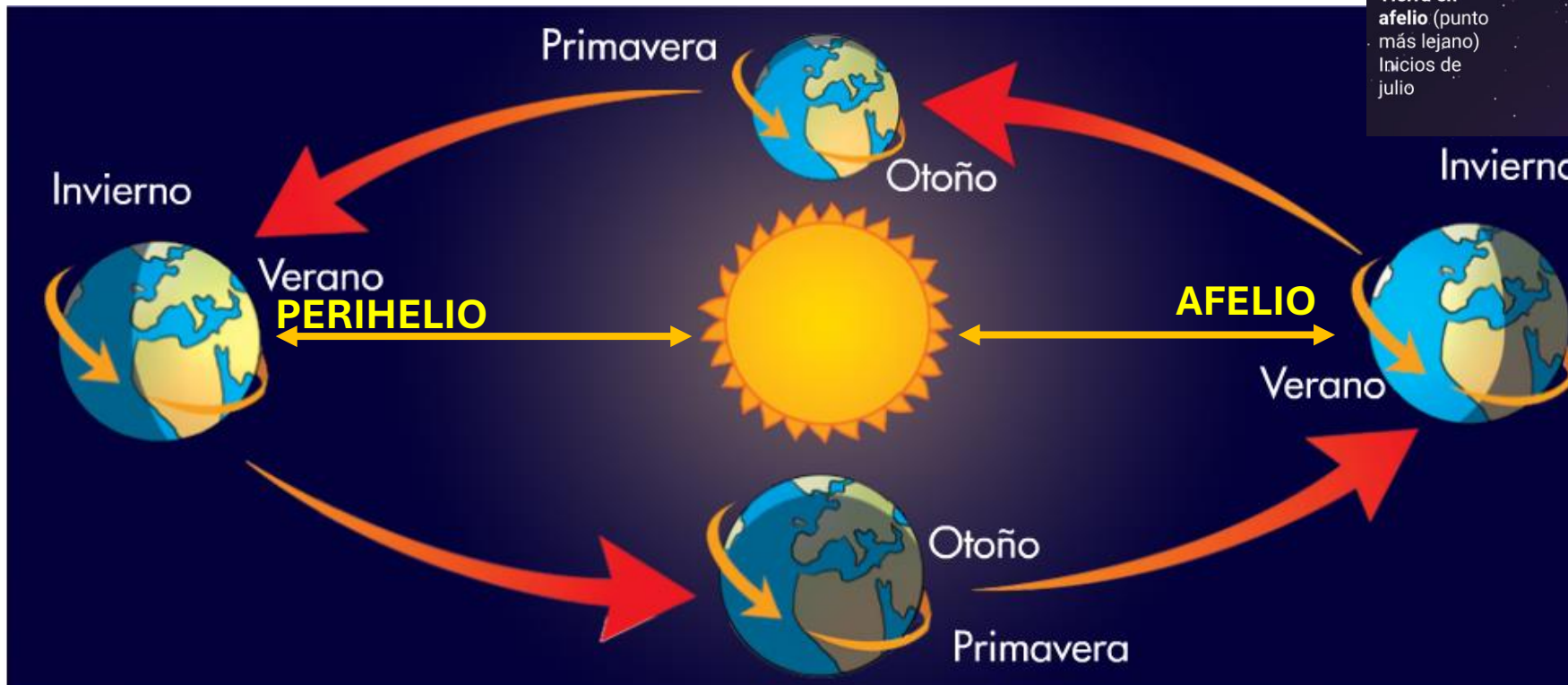
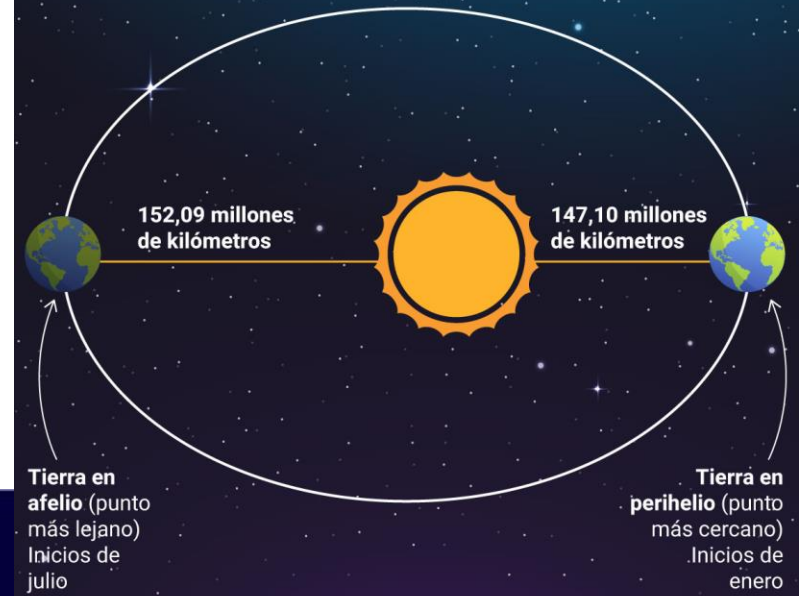
5.2 La traslación

La **traslación** es el movimiento que realiza la Tierra alrededor del Sol, que tiene un período aproximado de 365 días, un año terrestre. Durante la traslación, la distancia al Sol varía, ya que la órbita terrestre no es circular sino ligeramente elíptica. Se denomina **afelio** al punto de la órbita terrestre en el que la distancia entre la Tierra y el Sol es máxima, y **perihelio**, a aquel en el que la distancia es mínima.

Perihelio y afelio

PRIMICIAS

Los cuerpos celestes tienen órbitas elípticas, por lo tanto, la distancia entre la Tierra y el Sol no siempre es la misma

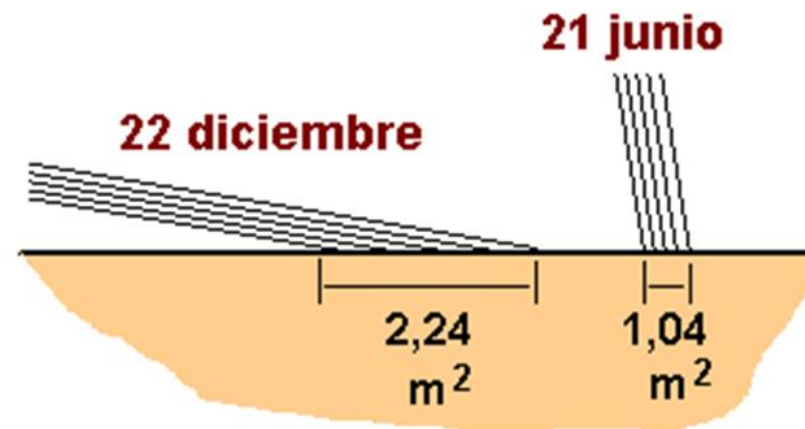


Las consecuencias de la traslación

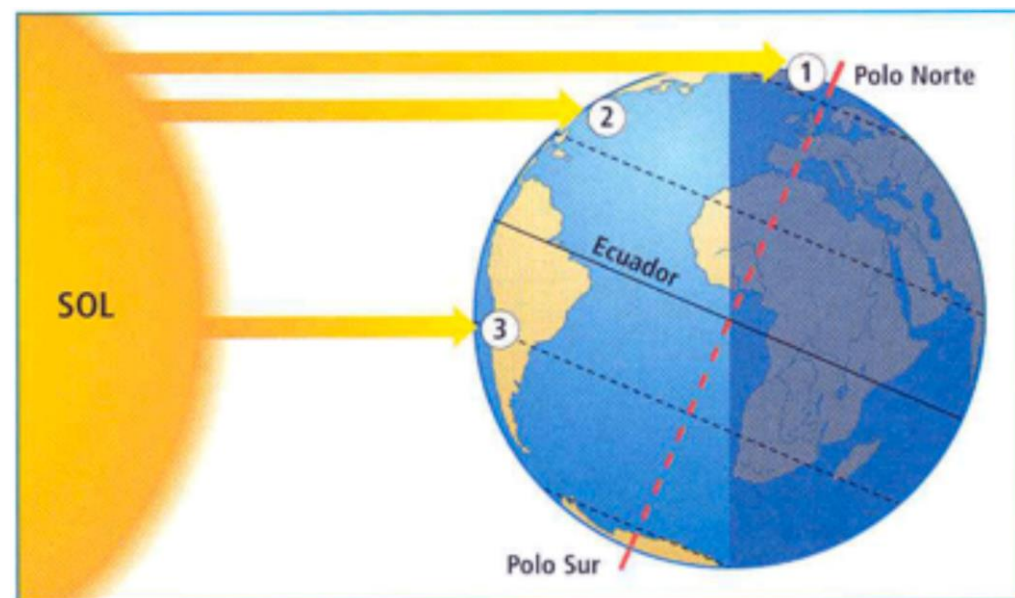
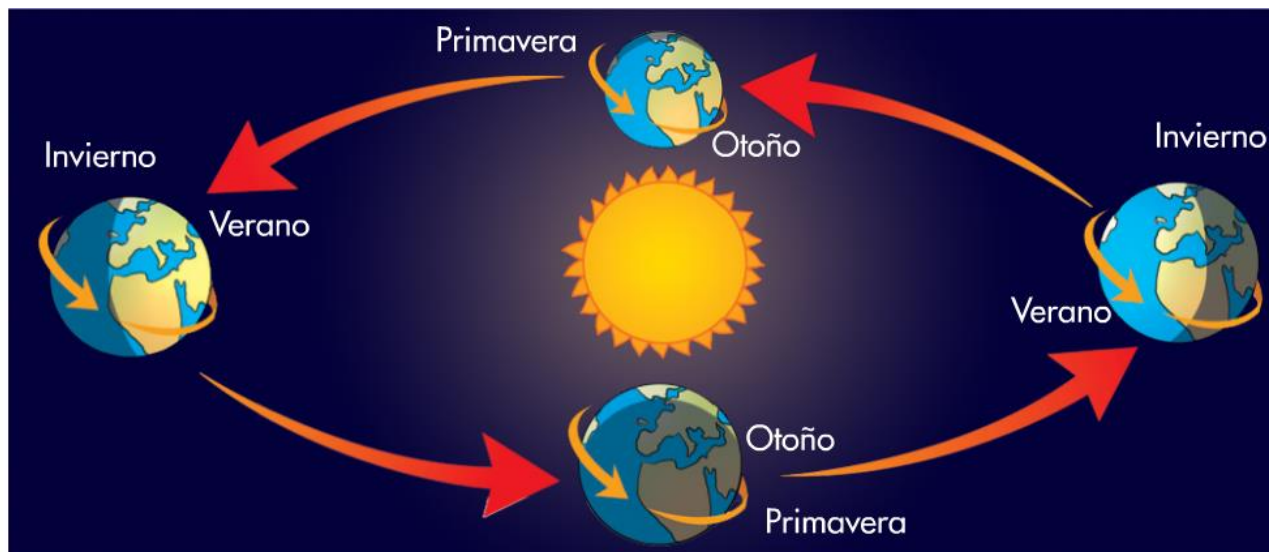
El movimiento de traslación, combinado con la inclinación del eje de rotación terrestre, tiene como consecuencias:

- **La sucesión de las estaciones.** Al ser la Tierra una esfera, la radiación solar incide de forma diferente a lo largo de la superficie terrestre, perpendicular en el ecuador y con una inclinación cada vez mayor, a medida que nos aproximamos a los polos. Debido a la inclinación del eje de rotación terrestre y al movimiento de traslación, la cantidad de radiación solar que incide en cada uno de los dos hemisferios varía a lo largo del año.

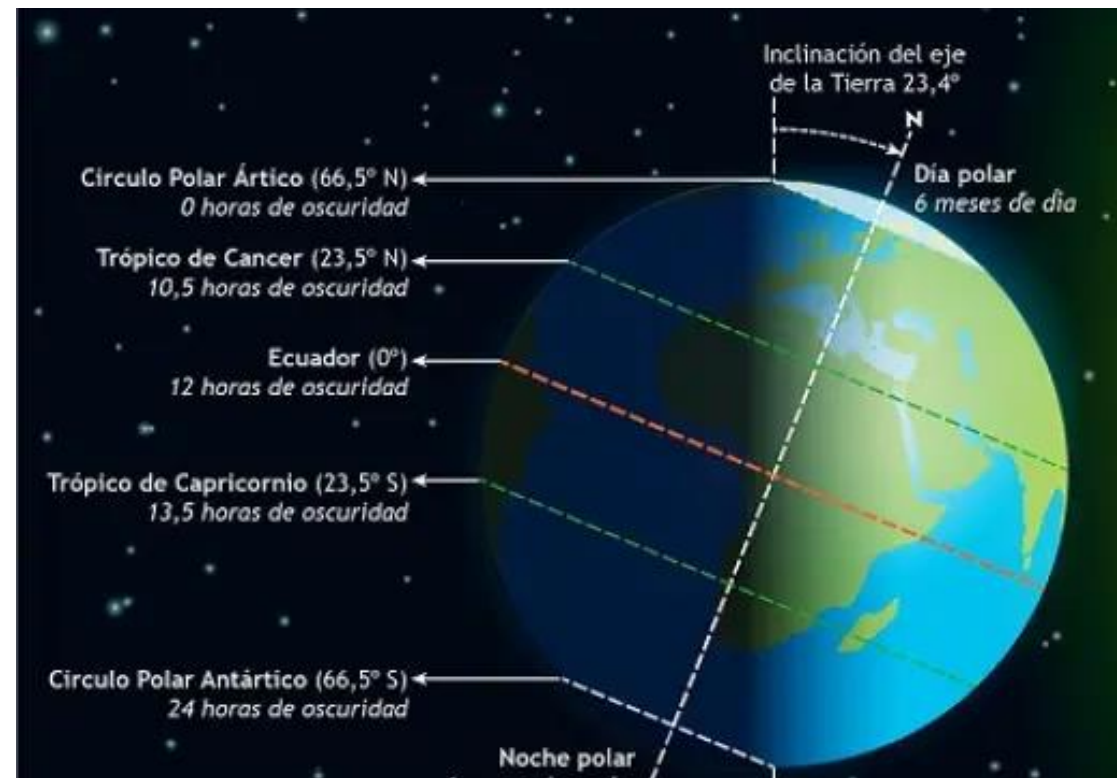
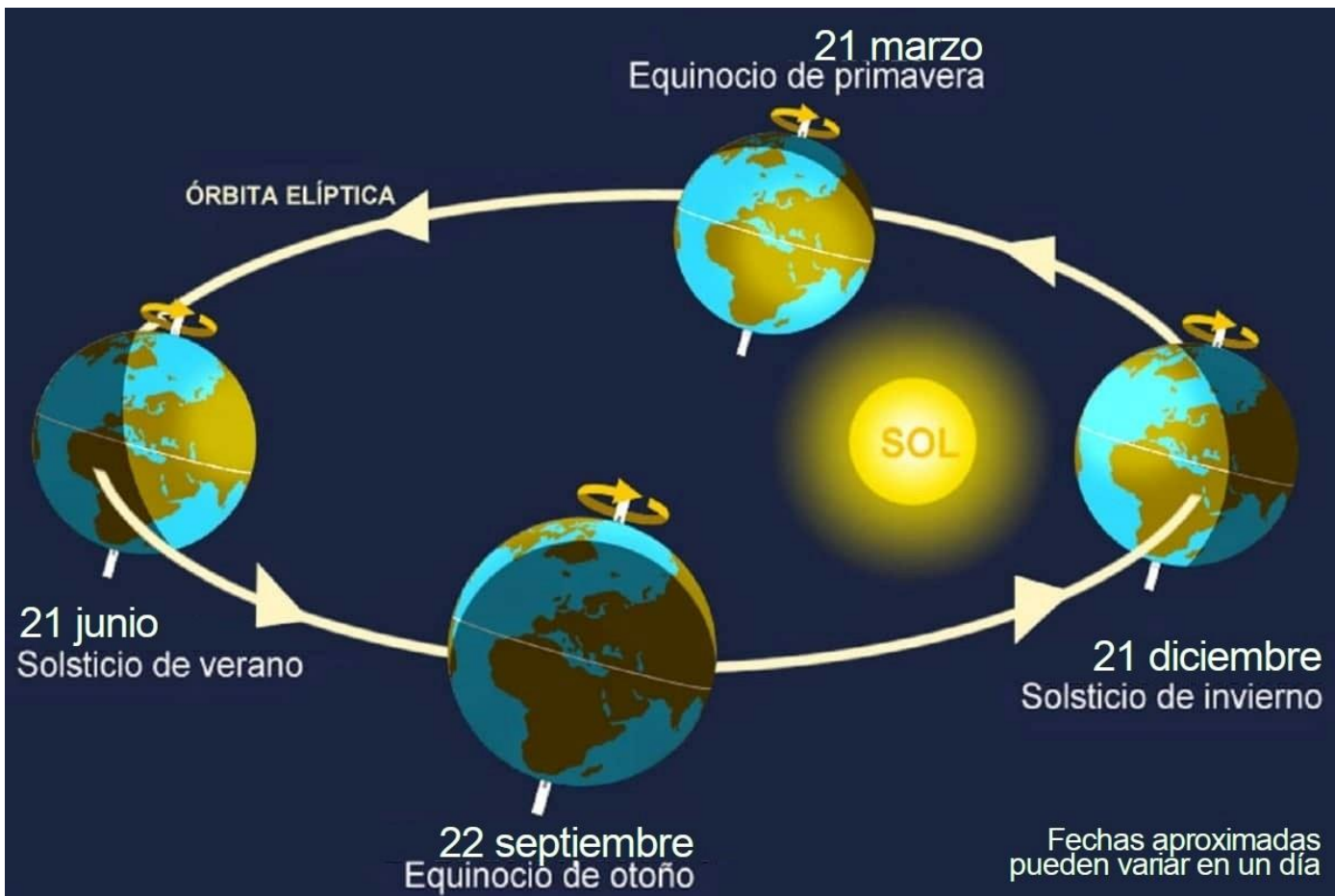
Aquel hemisferio que recibe mayor cantidad de radiación solar se encuentra en verano, mientras que el que menos recibe se encuentra en invierno. Durante la primavera y el otoño ambos hemisferios reciben una cantidad similar de radiación. Además, la variación en la radiación solar depende de la latitud, siendo máxima en los polos y nula en el ecuador.



Estaciones en los hemisferios norte y sur



- **La duración del día.** La variación en la radiación solar que se produce a lo largo del año determina también una variación en la duración del día y la noche. A lo largo del año se producen dos solsticios, en los que la diferencia entre el día y la noche es máxima, y dos equinoccios, en los que el día y la noche duran lo mismo: 12 horas.



<https://youtu.be/Kbrq-ZGipJQ>

6

Los eclipses y las mareas

La presencia de la Luna en torno a nuestro planeta tiene dos importantes consecuencias: los eclipses y las mareas.

6.1 Los eclipses

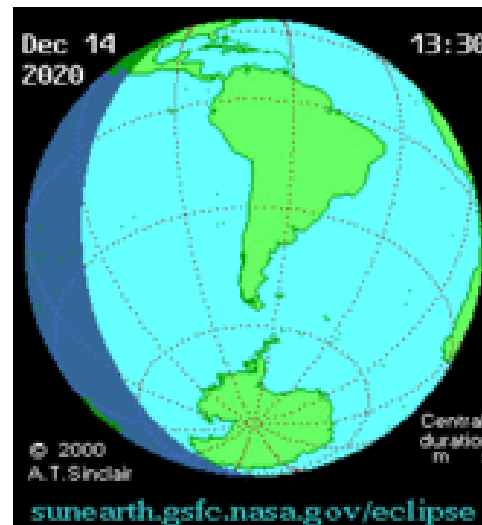
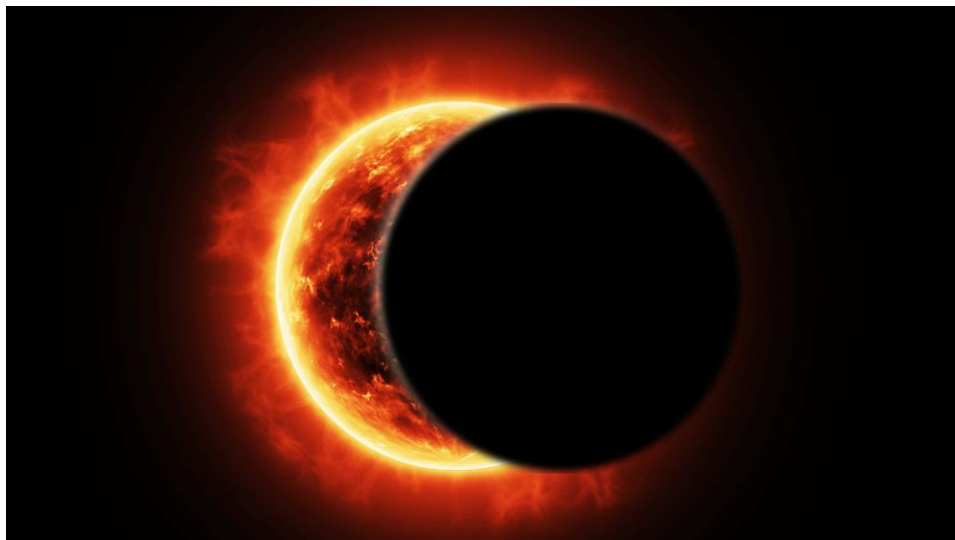
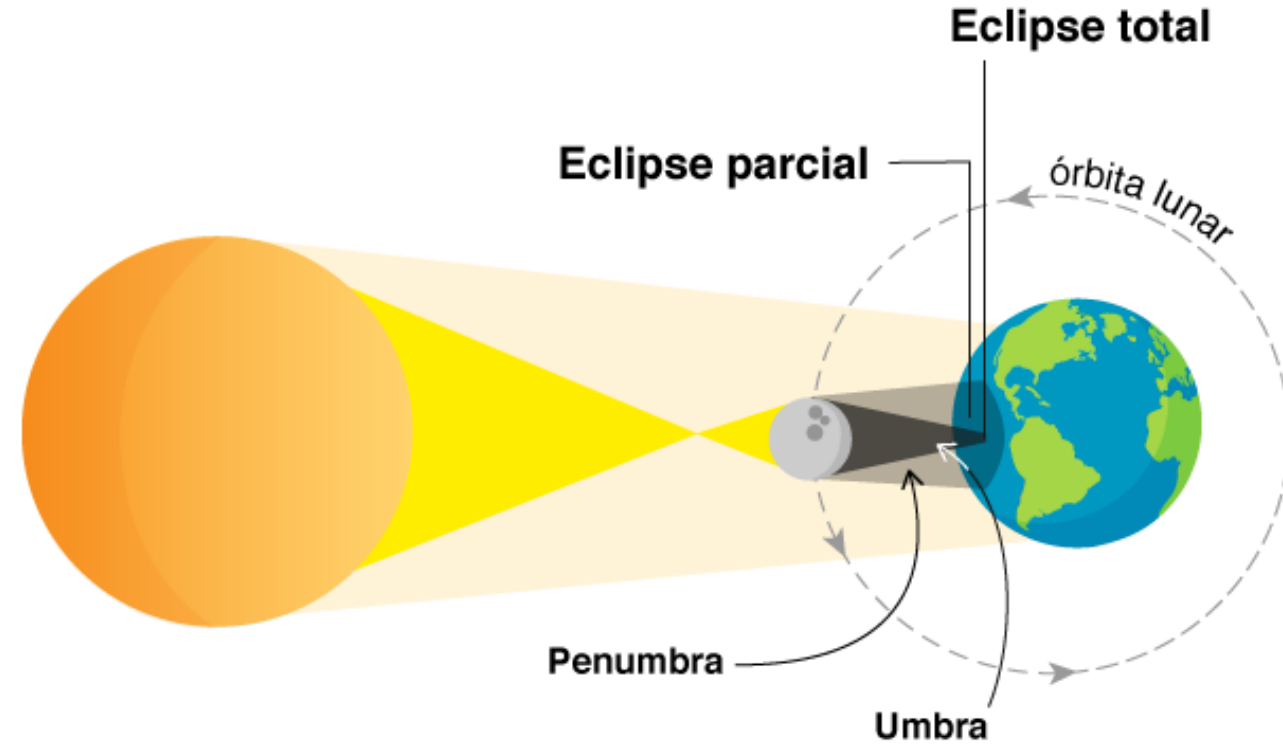
Un **eclipse** es la ocultación de un cuerpo celeste, cuando otro cuerpo se interpone, impidiendo su visión. Los eclipses pueden ser totales o parciales.

Eclipses de Sol

Un eclipse de Sol se produce cuando la Luna se interpone entre la Tierra y el Sol. La Luna proyecta una sombra sobre la Tierra.

Como el tamaño de la Luna es menor que el de la Tierra, la sombra no oscurece toda la superficie terrestre, sino solo una pequeña zona en la que será visible el eclipse. En esa zona, vemos cómo el disco oscuro de la Luna tapa el disco solar total o parcialmente. En el resto de la superficie terrestre, el eclipse no se percibe.

Esta sombra circular producida por la Luna durante el eclipse, de aproximadamente 200 km de radio, se va desplazando a medida que la Tierra gira.

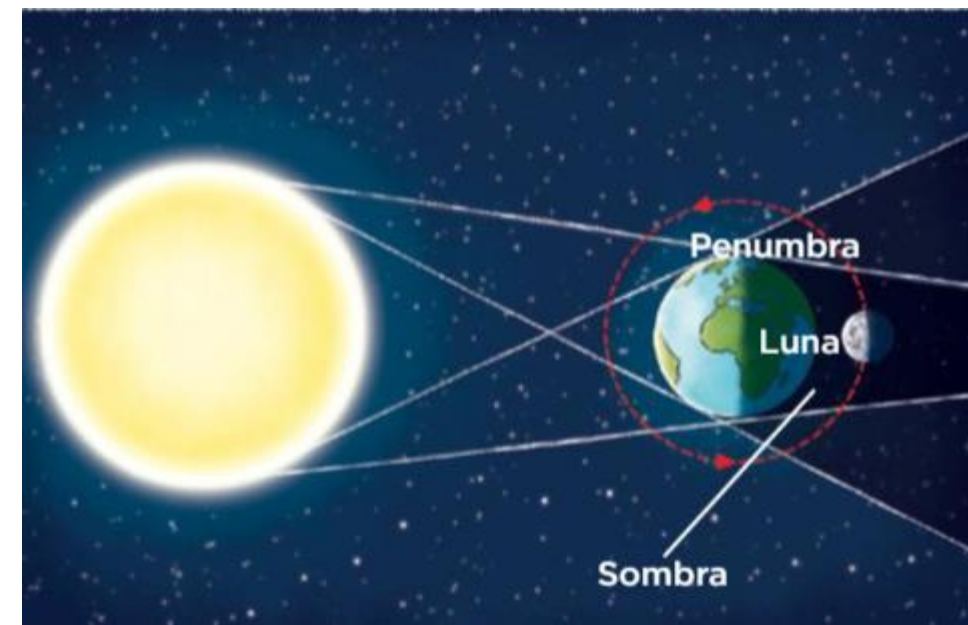
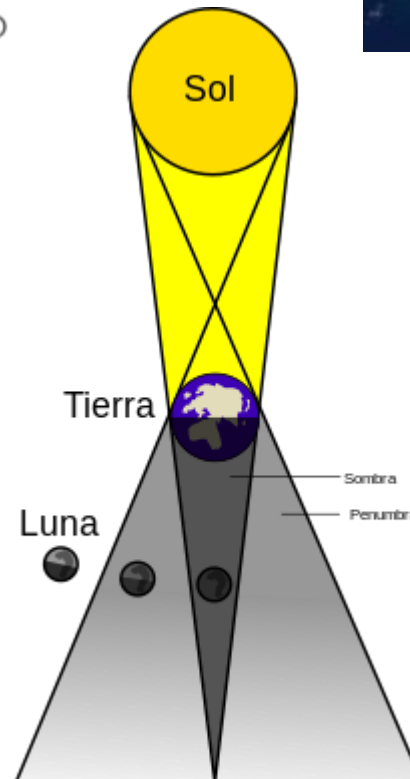


Eclipses de Luna

Un eclipse de Luna se produce cuando la Tierra se interpone entre el Sol y la Luna, y evita que el satélite refleje la luz solar.

Desde la Tierra, vemos que la Luna va quedando cubierta por una sombra (la de la Tierra), y comienza a verse rojiza.

Los eclipses de Luna se ven desde todas las zonas de la Tierra orientadas hacia nuestro satélite en el momento del eclipse.

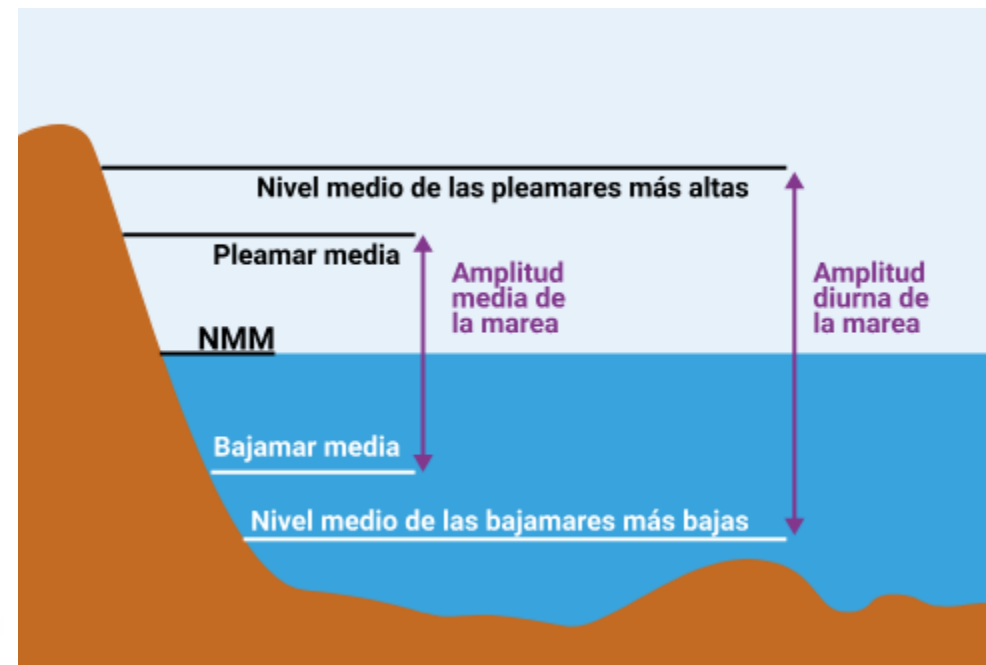


6.2 Las mareas

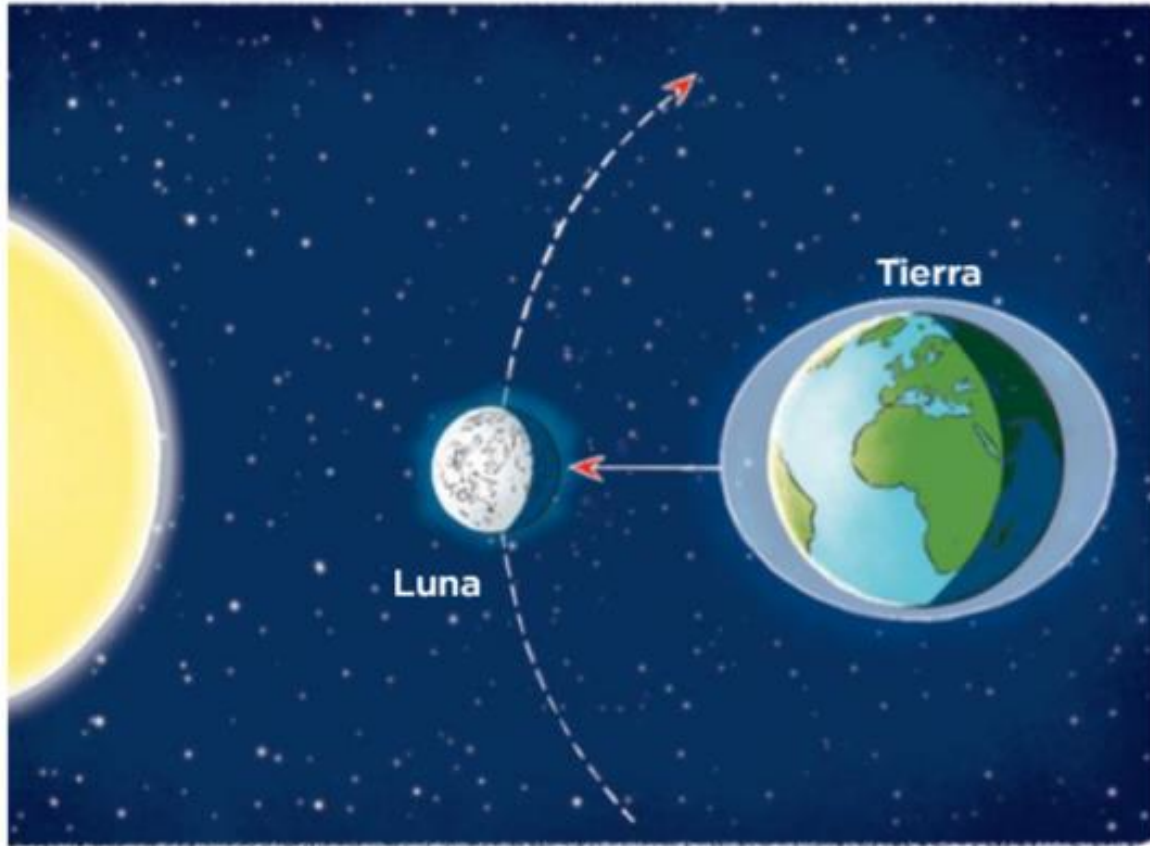
De la misma forma en que la Tierra atrae a la Luna por la gravedad, manteniéndola en su órbita, la Luna ejerce una fuerte atracción gravitatoria sobre las masas de agua de la Tierra, deformándolas y haciendo que su nivel varíe. Esto da lugar al fenómeno de las **mareas**.

Las **mareas** son ascensos y descensos periódicos del nivel del mar debidos a la acción gravitatoria que la Luna y, en menor medida, el Sol ejercen sobre las aguas de la Tierra.

El Sol ejerce también una atracción, que influye aumentando o disminuyendo las mareas provocadas por la Luna. Según esto, hay mareas vivas y muertas.

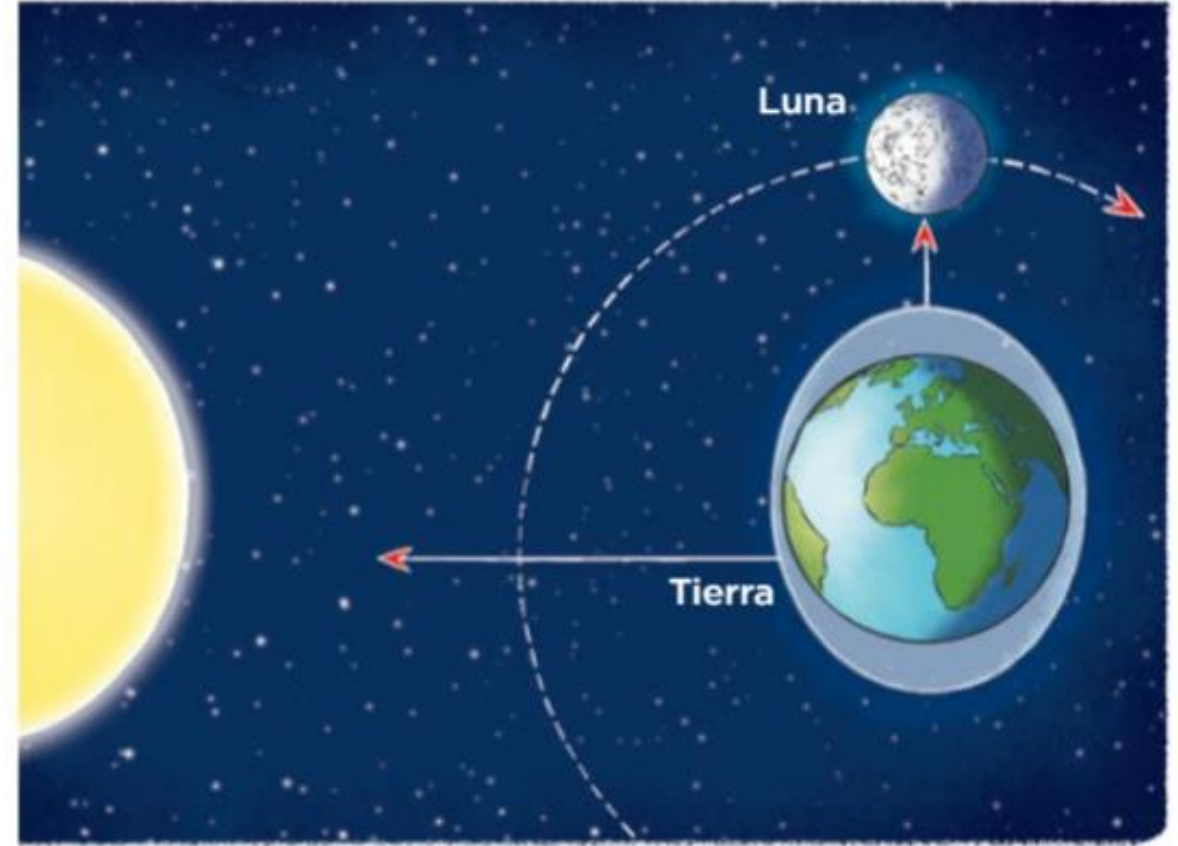


Mareas vivas

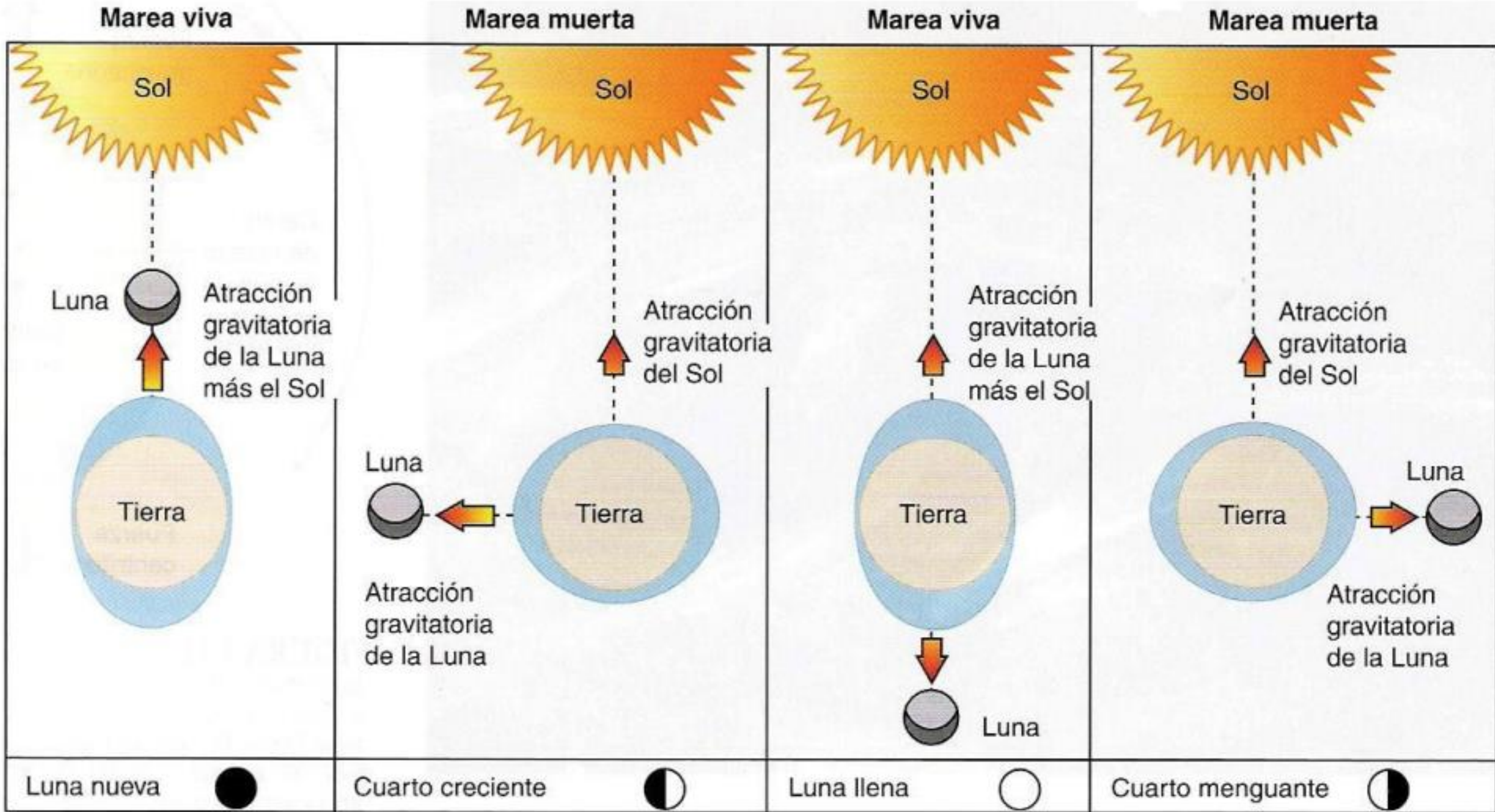


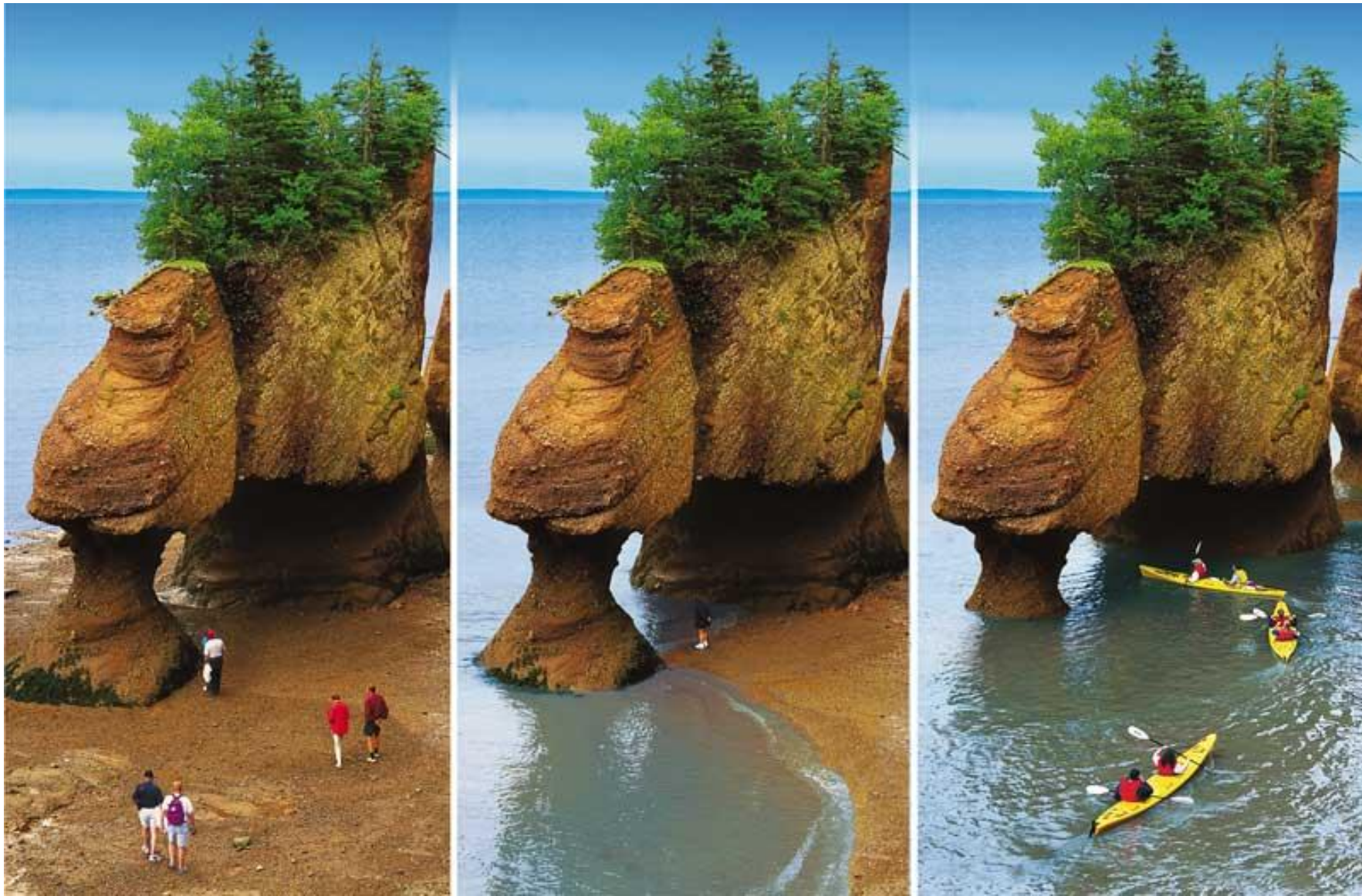
Son mareas con variaciones del nivel del mar más intensas. Se producen cuando el Sol, la Luna y la Tierra se encuentran alineados y las fuerzas de atracción del Sol y la Luna se suman, produciendo grandes variaciones del nivel del mar.

Mareas muertas



Son mareas con variaciones del nivel del mar poco intensas. Se producen cuando las posiciones de la Tierra, el Sol y la Luna forman un ángulo de 90° . En esa posición, la gravedad del Sol debilita el efecto de la gravedad de la Luna.

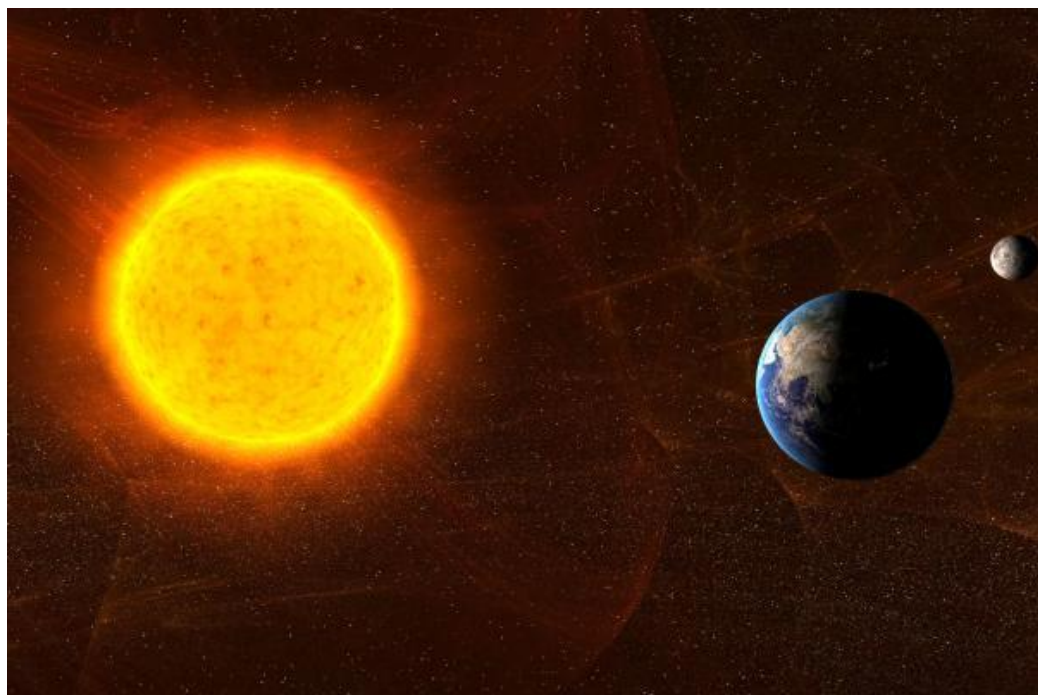




La marea más alta del mundo se da en la bahía de Fundy (Canadá). Entre bajamar y pleamar hay hasta 21m de diferencia.

7

La vida en el universo: la astrobiología

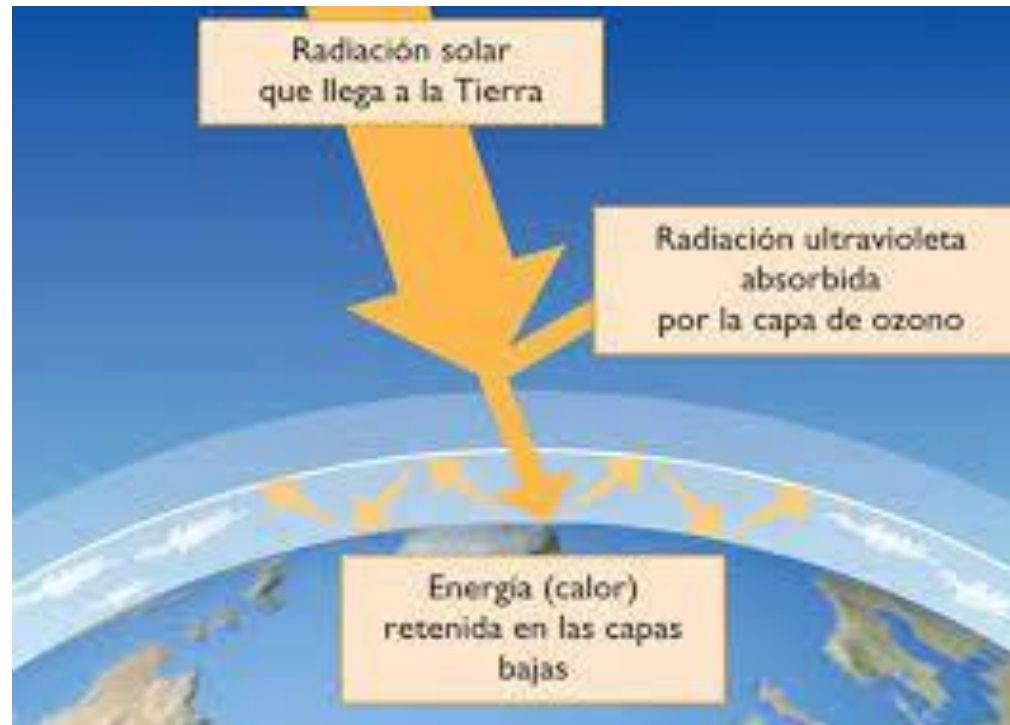


7.1 La vida en el planeta Tierra

Hasta ahora el planeta Tierra es el único que conocemos en el que hay vida. Esto se debe a que el planeta cumple con un conjunto de condiciones que se cree que son imprescindibles para la existencia de vida:

- **La distancia entre la Tierra y el Sol:** esta es la característica más importante, ya que condiciona todas las demás. La radiación solar, responsable de la luz y el calor que llega a nuestro planeta, sería demasiado elevada si el planeta se encontrase más cerca o demasiado escasa si la distancia fuera mayor.

- **La presencia de atmósfera:** que nos protege frente a radiaciones provenientes del espacio profundo y a algunas de las más dañinas procedentes del Sol. Además, ayuda a mantener el planeta con una temperatura moderada gracias al efecto invernadero. Por último, dos de los principales gases que la componen son el oxígeno y el dióxido de carbono necesarios para la respiración y la fotosíntesis.



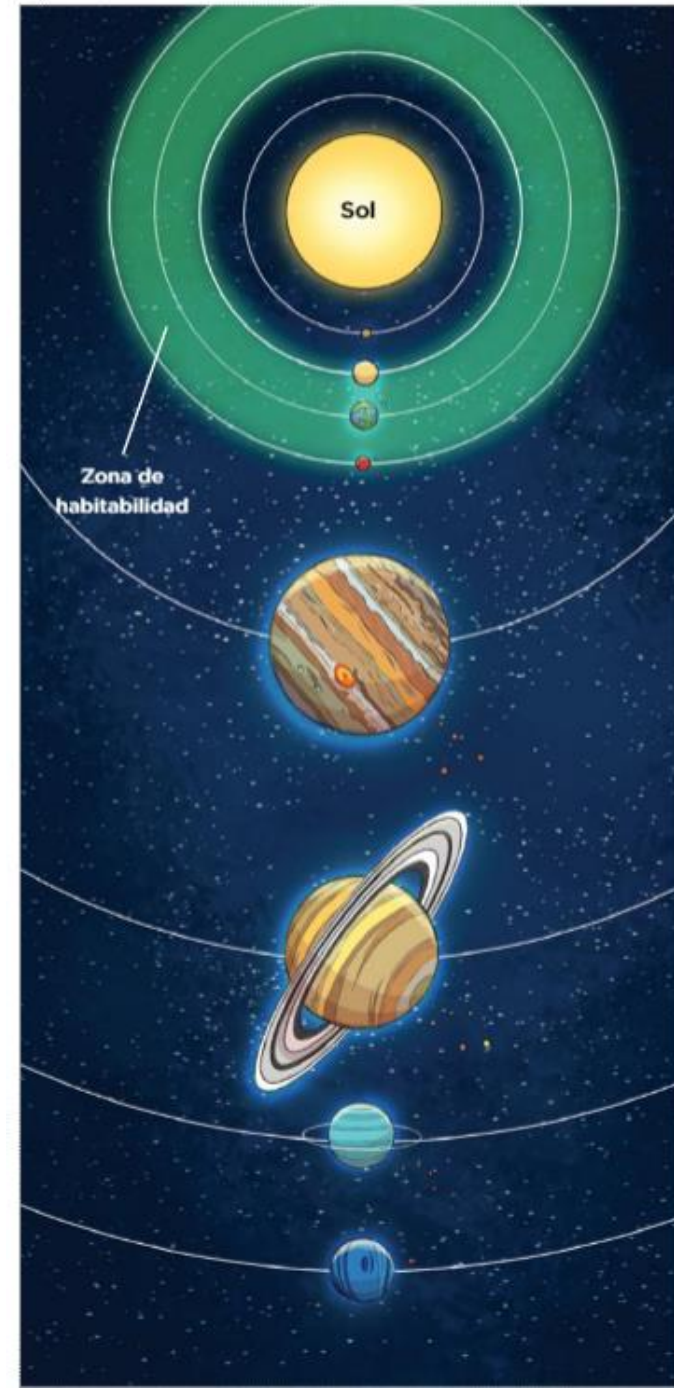
- **La fuerza de la gravedad:** la interacción de la gravedad del Sol y la gravedad de la Tierra permite el mantenimiento de la atmósfera, la existencia de estaciones y la sucesión del día y la noche. Todo esto contribuye a suavizar el clima terrestre.
- **La temperatura media de la Tierra** es de unos 15 °C; depende de los factores que hemos estudiado en los puntos anteriores y permite la existencia de agua en estado líquido que es el principal componente de los seres vivos y, en muchos casos, es el medio en el que habitan.

7.2 La zona de habitabilidad

La zona de habitabilidad es una región alrededor de una estrella donde podría encontrarse agua en estado líquido en un planeta rocoso cuya órbita se mantuviese en esa zona.

Esta región del espacio varía en función de la cantidad de energía que emite la estrella y puede variar a lo largo de su vida. La zona de habitabilidad es más amplia e inestable cuanto mayor es el tamaño y la radiación que emite la estrella.

Estar en esta zona del espacio alrededor de una estrella es una condición fundamental para la existencia de vida tal y como la conocemos, pero, como ya hemos visto, no es la única. En el sistema solar, Venus, la Tierra y Marte están en la zona de habitabilidad; sin embargo, solo en la Tierra hay seres vivos.



7.3 La astrobiología

La astrobiología es una ciencia multidisciplinar que estudia el origen, evolución y distribución de la vida en el universo. La búsqueda de vida en el universo se basa en las características de la vida en la Tierra, ya que es el único lugar del universo en el que sabemos que hay seres vivos.

Esta ciencia se centra en buscar lo que se conocen como biotrazadores que son los rastros reconocibles de la existencia de vida en un planeta. Buscar estos biotrazadores requiere analizar cuáles son los límites de la vida en la Tierra, es decir, cuáles son las circunstancias extremas en las que no se desarrollan los seres vivos en nuestro planeta. Estos estudios han revelado la existencia de bacterias como el *Deinococcus radiodurans*, que es resistente a la radiación; el *Pyrococcus furiosus*, que crece a 100 °C, o *Shewanella benthica*, que vive en la fosa de las Marianas a una presión más de 1000 veces superior a la del nivel del mar.

¿Cómo se busca vida?

En la actualidad, la búsqueda de vida en el espacio se realiza a partir de muchos enfoques diferentes:

- **Rastros químicos:** se buscan moléculas orgánicas o la presencia de precursores de estas como agua, amoníaco o dióxido de carbono en proporciones similares a las que se cree que pudieron originar las primeras moléculas de este tipo en nuestro planeta. Estos análisis químicos son especialmente importantes a la hora de determinar la composición química de la atmósfera de los planetas que se descubren.
- **Búsqueda de agua:** que es el componente fundamental de la vida tal y como la conocemos. Esta búsqueda se hace para encontrar agua no solo en estado líquido, sino también en estado sólido y gaseoso, ya que esto puede aportar información sobre la posibilidad de que haya existido vida en un planeta en el pasado o que pueda existir en el futuro.

- **Señales electromagnéticas:** bajo las siglas en inglés SETI (*Search for Extraterrestrial Intelligence*) se agrupan numerosos proyectos de investigación que buscan rastros de radiaciones o comunicaciones que pudieran llegar a la Tierra procedentes de cualquier punto del espacio. Uno de los proyectos más ambiciosos de la actualidad es el que lleva a cabo el *Allen Telescope Array* de la universidad de Berkeley en California en el que se pretenden catalogar más de 25 000 señales de radio para determinar su origen.

