

Sistema Solar y el movimiento de los planetas.

Historia de la concepción del sistema solar.

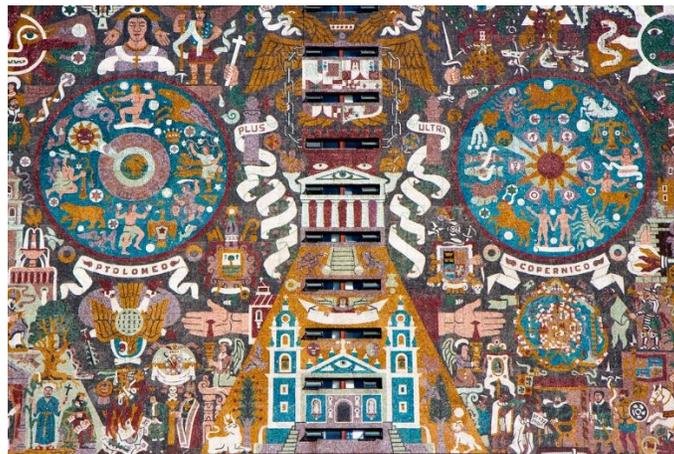
Desde nuestra perspectiva como humanos, es difícil pensar en primera instancia que la Tierra es una esfera gigantesca que se mueve en el espacio, por lo que, a lo largo de la historia, la gente ha tenido diferentes ideas sobre cómo es la Tierra y cómo se mueve. Afortunadamente, ahora sabemos mucho más gracias a las teorías respaldadas por la ciencia y aceptadas por la comunidad científica en todo el mundo. Pero llegar a este entendimiento tomó mucho tiempo, y antes había varias ideas, algunas más aceptadas que otras. Aquí les contamos algunas ideas importantes que han ayudado a entender mejor la estructura del sistema solar y del universo que nos rodea en general:

Tales de Mileto – Siglo VII a.C	Concibió la redondez de la Tierra. Pensaba que la Tierra era una esfera cubierta por una superficie redonda que giraba alrededor de ésta (así explicaba la noche) y que tenía algunos agujeros por los cuales se observaba, aún en la oscuridad nocturna, un poco de la luz exterior a la tierra, a la que él llamo "fuego eterno"
Discípulos de Pitágoras – Siglo V a.C	Sostuvieron que el planeta era esférico y que se movía en el espacio.
Platón – 427 a.C. al 347 a.C.	Dedujo que la Tierra era redonda basándose en la sombra de ésta sobre la Luna durante un eclipse Lunar. Concibió a la Tierra inmóvil y como centro del Universo.
Aristóteles – 384 a.C. al 322 a.C.	Sostenía que la Tierra estaba inmóvil y era el centro del Universo
Aristarco de Samos – 310 a.C. al 230 a.C	Sostenía que la Tierra giraba, que se movía y no era el centro del Universo, proponiendo así el primer modelo heliocéntrico. Determinó la distancia Tierra-Luna y la distancia Tierra-Sol.
Claudio Ptolomeo – (100 – 140)	Escribe el tratado astronómico “Almagesto” en el que se formula matemáticamente la teoría geocéntrica (la Tierra como centro del Universo) basada en observaciones
Nicolás Copérnico – (1477 – 1543)	Postula la teoría heliocéntrica (el Sol como centro del Universo, con los planetas girando en círculos)
Giordano Bruno – (1548 – 1600)	Postula una teoría en la que el Sol era simplemente una estrella más, y donde todas las estrellas eran soles, cada uno con sus propios planetas. Bruno veía a los sistemas de estrella/planetas como las unidades fundamentales del universo (no llegó al concepto de galaxia) separadas por vastas regiones llenas de éter.
Tycho Brahe – (1546-1601)	Es el último observador “a la antigua”, realiza innumerables observaciones de los astros de manera sistemática. Postula una teoría intermedia entre la de Ptolomeo y la de Copérnico.

Johannes Kepler – (1571-1630)	Era discípulo de Tycho. Luego de la muerte de éste tiene acceso a todos los datos recopilados por Tycho, con los que, en 1609, logra determinar que los planetas giran alrededor del sol en órbitas elípticas. Es considerado el 1er astrónomo de la historia ya que postula resultados basados en la observación, que inclusive van en contra de sus creencias/intuiciones.
Galileo Galilei – (1564-1642)	En 1609 construye el primer telescopio con fines astronómicos, con el observa cuatro Lunas de Júpiter y las fases de Venus, con lo que corrobora la teoría heliocéntrica.
William Herschel - (1738-1822)	Observa otras galaxias, a las que denomina “Universos-Islands”. En 1790, postula que el Sol es el centro de nuestra galaxia, pero no el centro del Universo.
Harlow Shapley – (1885-1972)	A través del estudio del movimiento de estrellas de nuestra galaxia, en 1920 determina que el Sol no es el centro de la galaxia.

En resumen: A lo largo de la historia, las concepciones sobre la forma y movimiento de la Tierra han evolucionado. Ptolomeo creía que la Tierra era el centro del universo, pero estas ideas fueron desafiadas por Copérnico, cuya teoría heliocéntrica marcó un cambio significativo. Giordano Bruno amplió la perspectiva al ver al Sol como una estrella más en un universo lleno de sistemas solares. Luego, observadores como Tycho Brahe y Johannes Kepler aportaron datos y evidencias, mientras que Galileo Galilei respaldó la teoría heliocéntrica con observaciones telescópicas. Más adelante, William Herschel exploró otras galaxias, y Harlow Shapley demostró que el Sol no está en el centro de la Vía Láctea. Estos avances científicos demuestran la evolución del pensamiento astronómico a lo largo de los siglos.

Y ustedes: ¿cómo creen que es el universo? ¿Nos hará falta más aspectos por descubrir respecto a su estructura?



Esta es una foto de la fachada de la Biblioteca Central de la UNAM en México, a la izquierda se muestra la versión de Ptolomeo (con la Tierra en el centro) a la derecha se muestra la versión de Copérnico (con el Sol en el centro). Autor: Garrett Ziegler

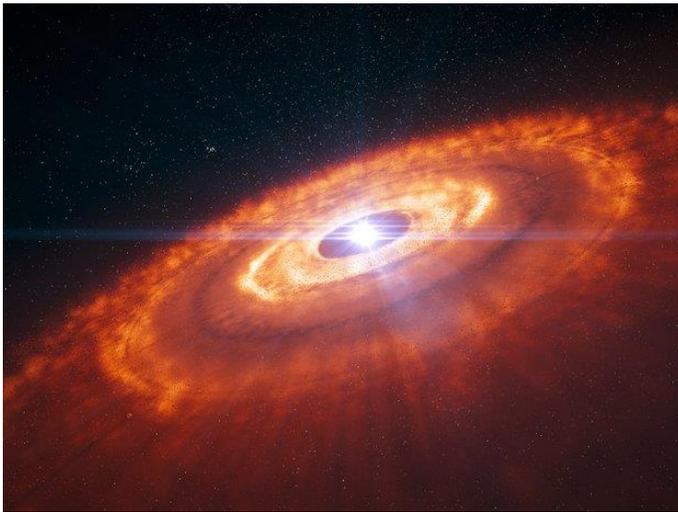
¿Cómo se formó el sistema solar?

Hace unos 4 600 millones de años, nuestro sistema solar comenzó a formarse. Todo comenzó con una nube de gas y polvo que colapsó, desencadenado por la explosión de una supernova cercana. Esta explosión no solo contribuyó a la inestabilidad gravitatoria, sino que también añadió elementos pesados que eventualmente formarían parte de nuestro sistema solar.

Durante el colapso, se creó un disco y en su centro nació nuestra estrella, el Sol. La mayor parte del material se convirtió en el Sol, mientras que el remanente en el disco formó los planetas. Los planetas cercanos al Sol (Mercurio, Venus, Tierra y Marte) retuvieron elementos sólidos, mientras que los gigantes como Júpiter y Saturno mantuvieron gases. Urano y Neptuno contienen núcleos de hidrógeno en forma de hielo.

Después de la formación de los planetas, aparecieron sus satélites. Algunos se formaron junto con los planetas gigantes, mientras que otros fueron capturados por la gravedad. Los satélites de planetas más pequeños surgieron por colisiones o capturas de cuerpos más pequeños.

Y ¿cómo podemos saber la edad del sistema solar?, para calcular la antigüedad del sistema solar se utiliza el "fechado radiométrico". Este método analiza meteoritos en la Tierra, y los más antiguos tienen alrededor de 4,600 millones de años. Es como un reloj que nos ayuda a entender la increíble historia de nuestro sistema solar.



Esta es la impresión artística de una estrella joven rodeada por un disco protoplanetario en el que se están formando planetas. Se cree que de igual forma se originó el Sistema Solar. Fuente: ESO/L. Calçada

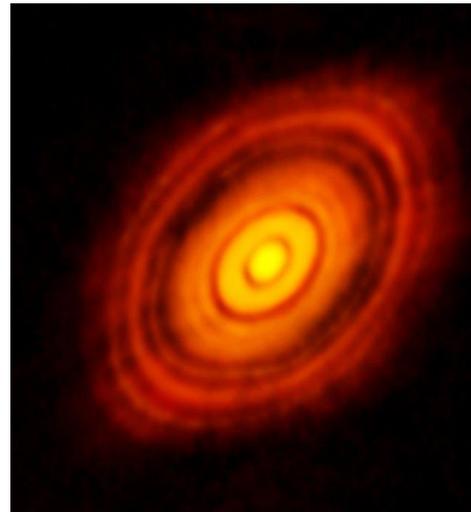


Imagen del radiotelescopio ALMA, muestra un disco protoplanetario alrededor de la estrella HL Tauri. Fuente: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

Movimiento de los objetos del Sistema Solar

Sabemos entonces que el sistema solar está conformado por ocho planetas que giran alrededor del Sol, en orden de cercanía: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Urano y Neptuno. Pero ¿cómo se mueven éstos entorno al Sol?

Johannes Kepler, usando datos detallados de Tycho Brahe y sin un telescopio, descubrió tres leyes entre 1609 y 1619 que explican cómo se mueven los planetas en el cielo:

Primera Ley de Kepler: Los planetas se desplazan alrededor del Sol en órbitas elípticas, y el Sol está en uno de los focos.

Y ¿Qué es una elipse y qué es el foco de una elipse?

La figura 3 muestra la forma de una elipse, los focos de la elipse son dos puntos a la misma distancia del centro (en la figura se muestran como F_1 y F_2). La suma de las distancias desde cualquier punto P de la elipse a los dos focos es constante. O sea, la suma de d_1 (línea azul) y d_2 (línea naranja) es constante para cualquier punto sobre la elipse.

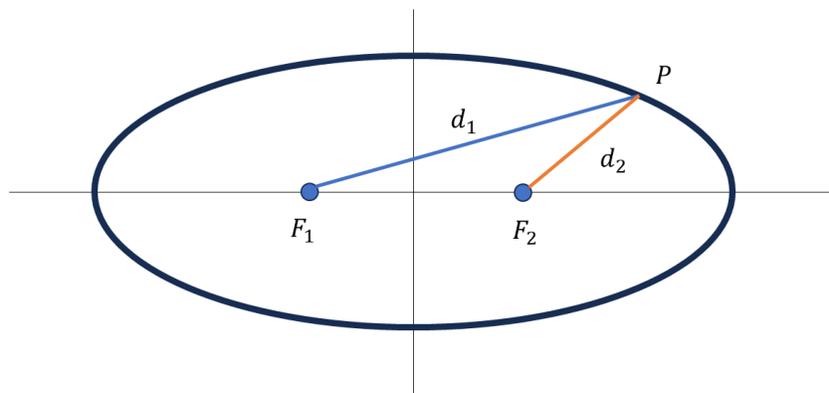


Figura 3. Dibujo de una elipse, F_1 y F_2 muestran la posición de los focos.

Debido a esta ley, hay momentos en los que un planeta está más cerca del Sol (llamado Perihelio) y otros en los que está más lejos (llamado Afelio). Por ejemplo, la Tierra alcanza su Perihelio alrededor del 4 de enero y el Afelio alrededor del 4 de julio. Estos descubrimientos de Kepler nos ayudan a entender cómo se mueven los planetas en nuestro sistema solar.

Segunda Ley de Kepler: también conocida como ley de áreas, dice que la línea que une al Sol con cada planeta barre áreas iguales en tiempos iguales. O sea, en la Figura 4, el tiempo que tarda el planeta en barrer el área 1 (anaranjada) es igual al tiempo que tarda en barrer el área 2 (celeste).

Esto tiene como consecuencia que, cuando el planeta está más cerca del Sol (por ejemplo, recorriendo el área 1), se mueve más rápido que cuando está más lejos (recorriendo el área 2).

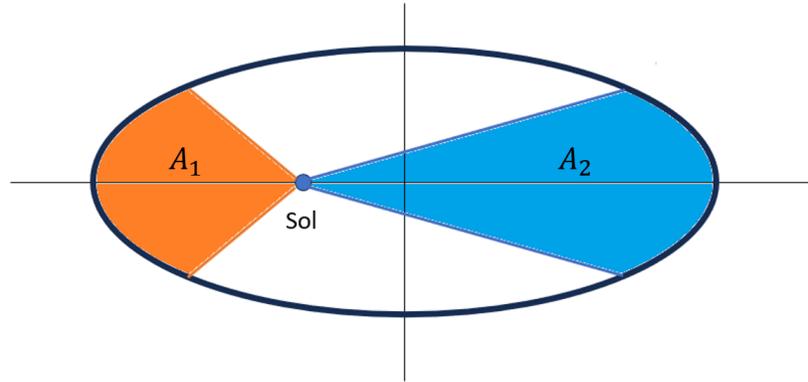


Figura 4: Ilustración de la Segunda Ley de Kepler. Los planetas recorren áreas iguales en tiempos iguales.

Tercera Ley de Kepler: a diferencia de las dos primeras leyes que hacen referencia a aspectos de la geometría, esta ley es una relación matemática entre el periodo de la órbita (el tiempo que tarda un planeta en dar una vuelta completa al Sol, denotado por la letra T) y la distancia del semieje mayor (en la figura 5 la flecha a es la distancia del semieje mayor mientras que b representa al semieje menor).

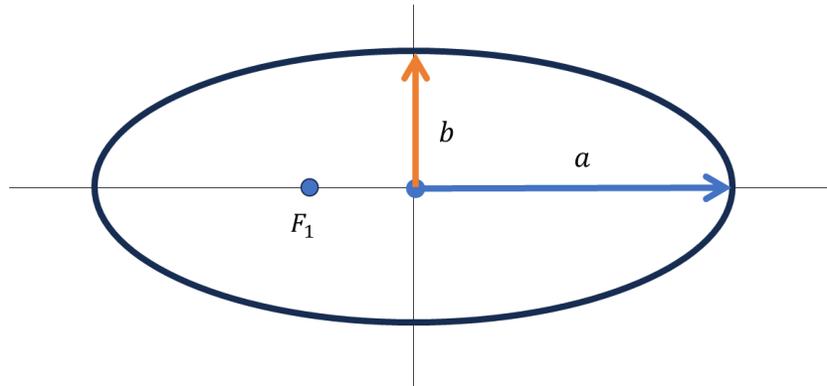


Figura 5. Las flechas a y b marcan el semieje mayor y menor de la elipse (respectivamente).

La relación que descubrió Kepler indica que la razón (división) entre el periodo T al cuadrado y el cubo del semieje mayor a , es un valor constante. Escrito en forma de ecuación:

$$\frac{T^2}{a^3} = \text{constante}$$

Mediante otras leyes físicas, descubiertas más adelante por Newton, es posible demostrar que el valor de esa constante está dado por:

$$\text{constante} = \frac{4\pi^2}{G M}$$

Donde G es la constante gravitacional que tiene un valor de $6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$ y M es la masa del Sol cuyo valor es de 1.9891×10^{30} kg, ambos valores en el expresados en el Sistema Internacional de medidas.

Nota: en realidad el valor de la constante es un poco más complejo y depende también de la masa del planeta, sin embargo, puesto que la masa del Sol es mucho más grande que la de los planetas, se suele usar la versión simplificada. La versión más completa de esta ley de estudiará en un capítulo siguiente.

Cabe destacar que Kepler describió sus leyes para explicar el movimiento de los planetas del Sistema Solar, sin embargo, estas mismas reglas son válidas para otros sistemas, por ejemplo, para otras estrellas y sus planetas.

Ejercicios:

1. ¿Cuánto vale la constante de la Ley de Kepler para nuestro sistema solar (utilizando las unidades del Sistema Internacional de medidas)?
2. Si sabemos que la tierra dura un año en dar una vuelta al Sol, ¿cuántos segundos tiene el periodo de la Tierra?
3. Utilizando el valor anterior ¿Cuántos metros mide el semieje mayor de la órbita terrestre?

Características de los objetos del Sistema Solar

Actualmente sabemos que el sistema solar está compuesto por 8 planetas que orbitan alrededor del Sol, los planetas Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno fueron identificados desde la antigüedad pues es fácil verlos a simple vista en una noche despejada. Sus nombres actuales provienen de la mitología griega y romana. Se distinguían de los demás objetos del cielo porque tenían un movimiento diferente al de las estrellas, de hecho, la palabra planeta significa “estrella errante”. Junto a estos cinco planetas, el Sol y la Luna también parecen tener un movimiento propio, distinto al de las estrellas “fijas”, en realidad estas estrellas parecen fijas porque se encuentran muy lejos lo que hace que su movimiento no sea fácil de distinguir.

Durante la antigüedad la observación del cielo fue utilizada por muchas culturas para la elaboración de calendarios, de hecho, la semana tiene siete días en honor a los siete objetos con movimiento propio que se observaban desde la antigüedad. Aún hoy algunos de los días de la semana en español, inglés y otros idiomas, conservan los nombres que provienen de estos objetos celestes, es así como tenemos: lunes (Luna), martes (Marte), miércoles (Mercurio), jueves (Júpiter), viernes (Venus), Saturday (Saturno) o Sunday (Sol).

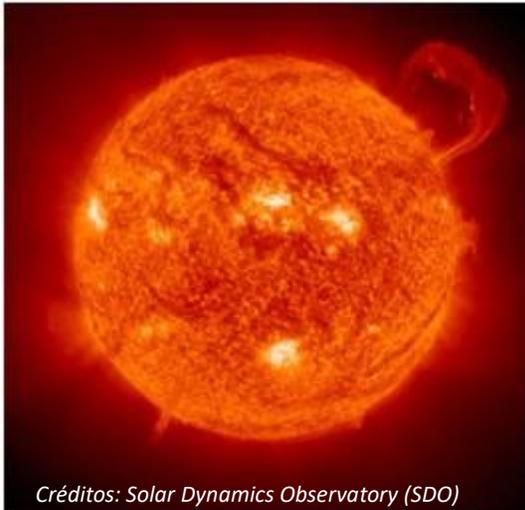
El sistema solar quedó configurado como lo conocemos en la actualidad cuando se descubrieron Urano y Neptuno, gracias a la creciente precisión de los telescopios y al desarrollo de la mecánica celeste. Urano fue identificado con un telescopio en 1781 por William Herschel y luego de muchas observaciones a este séptimo planeta, notaron que su órbita presentaba variaciones, las cuales fueron atribuidas a la presencia de otro planeta, es así como los astrónomos se lanzaron a la caza del octavo planeta, el cual fue encontrado en setiembre de 1846, en la posición que había ya predicho Urbain Le Verrier.

Los ocho planetas del sistema se pueden agrupar en dos grandes partes, el sistema solar interior, conformado por los planetas rocosos (Mercurio, Venus, Tierra y Marte) y el sistema solar exterior, conformado por los planetas gaseosos (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno). A parte de la conformación rocosa o gaseosa de los planetas, otra diferencia significativa entre ambos grupos son sus dimensiones y las distancias a las cuales se encuentran, siendo los planetas exteriores mucho más grandes que los interiores, además, éstos se encuentran mucho más lejos del Sol.

Para tener una idea de las dimensiones en el sistema solar, si consideramos que la Tierra es del tamaño de una bolincha de poco más de un centímetro, Júpiter sería del tamaño de una bola de 14 cm, mientras que el Sol sería del tamaño de una esfera de piedra precolombina de 1.4 m.

Siguiendo con las comparaciones, pero ahora respecto a la distancia, si el sistema solar tuviera las dimensiones de una cancha de fútbol (aproximadamente 120 metros de largo), colocando al Sol en el centro del campo y a Neptuno en el borde, Mercurio quedaría a tan solo 77 cm del Sol, la Tierra a 2.0 m y Marte a 3.0 m, por otro lado, Júpiter estaría a 10 m. O sea, todos los planetas interiores cabrían dentro del círculo central (9.15m) mientras que Júpiter y los demás planetas gaseosos ya estaría fuera de este, o sea, el sistema solar interior ocupa una región pequeña en comparación al sistema solar exterior.

Sol:



Créditos: Solar Dynamics Observatory (SDO)

El Sol es la estrella más cercana a la Tierra y tiene alrededor de 4,600 millones de años, ¡casi la mitad de su vida! No es ni la más grande ni la más pequeña, ni la más brillante ni la menos brillante, es como una estrella "normal". De acuerdo con la masa de una estrella se sabe cómo será su muerte. El Sol verá el fin de su vida convirtiéndose en una gigante roja, que finalmente libera su materia al medio interestelar como nebulosa planetaria y luego su núcleo se convierte en enana blanca

Al igual que otras estrellas, el Sol está hecho principalmente de hidrógeno y helio. Su temperatura en la superficie es de aproximadamente 5,600 grados Celsius. Es enorme,

¡110 veces más grande que la Tierra!, y está a 150 millones de kilómetros de distancia. La luz del Sol tarda 8 minutos en llegar hasta nosotros.

El Sol tiene un ciclo de actividad que dura unos 11 años, con máximos y mínimos de actividad. Durante este ciclo, aparecen manchas solares en su superficie, que son zonas más frías desde donde el Sol lanza partículas cargadas. Observar estas manchas nos ayuda a estudiar cómo gira el Sol.

En momentos de mucha actividad, el Sol puede lanzar llamaradas y eyecciones de masa coronal, y algunas de esas partículas llegan a la Tierra, causando las hermosas luces llamadas auroras polares. Aunque la gente tiende a pensar que son más comunes en el hemisferio Norte, en realidad son igualmente frecuentes en el hemisferio Sur. ¡En 1859, se vieron auroras incluso en lugares como Madrid, Roma, La Habana y Hawái!

Mercurio:

Es el planeta más cercano al Sol, las siglas de observaciones se sabe que la órbita de mercurio presenta pequeñas discrepancias con la teoría de la gravedad de Newton en lugar de dibujar una elipse perfecta como las que predicen las leyes de Kepler presenta ligeros avances en su perihelio, Durante un tiempo se especuló esto se debía a la presencia de otro planeta aún sin descubrir sin embargo estas irregularidades fueron uno de los primeros fenómenos explicados por la teoría de la relatividad en el siglo 20. Mercurio es el planeta más pequeño y menos masivo del sistema solar, comparado con la Tierra su radio es del 40% y su masa algo más del 5%. Al igual que la Tierra su estructura interior se puede dividir en 3 grandes partes, el núcleo que abarca un 70% el manto que abarca un 25% y la corteza que abarca el restante 5 %.

La mayor parte de la información recopilada sobre la superficie de Mercurio se debe a la nave Messenger, que orbitó el planeta entre el 2011 y 2015. Presenta gran cantidad de cráteres de impacto cuyos diámetros oscilan entre unos pocos metros y miles de kilómetros, es posible notar tantos cráteres de impacto debido a que apenas tiene una tenue atmósfera que no es capaz de frenar a los meteoritos, como sí ocurre en la Tierra.

Venus:

Venus es el segundo planeta más cercano al Sol, al igual que Mercurio, desde nuestro planeta se mete siempre en las proximidades del sol, ya que su órbita es más cercana a él. El ángulo sol Tierra Venus es como máximo $47,8^\circ$, por lo que normalmente solo es visible al atardecer y al amanecer. Sin embargo, al ser el planeta que más se acerca a la Tierra y con el mayor coeficiente de reflexión, es el tercer astro más brillante después del sol y la Luna. Ocasionalmente también se puede ver durante el día.

La Tierra y Venus tienen tamaño y masa muy similares, por lo que se presume que su estructura interna es similar. Sin embargo, no es sencillo conocer la estructura interna de Venus puesto que su densa atmósfera llena de nubes dificulta la visión y destruye rápidamente las sondas que se envían a su superficie. El radar es un sistema que se utiliza para lograr observar aún a través de las nubes, los radares emiten ondas electromagnéticas que rebotan en contra de las superficies y son detectadas de vuelta por el receptor. Esta tecnología ha sido utilizada para conocer la superficie de Venus.

Es el planeta del sistema solar interior con una atmósfera más densa su presión en la superficie es 90 veces mayor que la de la Tierra, esta atmósfera está formada básicamente por dióxido de carbono nitrógeno y ácido sulfúrico. Debido al efecto invernadero, la radiación que atraviesa las nubes se conserva en forma de calor, lo que convierte a Venus en el planeta más caliente del sistema solar.

Tierra

El radio de la Tierra es de 6400 km y es el único planeta cubierto en un 70% de su superficie por agua en estado líquido. Se presume que el agua de la Tierra provino principalmente del choque de asteroides llamados "condritas carbonáceas", su temperatura media es de 17°C y su atmósfera tiene 78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno, y 1% de otros gases.

A diferencia de los primeros planetas, la Tierra tiene un satélite, la Luna, de la cual hablaremos más adelante.

La Tierra tarda 365.25 días en completar su órbita, se define un día como el tiempo que transcurre entre dos pasos consecutivos del Sol por el punto más alto del cielo, esto son 24h. Además, la Tierra tarda 23h y 56 min (día sideral) en completar una rotación sobre su eje, el cual tiene una inclinación de 23° respecto del plano sobre el que se traslada hace que los rayos solares incidan sobre la superficie terrestre con distinto ángulo en distintas épocas del año dando lugar a las cuatro estaciones: primavera-verano-otoño-invierno. En latitudes tropicales, como en Costa Rica, estas variaciones son las responsables de la época seca y lluviosa.

Nota: el día solar (24h) es diferente al día sideral (23h y 56 min), el día sideral es realmente lo que tarda una rotación y es diferente al día solar en aproximadamente 4 min, esta diferencia se debe al movimiento de traslación de la Tierra.

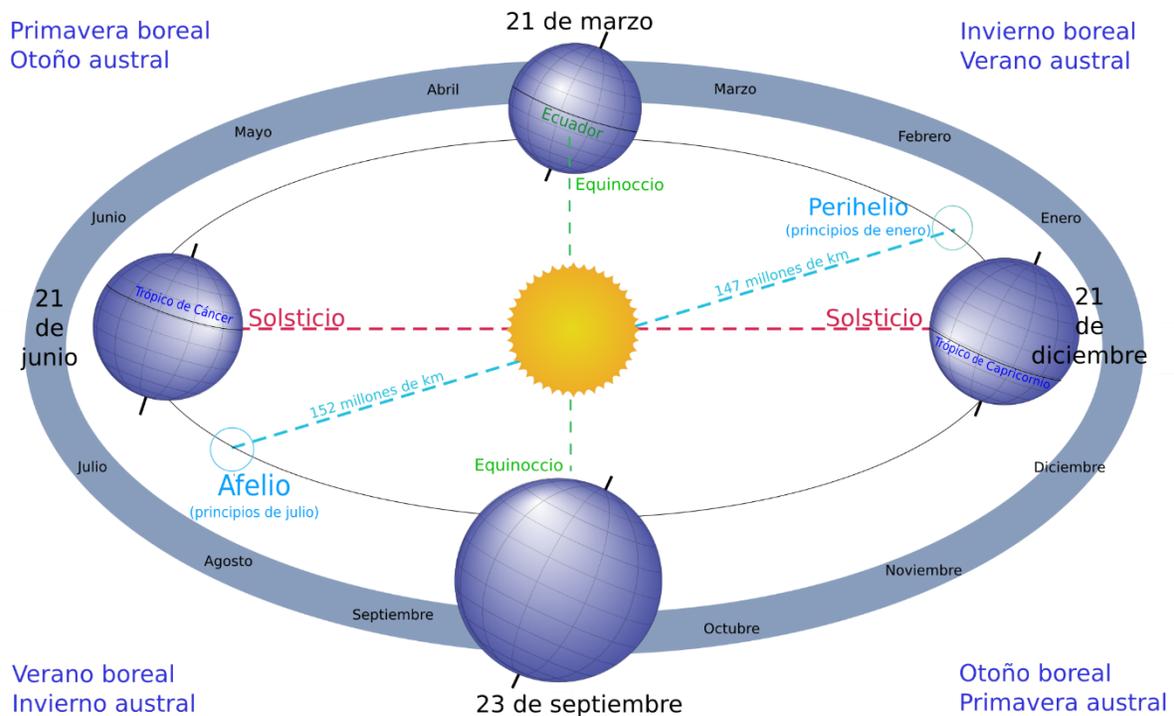


Figura 6. Estaciones del año, solsticios, equinoccios, perihelio y afelio. Autor: [Gothika](#), bajo la licencia: [CC-BY-SA-3.0](#)

En la Figura 6 se observa un esquema de la órbita de la Tierra, la inclinación de 23° entre el eje de rotación y el plano de la órbita hace que se presenten 4 estaciones al año. Durante los solsticios, la luz del Sol incide perpendicularmente sobre el Trópico de Cáncer (21 de junio) y sobre el Trópico de Capricornio (21 de diciembre). Esto significa que, durante el 21 de junio el hemisferio norte recibe mayor radiación solar (verano) y tiene el día más largo del año, mientras que el hemisferio sur tiene su día de menor radiación (invierno) y menor duración.

En Costa Rica, de forma general, el periodo de verano del hemisferio norte coincide entonces con mayor evaporación y humedad en la atmósfera, por lo que se produce la época lluviosa (esto puesto que este hemisferio recibe mayor radiación solar durante esta parte del año), por el contrario, durante los días cortos (cerca de diciembre) las temperaturas suelen bajar, lo que ocasiona que la evaporación y humedad atmosférica disminuyan, por lo que se produce la época seca.

Los equinoccios son las fechas en las que ambos hemisferios reciben la misma radiación, la cual incide de forma perpendicular sobre el ecuador. Para las latitudes entre los trópicos (zona intertropical) se produce además un fenómeno conocido como paso del Sol Cenital (el nombre se debe a que el Cenit, es el punto más alto en el cielo), eso significa que durante dos veces al año los rayos de sol inciden completamente de forma perpendicular alrededor del mediodía. Para una localidad ubicada en la zona intertropical (como Costa Rica), en la Figura 7 se observa la posición del Sol durante el mediodía para tres fechas distintas del año, el solsticio de invierno, (cuando el Sol está más al Sur, ocurre en 21 de diciembre), el equinoccio de primavera (el único día que el Sol sale exactamente por el Este y se oculta por el Oeste, ocurre el 21 de marzo), y el momento del paso del Sol cenital (para Costa Rica esto ocurre entre el 9 y el 19 de abril, dependiendo de cada latitud, para San José por ejemplo se da entre el 15 y el 16 de abril)

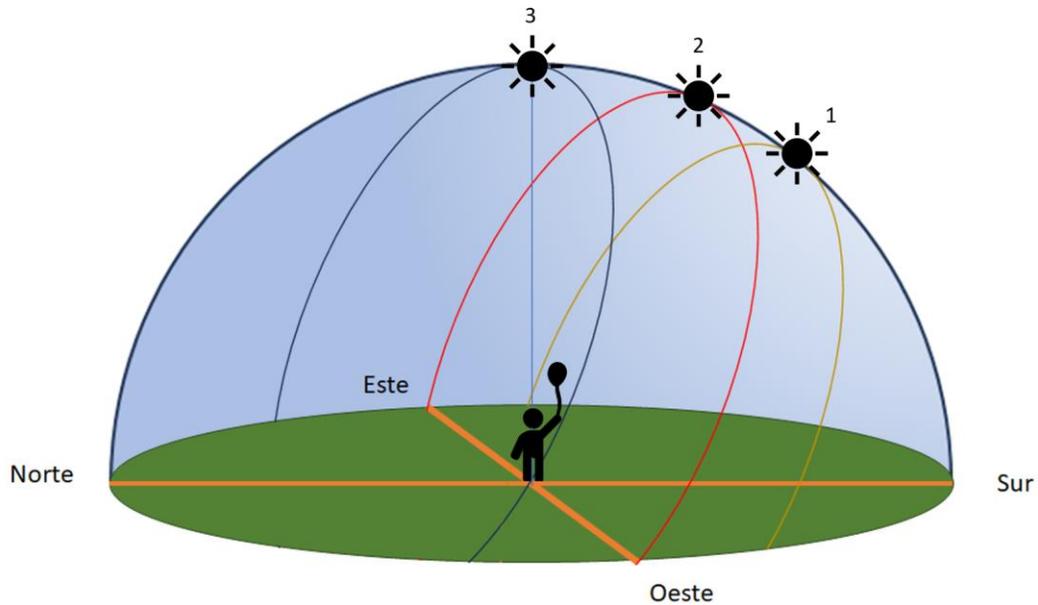


Figura 7. Posición del Sol a mediodía durante tres fechas específicas, 1: el solsticio de invierno, 2: el equinoccio de primavera, 3: el Sol cenital.

Nota: Observe como la trayectoria en la fecha 1 (solsticio de invierno) es más corta que la trayectoria en la fecha 2 (Sol cenital), por esta razón el día más corto del año para el hemisferio norte, es durante el 21 de diciembre, en Costa Rica este día dura 11h 33min, mientras que, durante el solsticio de verano, 21 de junio, el día tiene una duración de 12h 41min. Para completar las 24 horas del periodo de rotación de la Tierra, la noche por otro lado, tiene el comportamiento inverso, es más larga durante el solsticio de invierno (12h 27min) y más corta en el solsticio de verano (11h y 19min). Este efecto es aún más pronunciado dependiendo de la latitud, llegando al extremo en los Polos Norte y Sur, donde durante las fechas del solsticio de invierno el Sol no sale del todo (24h de noche), y durante el solsticio de verano no se oculta en todo el día (24h de día).

Luna

La Luna es el único satélite natural de la Tierra, tiene un diámetro de XX. La fuerza de gravedad es una sexta parte de la fuerza que percibimos sobre la superficie terrestre. Se encuentra a una distancia de XX km y se presume que se formó tras la colisión de un asteroide con la Tierra primitiva, lo cual hizo que esta se dividiera y se formara este sistema Tierra-Luna.

La Luna gira alrededor de la Tierra en un periodo de 27 días, el plano de la órbita lunar está inclinado 7° respecto al plano de la órbita de la Tierra. Este movimiento da lugar a cuatro fases: luna nueva, cuarto creciente, luna llena y cuarto menguante.

En el diagrama de la Figura 8, se representa una versión simplificada de un día para un observador desde la Tierra, en este esquema vemos la Tierra girar desde el polo Sur, incorporando la Luna en su órbita en un momento designado como día 1 del mes. Desde la perspectiva terrestre, solo podemos ver la porción iluminada de la Luna.

En este día específico, tanto la Luna como el Sol están directamente sobre el observador al mediodía. La parte iluminada de la Luna es precisamente la porción que no es visible desde la Tierra, lo que da lugar a la fase conocida como Luna Nueva, donde la Luna no es visible en el cielo desde nuestro punto de vista.

A medida que la Tierra rota, la Luna sigue al Sol durante todo el día. A las 18:00 horas, se oculta en el oeste y vuelve a aparecer por el este a las 6:00 de la mañana. Es importante destacar que esta situación no constituye un eclipse debido a la inclinación real de la órbita lunar.

Con el paso de los días, la Luna se desplaza a lo largo de su órbita, avanzando aproximadamente 1 hora en nuestro reloj cada día (o 50 minutos). Después de 7 días, ocupará una posición diferente Figura 9, y, por supuesto, el porcentaje de iluminación visible cambiará gradualmente a medida que avanza en su órbita.

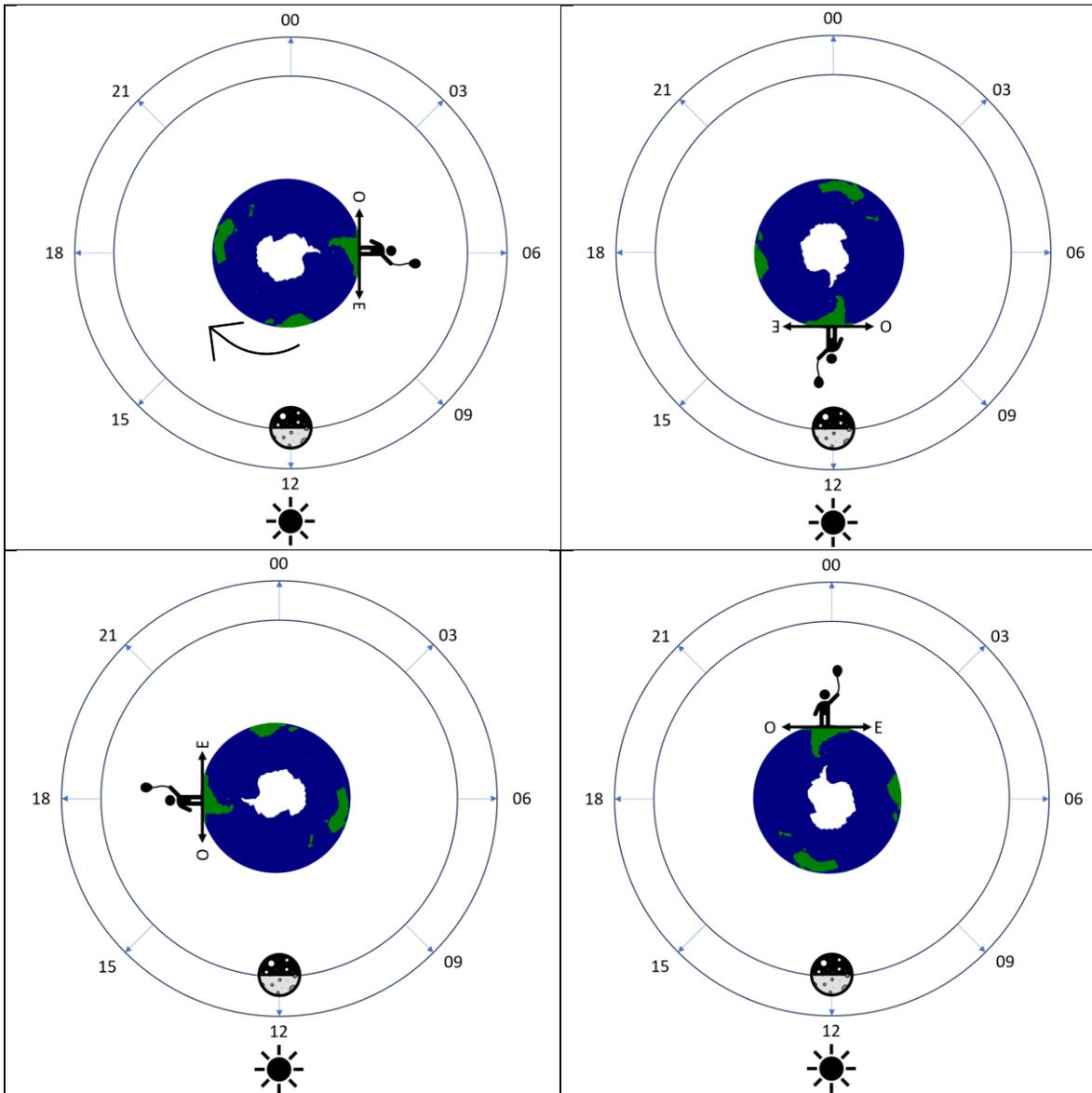


Figura 8. Día 1, la Luna y el Sol se encuentran en la parte alta del cielo a medio día. El observador desde la Tierra no observa la Luna durante la noche, esta fase se conoce como Luna Nueva.

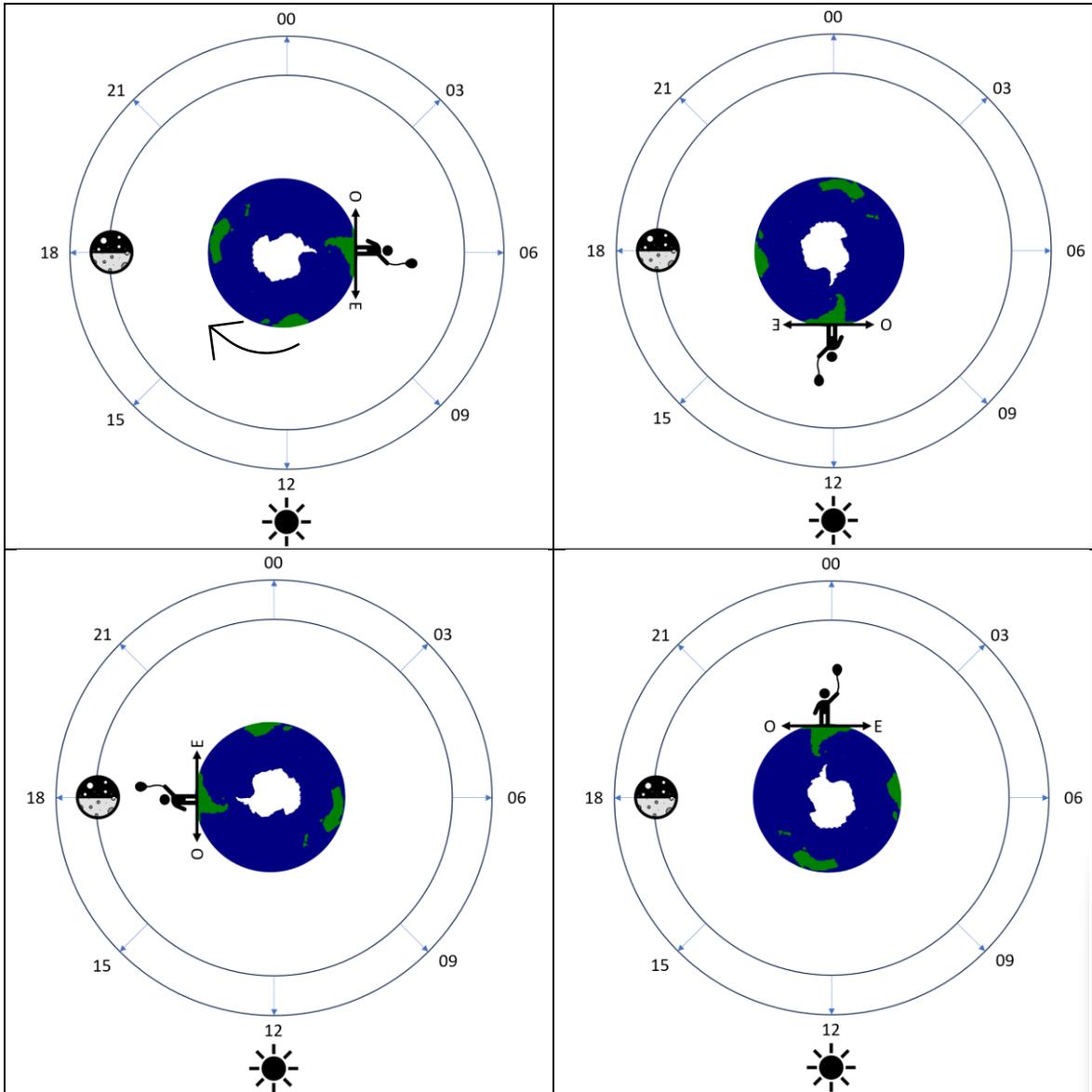


Figura 9. Día 7, la Luna se encuentran en la parte alta del cielo durante el atardecer. El observador desde la Tierra observa la mitad de la Luna iluminada, esta fase se conoce como Cuarto Creciente.

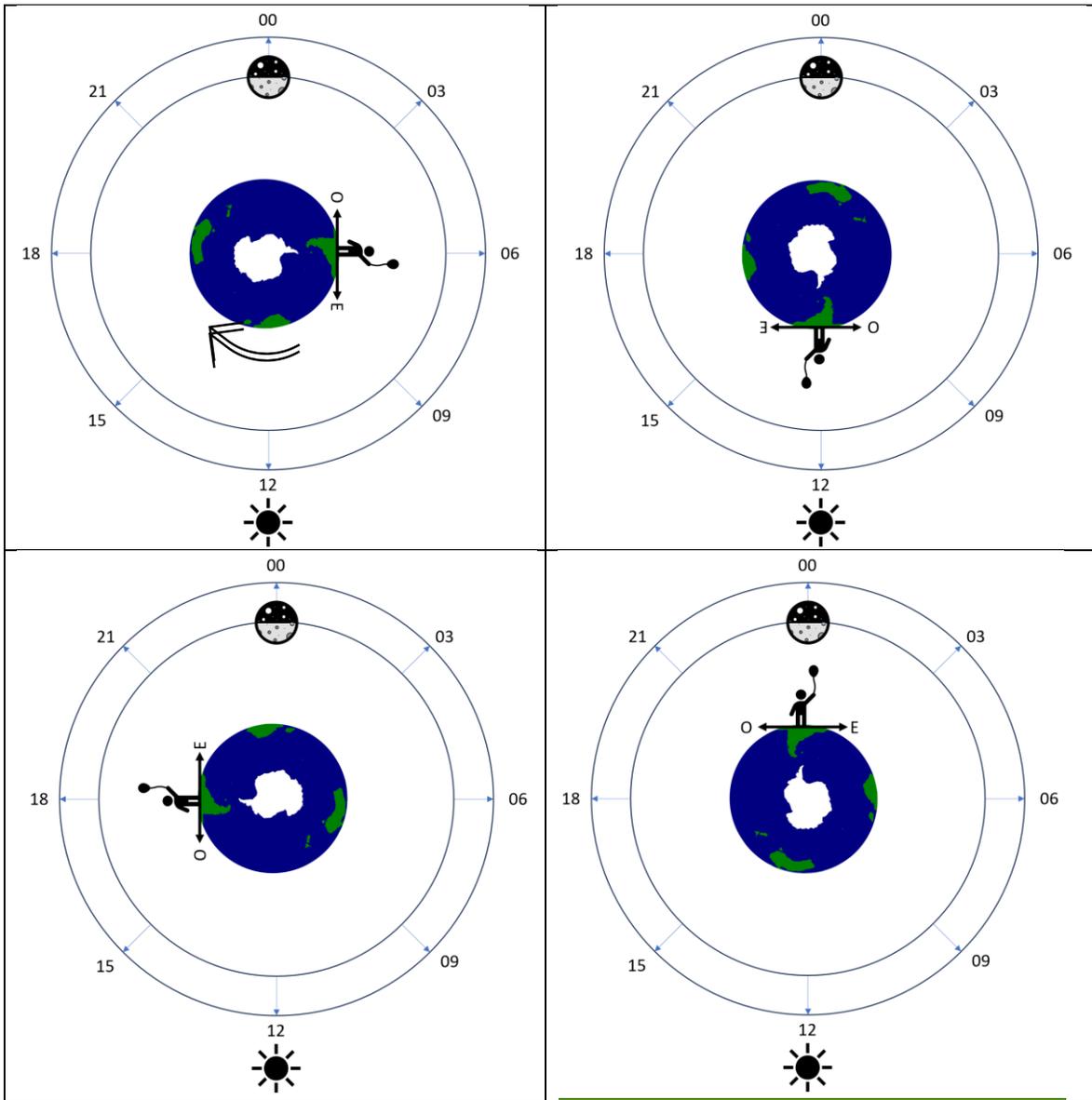


Figura 10. Día 14, la Luna se encuentran en la parte alta del cielo alrededor de la media noche. El observador desde la Tierra observa toda la cara visible de la Luna iluminada, esta fase se conoce como Luna llena.

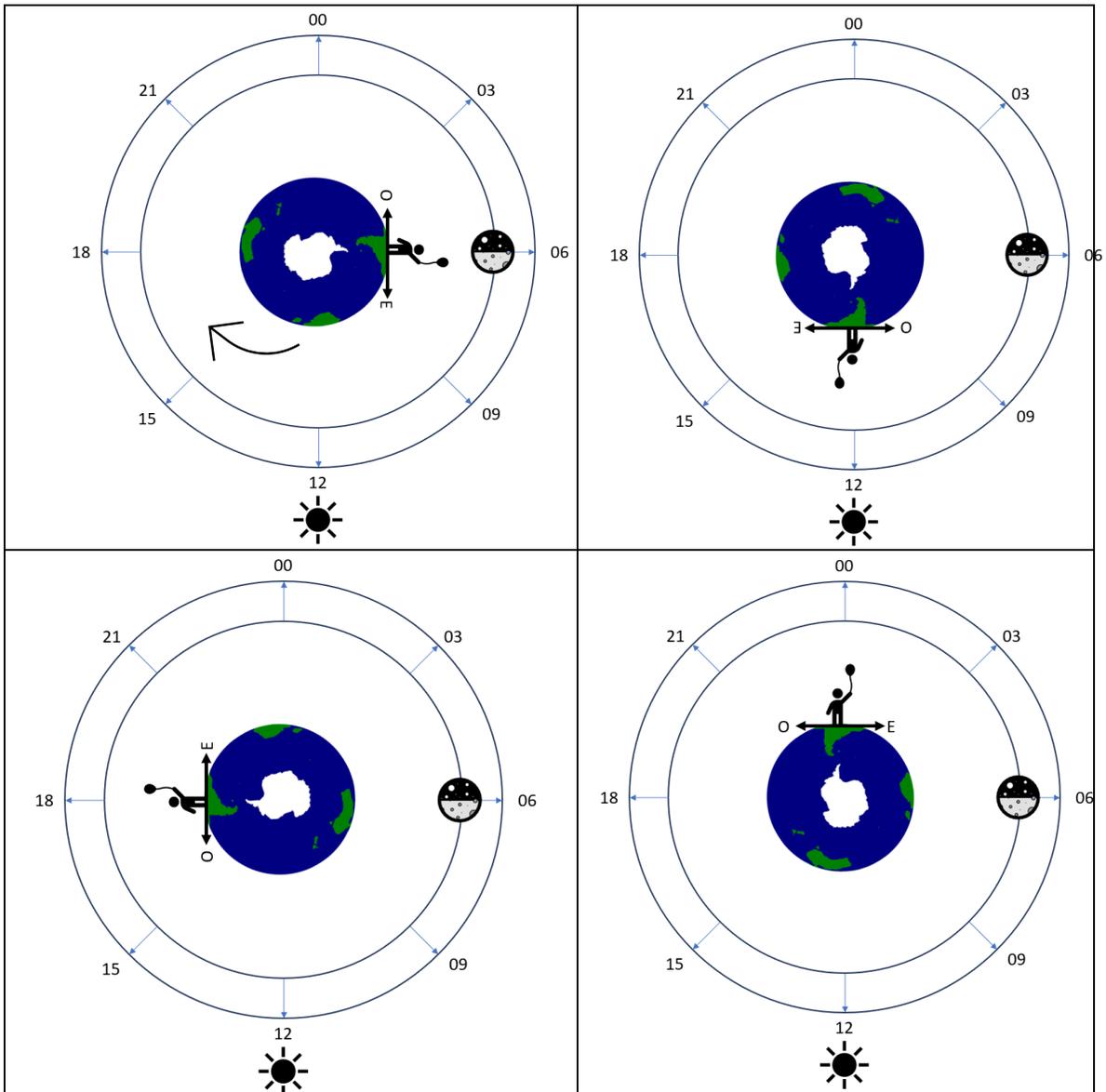


Figura 11. Día 21, la Luna se encuentran en la parte alta del cielo al amanecer. El observador desde la Tierra observa la mitad de la Luna iluminada, esta fase se conoce como Cuarto Menguante.

Marte

La rotación de Marte es muy similar a la de la Tierra siendo su periodo de 24,6 horas y su inclinación axial de 25,2° por lo que también presenta estaciones durante su traslación. Su radio ecuatorial es de 3397 km esto es un 53% del radio terrestre, por lo tanto, su volumen es de apenas el 15% del de la Tierra y su masa de apenas el 11%. Por esta razón la aceleración gravitacional es 1/3 parte de la de la Tierra. Se ha demostrado que Marte posee agua coma en la actualidad existe una minúscula parte de vapor en la atmósfera y una considerable cantidad de hielo en la superficie principalmente en los casquetes polares. Sin embargo, la existencia de agua líquida es poco probable puesto que la presión atmosférica dificulta su presencia ya que se evapora con mucha facilidad.

Júpiter

Es el gigante gaseoso del Sistema Solar, es conocido por ser el planeta más grande y masivo de todos. Su distintiva atmósfera presenta bandas de nubes y vórtices, destacando la Gran Mancha Roja, una tormenta masiva que ha perdurado durante siglos. Júpiter carece de una superficie sólida y está compuesto principalmente de hidrógeno y helio. Su poderoso campo magnético es considerablemente más fuerte que el de la Tierra y crea intensas auroras en sus polos. Además, Júpiter es el hogar de una notable cantidad de lunas, siendo las cuatro más grandes conocidas como las "lunas galileanas": Ío, Europa, Ganimedes y Calisto. Su rápida rotación hace que un día en Júpiter dure solo alrededor de 10 horas, y su imponente presencia contribuye significativamente a la estructura y dinámica del Sistema Solar.

Saturno

Otro fascinante planeta del Sistema Solar, destaca por sus impresionantes anillos, que son uno de sus rasgos más distintivos. Estos anillos están compuestos principalmente de pequeñas partículas de hielo y roca que orbitan alrededor del planeta. Al igual que Júpiter, Saturno es un gigante gaseoso sin una superficie sólida, compuesto principalmente de hidrógeno y helio. Su atmósfera muestra características bandas nubosas y vórtices, aunque es menos llamativa que la de Júpiter. Saturno también posee un campo magnético fuerte y es hogar de una variedad de lunas, siendo Titán la más grande y notable, con una atmósfera densa y ríos y lagos de hidrocarburos en su superficie. El periodo de rotación de Saturno es un poco más largo que el de Júpiter, con alrededor de 10.7 horas. Este majestuoso planeta, con sus anillos espectaculares y diversas lunas, continúa siendo objeto de fascinación y estudio en la exploración del cosmos.

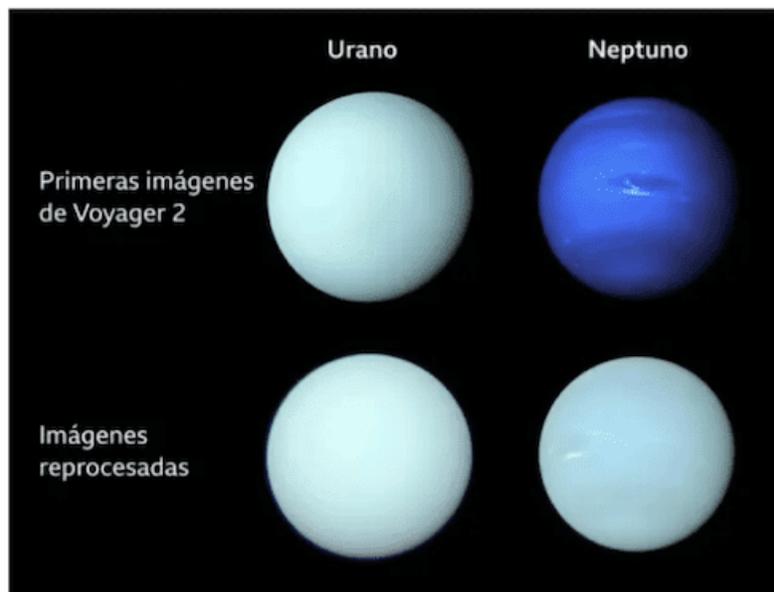
Urano

Es un planeta helado y distante en nuestro Sistema Solar, se destaca por su inclinación extrema en su eje de rotación, girando prácticamente de lado en comparación con otros planetas. Este peculiar movimiento le otorga estaciones extremas y patrones climáticos únicos. Urano es un gigante gaseoso, principalmente compuesto por hidrógeno y helio, con una atmósfera que contiene metano, lo que le confiere un distintivo tono azul verdoso. Aunque carece de anillos notables como Saturno, Urano tiene anillos débiles y, al igual que Júpiter y Saturno, posee un sistema diverso de lunas. Miranda, una de sus lunas, presenta acantilados impresionantes y terrenos geológicos complejos. Urano, con su misteriosa inclinación y características únicas, sigue siendo un objeto fascinante de estudio y exploración en la investigación espacial.

Neptuno

Es el último de los gigantes gaseosos en nuestro Sistema Solar, es un mundo dinámico y misterioso que se encuentra a grandes distancias de la Tierra. Hasta hace poco se creía que Neptuno tenía un color azul profundo, esto debido a las imágenes publicadas de la misión Voyager 2, sin embargo recientes investigaciones de la Universidad de Oxford indican que el color es en realidad similar al de Urano.

Neptuno tiene un campo magnético fuerte y, al igual que Urano, presenta una inclinación significativa en su eje de rotación. Este planeta cuenta con vientos atmosféricos extremadamente veloces, siendo el más rápido del Sistema Solar, con velocidades que superan los 2,000 kilómetros por hora. Aunque Neptuno carece de anillos notables, posee una serie de lunas interesantes, siendo Tritón la más destacada, con geisers que expulsan material al espacio. Por la gran distancia a la que se encuentra, la exploración de Neptuno ha sido limitada.



Otros cuerpos menores:

Plutón

Aunque anteriormente clasificado como el noveno planeta en nuestro Sistema Solar, ahora se considera un "planeta enano" según la definición de la Unión Astronómica Internacional. Se encuentra en la región distante conocida como el cinturón de Kuiper, que está más allá de la órbita de Neptuno. Plutón es pequeño y rocoso, y su atmósfera delgada está compuesta principalmente de nitrógeno, monóxido de carbono y metano.

Plutón es conocido por su luna más grande, Caronte, que es aproximadamente la mitad del tamaño de Plutón. Además de Caronte, Plutón tiene otros pequeños satélites, como Nix e Hydra. Su superficie muestra variaciones en colores y texturas, y se cree que tiene montañas de hielo y llanuras de nitrógeno congelado.

A pesar de su lejanía y su reclasificación, Plutón sigue siendo un objeto fascinante en el Sistema Solar, y la misión New Horizons de la NASA proporcionó valiosa información sobre este pequeño mundo cuando la sonda espacial lo sobrevoló en 2015

Makemake

Es un planeta enano que forma parte del cinturón de Kuiper, una región en los confines exteriores de nuestro Sistema Solar. Fue descubierto en 2005 por un equipo de astrónomos utilizando el telescopio espacial Hubble. Este planeta enano recibe su nombre de la deidad creadora de la mitología de la isla de Pascua.

Makemake es uno de los objetos más grandes y brillantes en el cinturón de Kuiper, y su tamaño es aproximadamente dos tercios del de Plutón

Haumea

Es otro interesante objeto del cinturón de Kuiper, situado en las afueras del Sistema Solar. Descubierto en 2004, es considerado un planeta enano y lleva el nombre de Haumea, la diosa hawaiana de la fertilidad y el parto.

Lo que hace a Haumea particularmente único es su forma elipsoidal y alargada, más similar a un óvalo que a una esfera. Esta forma inusual sugiere que Haumea rota muy rápidamente sobre su eje, lo que ha provocado una ligera protuberancia en su ecuador.

Cinturón de Kuiper

Es una región del Sistema Solar que se extiende más allá de la órbita de Neptuno. En esta área, encontramos una gran cantidad de pequeños cuerpos helados, como planetas enanos, cometas y otros objetos transneptunianos. Plutón es uno de los objetos más conocidos en el cinturón de Kuiper. Este cinturón es una ventana a las condiciones y composiciones en las etapas tempranas del Sistema Solar, y su estudio proporciona información valiosa sobre la formación y evolución de nuestro vecindario cósmico.

Nube de Oort

La nube de Oort es una región ubicada mucho más allá del cinturón de Kuiper, extendiéndose a distancias extremas del Sol. Se piensa que esta nube es la fuente de origen de muchos cometas de largo período. La nube de Oort se compone de objetos helados, restos primordiales del Sistema Solar temprano. Debido a su gran distancia, la nube de Oort es difícil de estudiar directamente, y gran parte de nuestra comprensión se basa en modelos teóricos y observaciones de cometas que se originan en esta región distante.