

Relato Paraguas Astronómico

FASES DE LA LUNA

Créditos:

Erika Labbé Waghorn, Astrónoma y Coordinadora de difusión del Instituto de Estudios Astrofísicos UDP

Javiera Espinoza Araya, Estudiante del Doctorado en Astrofísica UDP

  C  mo explicar qué son y cómo se producen las Fases Lunares a alguien que no puede ver?. Usando el modelo táctil que complementa este relato, usando la superficie interior de un paraguas burbuja, se busca conectar la experiencia aparentemente bidimensional de las fases lunares con la realidad tridimensional de los movimientos celestes, aclarando aspectos importantes sobre este fenómeno que no son evidentes, tanto para personas con y sin discapacidad visual.

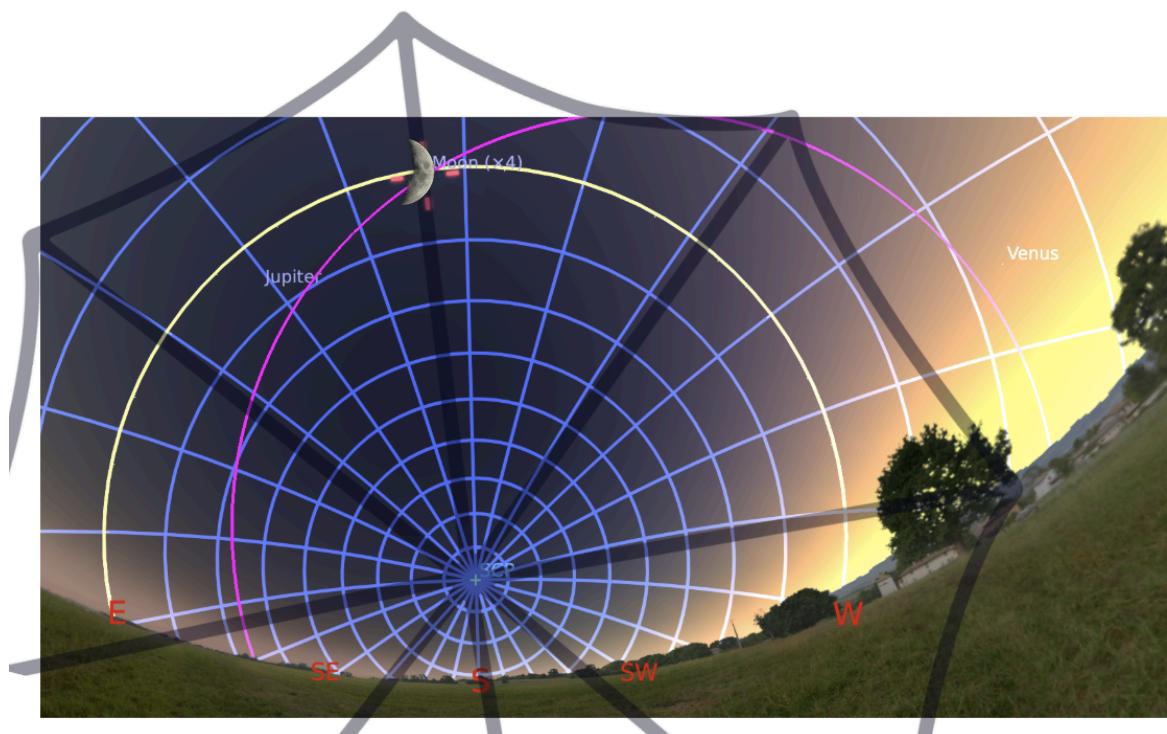


Fig. 1: Vision panorámica (distorsionada) de la bóveda celeste como podría ser vista desde Santiago de Chile: El punto donde se unen las líneas rectas es el **Polo Sur Celeste**, la línea destacada en amarillo corresponde al **Ecuador Celeste**, y la línea rosa es la **  rbita de la Luna**. Sobre la imagen, se dibujan las varillas del paraguas para visualizar cómo este representa la bóveda celeste.

En el siguiente relato, proponemos abordar el ciclo lunar desde una perspectiva histórica -la importancia de este en las civilizaciones antiguas como una manera de medir el tiempo- para luego pasar a la perspectiva astronómica donde la clave para comprender estos ciclos es descifrar los movimientos celestes.

IMPORTANTE:

En estos recuadros está descrita la guía para interactuar con el modelo, pensado en una persona con discapacidad visual desde nacimiento, que no tenga referencias visuales sobre las fases lunares.

Este relato se puede simplificar para alguien que sí haya visto las fases lunares, y se puede simplificar aún más si en lugar de explorar con el tacto, se hace con la vista.

Esto queda a criterio de quien lo utilice, y agradeceremos que cualquier comentario para mejorar el relato nos lo hagan llegar a Erika Labbé en el email astrodifusion@mail_udp.cl

Conceptos:

- Movimientos de traslación y rotación terrestre
- Ciclo lunar
- Nombre y descripción de las fases
- Fases y horarios de visibilidad
- Diferencias entre Hemisferios Norte y Sur



Fig. 2: Fotografía del modelo de paraguas abierto, visto desde el interior.

RELATO:

1- La Luna y el tiempo

Pensemos un momento en **cómo las antiguas civilizaciones observaban el cielo**.

Mucho antes de los relojes y calendarios modernos, las personas solían **mirar la Luna para organizar su vida**. Los ciclos lunares marcaban los meses en culturas tan distintas como los babilonios, los mapuches, los griegos o los mayas. **La Luna era un calendario visible**, fácilmente reconocible y repetitivo.

Los babilonios, en Mesopotamia, organizaron el año en meses lunares, cada uno comenzando con la primera aparición del creciente lunar justo después del atardecer. En la antigua Grecia, se usaba un calendario lunar cuyo inicio de mes coincidía también con el primer creciente. Incluso hoy, festividades como el año nuevo Chino siguen ancladas al ciclo lunar. En nuestro territorio, los pueblos mapuche aún organizan sus actividades agrícolas y ceremoniales según las fases de la Luna, porque es una guía para sembrar, cosechar y marcar el paso del tiempo.

En todas estas culturas, la Luna se convirtió en una especie de calendario natural. Su ciclo de aproximadamente 29,5 días fue una de las primeras herramientas para medir el paso del tiempo de manera confiable.

2- Ciclo lunar

¿Pero a qué le llamamos ciclo lunar exactamente? La clave está en los movimientos naturales de los astros, los movimientos celestes.

En astronomía entendemos que la regularidad del cielo desde nuestra perspectiva se debe a tres grandes movimientos:

1. La Tierra rota sobre su propio eje, lo que nos da el **día y la noche**.
2. La Luna gira en torno a la Tierra, lo que nos da el **ciclo lunar**, y
3. La Tierra se mueve alrededor del Sol, lo que nos da el **año**.

Estos movimientos son periódicos, es decir, se repiten siempre en el mismo intervalo de tiempo, y por eso fueron tan útiles para construir calendarios.

Para entender el ciclo lunar, exploraremos el modelo del paraguas paso a paso:

Interacción con el modelo

Pasar el paraguas abierto a la persona (con disc. visual u ojos vendados). Hacerlo con cuidado de no pegarle en la cara.

1. Indicarle que lo sostenga por el eje central, con la mano izquierda (o derecha si es zurdo/a), a una altura media, y se imagine que ese **puño representa a la Tierra**.
2. Luego pedirle que con la otra mano explore el paraguas por dentro, hasta que encuentre **la cinta gruesa y las fases de la luna** cosidas sobre la cinta. Preguntarle si reconoce al tacto las fases llena y creciente. Indicarle cuales son en el caso de que no.
3. Luego pedirle que busque **el Sol: círculo de goma eva que sobresale** por debajo de uno de los lados del paraguas. En esa posición, no hay fase lunar porque en ese lugar se encuentra en fase nueva, cuando no la podemos ver.
4. Y finalmente, **que recorra con la mano libre el círculo completo**, comenzando de izquierda a derecha (*), sintiendo el cambio de forma de la luna en cada fase, e indicar que **así es como vemos cambiar la Luna desde la Tierra**.
5. Repasar la idea de que si el puño es la Tierra, el paraguas es la bóveda celeste, la Luna se traslada en torno a la Tierra, y en cada parte de su órbita podemos ver sus diferentes fases.
6. Indicar que esto se repite igual en cada vuelta en torno a la Tierra, cada 29,5 días: Cada semana la Luna se mueve $\frac{1}{4}$ de círculo aprox., moviéndose de oeste a este. Esto es lo que conocemos como **Ciclo Lunar**.
7. Info extra: Mientras la Luna se traslada, la Tierra va rotando sobre su eje en la misma dirección (de oeste a este), pero mucho más rápido, dando una vuelta completa cada día. Esto explica por qué vemos todo el cielo girar hacia el otro lado, de este a oeste, durante el día. Simplemente es porque la Tierra va más rápido que la Luna.

(*Este recorrido está pensado para comprender el ciclo lunar visto desde el hemisferio Sur. Para hacerlo desde el hemisferio norte, basta con hacer estos movimientos en sentido contrario.

3- De círculo a esfera.

En el modelo las fases de la Luna están representadas como un círculo plano con distintos cortes: La luna llena es el círculo completo, el cuarto creciente y el menguante son la mitad de un círculo, la luna nueva simplemente no está representada, por que no se vé, mientras que las fases intermedias son como un pedazo de uña recién cortada, o bien como un círculo al que le falta esa “uña”.

Sin embargo sabemos que la Luna, al igual que la Tierra, los planetas y otros astros, es un cuerpo esférico, una bola.

¿Por qué la vemos desde la Tierra como si fuera un círculo plano?

Porque está demasiado lejos para que los ojos puedan ver su forma tridimensional. Ni siquiera alcanzamos a ver bien sus cráteres y montañas, cuyas sombras nos permiten ver mejor su redondez.

¿Y por qué cambia tanto de forma a lo largo de su ciclo?

La Luna no tiene luz propia: lo que vemos desde la Tierra es sólo su mitad iluminada por el Sol, que brilla como si fuese una pelota blanca, mientras que la otra mitad, oscura, se confunde con el cielo alrededor y no la vemos.

Con el modelo exploraremos ahora la relación entre la luna esférica y lo que vemos en cada fase.

Interacción con el modelo

Pasar el paraguas abierto a la persona (con disc. visual u ojos vendados). Hacerlo con cuidado de no pegarle en la cara.

1. Indicarle que lo sostenga por el eje central, al igual que antes, y que busque con la otra mano la cinta con las fases lunares.

2. Luego que ubique la posición del Sol (círculo sobresaliente bajo el borde del paraguas), y se imagine que el Sol real se encuentra mucho más lejos que la figura, unas 400 veces más lejos (proporcionalmente al paraguas, sería a una cuadra y media más lejos), brillando e iluminando la Luna y la Tierra. Esto significa que está iluminando a la Luna siempre desde el mismo lado, durante todo el ciclo.
3. Llevar hasta su mano el modelo de la Luna tridimensional (bola con la mitad forrada en papel aluminio), y preguntarle si nota la diferencia entre ambas mitades. Señalar que la con papel aluminio representa la mitad iluminada de la Luna, y la otra es la mitad oscura.
4. Ubicar su mano en dirección del Sol, y sostener la bola a la altura de la línea blanca, con el aluminio mirando hacia fuera del paraguas. Pedirle que toque la bola desde la perspectiva de la Tierra, y defina si se alcanza a ver su lado iluminado (resp: No, luna nueva).
5. Indicar que una semana después la luna estaría en otra posición: Mover la bola hacia el $\frac{1}{4}$ creciente, con la mitad en aluminio apuntando en la misma dirección que antes (hacia el Sol lejano), y pedirle que toque el lado brillante y defina cuánto de la luna es visible (resp: media luna) Que lo compare con la fase de la luna en esa posición (cuarto creciente).

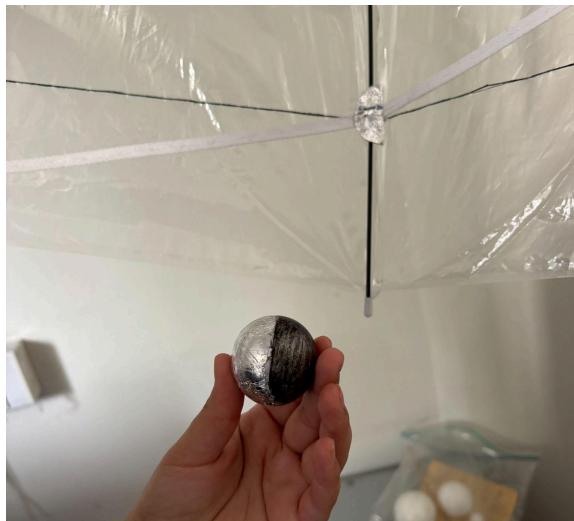


Fig. 3: comparación entre modelo de la Luna 3 dimensiones y la fase en 2 dimensiones

6. Dos semanas después del inicio, la Luna estaría en el lado opuesto del paraguas. Preguntarle entonces cuánto del lado iluminado se ve desde la Tierra (resp: todo). Comparar con la fase representada (llena).
7. Finalmente avanzar a la tercera semana, en la fase cuarto menguante y repetir las preguntas.
8. Señalar que a la cuarta semana, aproximadamente a los 29,5 días, todo vuelve al inicio.

En su órbita en torno a la Tierra, y en función de la posición del Sol, veremos a la Luna desde distintos ángulos. A veces es su cara oscura la que apunta a nosotros, y no la podemos ver (luna nueva), y otras veces toda su cara iluminada apunta a la Tierra, y tenemos luna llena. En las fases intermedias vemos solo parte de su mitad iluminada, la que con el paso de los días crece hasta llenarse, y luego decrece hasta volver a nueva. Así es como se forman las fases.

Usualmente se habla de 4 fases, o incluso 8, cuando se mencionan las intermedias:

1. Luna nueva
2. Luna creciente
3. Luna cuarto creciente
4. Luna gibosa creciente
5. Luna llena
6. Luna gibosa menguante
7. Luna cuarto menguante
8. Luna menguante

y de ahí volvemos a la Luna nueva.

Es importante mencionar que las fases no se deben a la sombra de la Tierra sobre la Luna, sino únicamente a las posiciones entre ambas y el Sol

4- ¿Luna de día?

Usualmente asociamos al Sol con el día, (con toda razón, pues es la presencia del Sol en el cielo lo que produce el día), mientras que a la Luna la asociamos con la noche, pero ¿es verdad que sólo aparece de noche?

Para explorar esto, vamos a hablar de otra parte del modelo que no habíamos mencionado: El polo sur celeste, y la línea del ecuador.

Interacción con el modelo

Pasar el paraguas abierto a la persona (con disc. visual u ojos vendados). Hacerlo con cuidado de no pegarle en la cara. Indicarle que:

1. Sostenga el paraguas con una mano, y con la otra explore la parte interna hasta encontrar el punto donde todas las varillas del paraguas se unen al eje. Ese punto representa el polo sur celeste, que es solamente el polo sur de la tierra extendido hacia el cielo.
2. Siga explorando hasta encontrar una línea cosida en hilo negro y grueso. Esta línea es paralela al borde del paraguas, y representa el Ecuador celeste: el ecuador terrestre extendido hacia el cielo.
3. Este punto y línea son imaginarios, no podemos verlos en el cielo, pero son importantes, porque nos muestran cómo se mueve el cielo debido a la rotación terrestre: El cielo completo parece girar en torno al polo sur celeste (visto desde el hemisferio sur), y la Luna, el Sol y los planetas van cambiando de posición al norte y al sur del ecuador, pero nunca se alejan demasiado.
4. Toma el mango con ambas manos, inclinándolo para que la punta del paraguas quede apuntando hacia arriba y adelante, y haz girar el paraguas en dirección de las manecillas del reloj. Así se mueve el cielo y todo lo que hay en él, una vuelta completa del Sol representado en este paraguas sería un día y su noche.
5. Libera una mano mientras **seguimos (juntos) girando el paraguas**. En esta posición, estaríamos apuntando hacia el Sur, y podrás imaginar cómo el Sol sale por el Este (tu izquierda), y se mete por el Oeste (tu derecha). Cuando el Sol va pasando por la parte baja del paraguas, es el momento en que en nuestro país estamos de noche.
6. Ubica al Sol en la posición “Oeste”, a tu derecha, como si estuviese en el atardecer (como sucede a las 18:00 pm aprox.) Busca la posición de luna creciente (uña) y trata de imaginar cómo se mueven ambos en el cielo, girando levemente el paraguas,: Mientras el Sol se va escondiendo, la luna

creciente lo sigue y se esconde un par de horas después. Luego de eso ya desaparece del cielo. Eso sucederá en el día 3 del ciclo lunar.

7. El día 7, la luna estará en fase cuarto creciente. ¿Dónde se encuentra esta fase cuando el Sol se oculta por el oeste?. Esta vez la encontramos arriba en el cielo, así que será visible varias horas después de la puesta del Sol (unas 6 horas aprox).
8. Repite el ejercicio con la luna llena ¿Dónde se encuentra cuando el Sol se pone?. ¿Cuánto tiempo la veremos durante la noche? (resp: Se encuentra al Este, la veremos la noche completa)
9. Y finalmente busca la luna cuarto menguante cuando el Sol se pone por el este. ¿Es visible a esa hora? ¿Cuánto debemos esperar para verla? (resp: no la vemos, debemos esperar unas 6 horas, hasta medianoche)
10. Continúa girando el paraguas y siguiendo el movimiento de la Luna en cuarto menguante, hasta que el Sol vuelve a aparecer por el este, en la hora del amanecer. ¿Dónde se encuentra la luna al amanecer? ¿Por cuánto tiempo piensas que sigue en el cielo mientras el Sol se levanta? (resp: se encuentra arriba en el cielo, y se sigue viendo por 6 horas aprox.)

Según lo que acabamos de descubrir, la Luna menguante es visible durante la mañana, incluso hasta el mediodía, y podemos verla en pleno día porque la Luna con esa fase brilla más que el cielo. Con el paso de los días se va viendo cada vez más delgada, hasta que ya no brilla lo suficiente para verla en pleno día, y luego vuelve a la fase nueva.

Y así concluimos que la Luna se ve en distintos lugares y horarios, dependiendo de cual sea su fase, y pese a lo que se piensa usualmente, si es posible verla de día, porque su órbita puede llevarla a una posición en la que esté sobre el horizonte al mismo tiempo que el Sol. Mientras la geometría lo permita, y haya suficiente contraste en el cielo, podemos verla perfectamente durante el día.

5- Fases y latitudes

También es interesante notar que, aunque las fases son las mismas en todo el mundo, su orientación cambia según el hemisferio.

Interacción con el modelo: (Para esta parte, funciona mejor un paraguas esférico).

1. Dependiendo del lugar del planeta donde nos encontremos, la inclinación del polo Sur será diferente: Por ejemplo, visto desde el Ecuador, el polo Sur celeste se encuentra a nivel del mar, tendríamos que acostar completamente el mango del paraguas, para notar cómo la luna y el Sol pasan muy alto en el cielo.
2. **Aumentar la inclinación del paraguas a medida que se va relatando lo siguiente:** A medida que nos movemos a lugares del hemisferio Sur, el Polo sur irá apuntando cada vez más arriba. Desde Antofagasta, debemos inclinar el paraguas 23 grados hacia arriba, desde Santiago hay que inclinarlo a 33 grados, mientras que en Punta Arenas el polo se encuentra a 53 grados. Podemos ver que desde ese lugar, el Sol y la Luna no pasan muy alto en el cielo, sino que bien bajo, y por el norte, y visto desde la Tierra, lo vemos pasar de derecha a izquierda.
3. ¿Y cómo se verá todo desde el hemisferio norte? Toma el paraguas y esta vez inclínalo unos 50 grados hacia abajo, cosa de que el polo sur celeste quede "bajo tierra". Esta es la situación que se ve desde el hemisferio norte, y vemos que en ese caso la luna y el Sol pasan por el sur del cielo, siempre de este a oeste, pero esta vez se ven pasar de izquierda a derecha.
4. Así es como vemos que el mismo movimiento de rotación del cielo, visto desde distintas partes del planeta, produce distintas percepciones del día y la noche.
5. Repite el ejercicio anterior, haciendo el cambio entre apuntar el eje hacia arriba y adelante, y con tu mano explora la forma de la Luna en su fase cuarto creciente desde la Tierra, y luego apunta hacia abajo y adelante, y comprueba cómo cambia la forma de la misma fase lunar. La fase pasará de parecer una letra "C" (desde el Sur) a una letra "D" (desde el norte). En otras palabras, la Luna se ve "cabeza abajo" desde el hemisferio norte

En el hemisferio sur, aquí, la luna creciente parece ser una letra “C” que comienza a llenarse hasta quedar completa, mientras que en el hemisferio norte comienza como una “D” que se llena hacia el otro lado. Es simplemente una diferencia de perspectiva, como mirar un objeto desde arriba o desde abajo.

6- Para seguir descubriendo

Aún hay cosas interesantes que hacer en ese modelo. Aquí les dejamos preguntas abiertas para que investiguen por su cuenta:

El mismo paraguas,

- ¿Serviría para representar al Hemisferio Norte en Lugar del Hemisferio Sur?
- ¿Qué cambiaría?
- ¿Qué se mantendría igual?
- Cómo se debería inclinar si es que pensaramos en el cielo visto desde el mismísimo polo Sur terrestre? (en la Antártida)
- ¿Y desde el polo Norte terrestre?

El paraguas está hecho pensando en una situación especial, donde la órbita lunar (cinta blanca) está más cerca del ecuador celeste (hilo negro), inclinada solo 18 grados. Pero en realidad, en otra época y año podría llegar a estar inclinada hasta 28 grados.

- ¿Cómo crees que llegamos a esas medidas? (pista: investigar sobre la eclíptica y precesión de la órbita lunar)
- Si es así, ¿crees que la órbita de la Luna podría pasar por la misma posición donde vemos Sol?
- ¿Qué fenómeno astronómico se produciría entonces?

Encuentra las instrucciones para armar el modelo de paraguas en

Envía tus comentarios y preguntas a Erika Labbé W. en astrodifusion@mail_udp.cl, o por mensaje directo en [instagram @astroudvp](https://www.instagram.com/astroudvp)