

Sol y Luna, un mismo camino

Montserrat Parellada
Rosa M. Ros
Carles Schnabel



Sol y Luna, un mismo camino

**Montserrat Parellada
Rosa M. Ros
Carles Schnabel**

**Publicaciones de ApEA
Asociación para la Enseñanza de la Astronomía**

No. 25 (Secundaria) – Junio 2013

Publicaciones de ApEA
Asociación para la Enseñanza de la Astronomía

Dirección:
Rosa M. Ros
(Vocal Editora de Publicaciones de ApEA)
Edición 2013

Comisión de redacción:
Antonio Acedo del Olmo
Ederlinda Viñuales
Ricardo Moreno
Simón García

Edita: Albedo Fulldome, S.L.
ISBN: 978-84-15771-30-2

Autores:***Rat Parellada Llobet***

Licenciada en Pedagogía. Su primer contacto con la Astronomía fue el año 1989 con los primeros *Planetaris Viatgers de La Caixa*. Miembro de la Asociación para la Enseñanza de la Astronomía (ApEA). Actualmente produce y realiza las actividades educativas y de divulgación del Planetario *Fora d'Òrbita* y del *Observatori Astronòmic del Parc del Garraf* (Barcelona).

Rosa M. Ros Ferré

Licenciada en Matemáticas y Doctora en Física por la Universidad de Barcelona. Profesora titular jubilada de la Universidad Politécnica de Cataluña. Presidenta de la Comisión de Enseñanza y desarrollo de la IAU (International Astronomical Union) de 2009 a 2012. Presidenta de la EAAE (European Association for Astronomy Education), Presidenta de NASE (Network for Astronomy School Education, programa de trabajo de la IAU, responsable de UNAWE (Universe Awareness) en español y miembro fundador de ApEA.

Carles Schnabel Gimeno

Licenciado en Biología. Desde muy pequeño, su gran pasión ha sido la astronomía, y desde entonces no ha dejado nunca de hacer divulgación, observación e investigación. Actualmente produce y realiza las actividades educativas y de divulgación del Planetario *Fora d'Òrbita* y del *Observatori Astronòmic del Parc del Garraf* (Barcelona).

Índice

Presentación	7
Objetivos	9
La Tierra se mueve en torno al Sol. Modelo visto desde fuera	11
El Sol sobre el horizonte. Modelo visto desde dentro	14
El horizonte del lugar	14
El movimiento diurno y anuo del Sol	15
Resumen: El Sol a lo largo del año	19
Tierra y Luna: rotación y translación	21
Translación de la Luna alrededor de la Tierra: fases lunares	21
Modelo de las fases de la Luna	21
Rotación de la Luna: cara oculta	22
La Luna gira en torno a la Tierra y las dos alrededor del Sol. Modelo visto desde fuera	23
La Luna sobre el horizonte	26
Trayectorias de la Luna: fases y estaciones	27
Horas de salida y puesta	29
Altura de la Luna sobre el horizonte	30
Resumen: primera lunación de cada estación	31
Modelo del Sol y la Luna. Modelo visto desde dentro	32
Modelo del abanico	32
Extensión del modelo del abanico: modelo del semicírculo	35
Fases crecientes de las diferentes estaciones	37
Fases menguantes de las diferentes estaciones	39
Resumen: la Luna en diferentes estaciones	41
Bibliografía	43

Presentación

Todos los institutos y escuelas tienen un patio. El patio no es sólo un punto de recreo, es también un laboratorio: es un lugar que ofrece la posibilidad de llevar a cabo en él actividades prácticas de astronomía. Puesto que toda escuela o instituto dispone de uno, vamos a proponer una actividad que permita comprender los movimientos del Sol y de la Luna sobre el horizonte de este patio.

Para que nuestros alumnos no tengan problemas en relacionar los contenidos abstractos de la astronomía de posición (meridiano del lugar, ecuador, eclíptica) durante la observación, vamos a manejar dos modelos. Uno con la representación de la Tierra, el Sol y la Luna vistos desde fuera, y otro visto desde la superficie de la Tierra, es más, desde nuestro horizonte en concreto.

Después de manejar ambos modelos los alumnos adquieren seguridad y evitan los típicos errores de buscar los planetas fuera de la zona zodiacal, como por ejemplo intentar localizarlos cerca de la Polar.

Debido al movimiento de rotación de la Tierra, observamos el movimiento diurno del Sol y de la Luna. Todos los días el Sol y la Luna tienen un recorrido que puede parecer análogo: salen más o menos por la zona de levante, suben hasta pasar por el meridiano del lugar en el sur y se ponen más o menos por la zona de poniente.

Debido al movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol, se pueden notar variaciones, a lo largo del año, en el movimiento diurno del Sol. Por motivos análogos se dan también variaciones en el movimiento diurno de la Luna a lo largo del mes, que es el tiempo que tarda la misma en dar una vuelta alrededor de la Tierra. Como el movimiento de la Luna es más rápido, estas variaciones se perciben de forma más acentuada (de ahí que cuando uno es muy voluble sea llamado lunático, por sus muchas variaciones).

Para explicar todo lo dicho anteriormente construiremos varios modelos que nos permitan estudiar y comprender mejor las observaciones que realizamos sobre el horizonte del patio de la escuela a lo largo del año.

Objetivos

- Comprender el movimiento diurno del Sol
- Entender la causa del origen de las cuatro estaciones.
- Comprender el movimiento de la bóveda celeste a lo largo del año.
- Entender la razón de la cara oculta de la Luna
- Comprender el movimiento de la Luna y sus fases
- Razonar el comportamiento de la Luna a lo largo de un mes en cada una de las estaciones.

Relacionar los conceptos teóricos con la observación del horizonte de la escuela.

La Tierra se mueve en torno al Sol. Modelo visto desde fuera.

Empezaremos por representar la situación de la Tierra al girar sobre si misma y trasladarse en torno al Sol. Hay que tener en cuenta que la Tierra gira sobre su eje lo que da lugar al día y la noche. El eje de esta rotación antiguamente se le llamaba el eje del mundo precisamente porque nos da la impresión de que todo en el cielo gira alrededor de este eje. Pero además la Tierra tiene un movimiento de traslación según una elipse con el Sol en uno de sus focos, pero en primera aproximación podemos suponer que es un movimiento circular (ya que la excentricidad de la elipse es casi nula, es decir es casi una circunferencia).

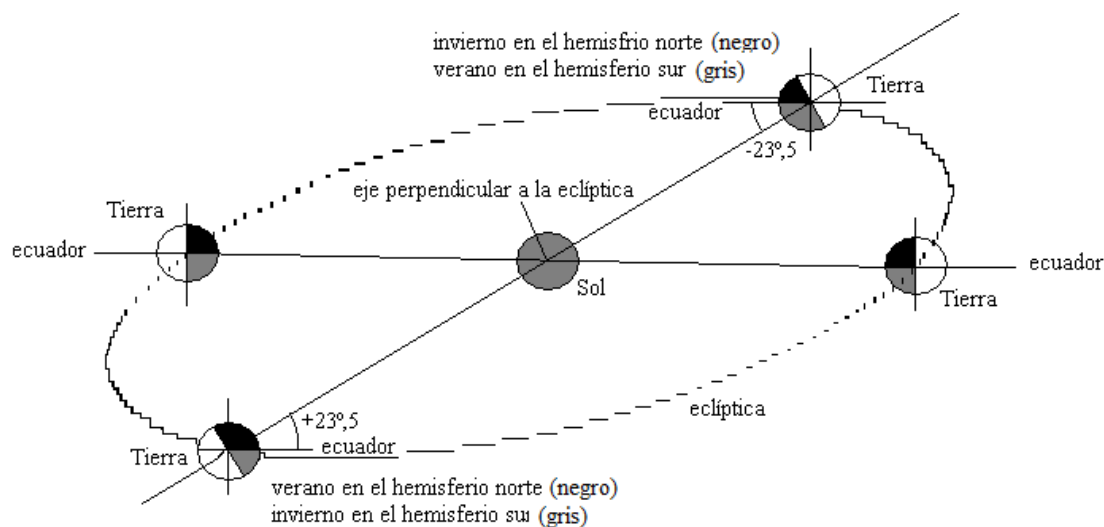


Fig. 1: Esquema del movimiento de traslación. El ángulo entre el plano del ecuador terrestre y el plano de la eclíptica es de $23,5^\circ$ así como el ángulo entre el eje de rotación terrestre y el eje perpendicular al plano de la eclíptica es también de $23,5^\circ$.

La Tierra emplea un año para dar la vuelta completa al Sol siguiendo la llamada eclíptica, curva contenida en un plano, el plano de la eclíptica. Este plano está inclinado con respecto al plano del ecuador terrestre en un ángulo de $23,5^\circ$. O lo que es lo mismo, el eje de rotación terrestre y el eje perpendicular a la eclíptica forman un ángulo de $23,5^\circ$. Para poder visualizar todo esto construiremos el modelo de la figura 1 con la ayuda de una bombilla y algunas pelotas (figura 2). Queremos destacar que el plano del suelo lo tomamos paralelo al ecuador terrestre; de esta forma el eje del mundo queda perpendicular al suelo y simplifica mucho la visualización de los ángulos de inclinación relativos entre la Tierra el Sol (figura 2), y más adelante cuando situemos la Luna en el modelo también ayuda a comprender todo el conjunto.

Usaremos pues 4 esferas en las que es bueno que aparezca dibujada la superficie terrestre distinguiéndose el ecuador y los dos polos) y situaremos en el centro una bombilla que servirá para simular el Sol. Se aconseja disponerlos según los siguientes tamaños y distancias. Para esferas terrestres de 8 cm de diámetro. Dispondremos de un pequeño tapete circular de unos 25 cm de diámetro. Situamos las 4 esferas en forma de cruz (cada una en frente de la otra, figura 2) sobre unos palitos de alturas 3, 15, 25 y 15 cm respectivamente. Los valores mencionados están calculados para que la inclinación del ecuador respecto del plano de la eclíptica sea aproximadamente de unos 23° . Evidentemente se pueden usar otras medidas, pero siempre intentaremos que el ángulo de inclinación sea de 23° para que el modelo tenga utilidad a la hora de simular los movimientos relativos de la Tierra en torno al Sol.

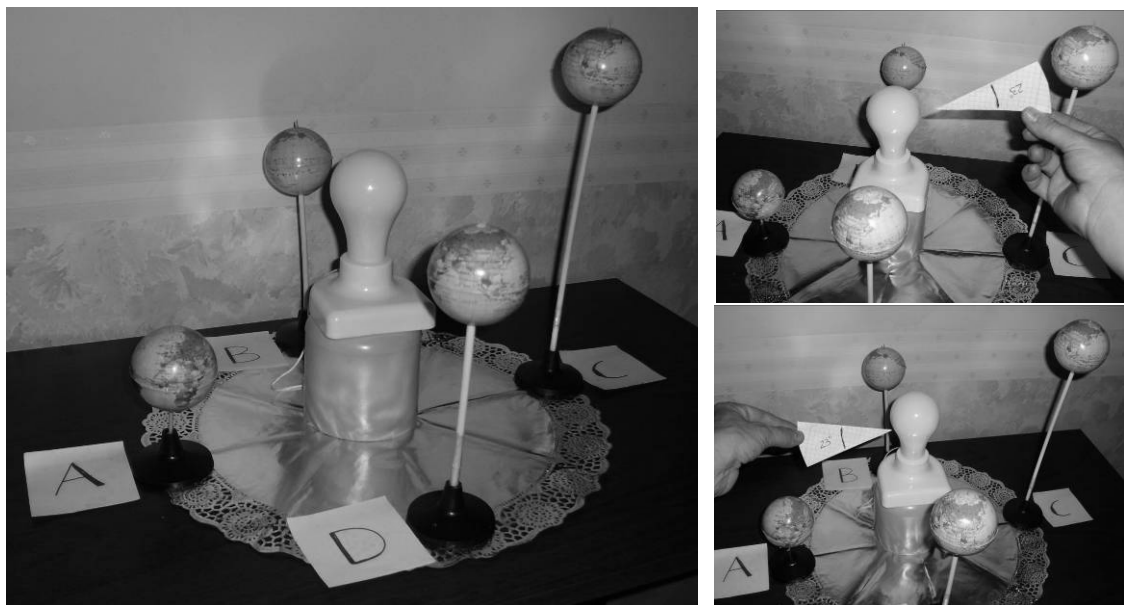


Fig. 2: Disposición de las 4 esferas de la Tierra con la bombilla del Sol en medio. Hay que distribuir las posiciones relativas de forma que el ángulo de la línea desde el centro del Sol al centro de la Tierra forme unos 23° con el suelo, que representa el plano del ecuador

Situaremos el modelo en una habitación a oscuras y con la bombilla del Sol encendida (también puede ser una vela siempre y cuando la altura de la misma sea equivalente). Es evidente que la Tierra que ocupa la posición A recibe más luz en el hemisferio norte que la que está en el lugar C (figura 3). Mientras que la zona iluminada del hemisferio sur es mayor en la C que en la A. En las posiciones B y D ambos hemisferios están igualmente iluminados, estos corresponden a los equinoccios de primavera y otoño.

Si decimos que es verano en el hemisferio más iluminado, e invierno en el hemisferio menos iluminado, se deduce que cuando la Tierra está en la posición A es verano en el hemisferio norte e invierno en el hemisferio sur. Así mismo cuando la Tierra está en la posición C, es invierno en el hemisferio norte y verano en el hemisferio sur.

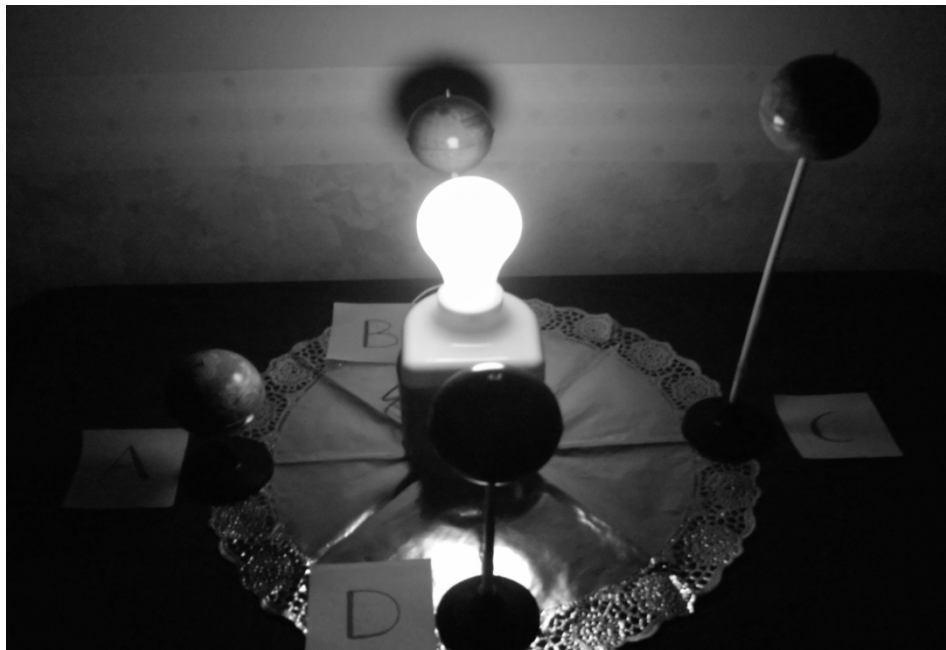


Figura 3: Modelo del movimiento de translación que explica las estaciones

Veamos con detalle la figura 3, cuando la Tierra está en la posición A es verano en el hemisferio norte e invierno en el hemisferio sur. Cuando la Tierra está en la posición C es invierno en el hemisferio norte y verano en el hemisferio sur. Mientras que cuando la Tierra está en las posiciones B y D, están igualmente iluminados y tiene lugar los equinoccios. En ambos casos se ve brillante el palillo del eje del mundo ya que la línea día/noche pasa exactamente por los dos polos. Los días tienen el día y la noche iguales. En la posición A es verano en el hemisferio norte y el Sol está $23,5^\circ$ por encima del ecuador. En cambio en el hemisferio sur es invierno. En la posición C es invierno en el hemisferio norte y el Sol está $23,5^\circ$ por debajo del ecuador. En cambio en el hemisferio sur es verano.

Este modelo puede dar mucho juego ya que si imaginamos que una persona vive en uno de los hemisferios, veremos que visualiza el Sol a diferente altura según la época del año. Supongamos, para fijar ideas, que tenemos una persona en el hemisferio norte cuando estamos en la posición A. Esta persona ve el Sol por encima del plano del ecuador $23,5^\circ$ (figura 3). En cambio si está en el hemisferio norte, pero en la posición C, ve el Sol por debajo del ecuador $-23,5^\circ$ (figura 3). Cuando está en las posiciones B y D lo ve exactamente sobre el ecuador, esto es a 0° sobre el ecuador. Por lo tanto resultan evidentes las variaciones de declinación del Sol a lo largo del año visto desde un mismo lugar de la Tierra.

No es sencillo imaginarnos cómo se puede ver este modelo visto desde la Tierra, así que lo que haremos es construir otro modelo mas "real" para el observador que está ligado a la Tierra y que no tiene la opción de ver este esquema desde fuera de la órbita terrestre. Construiremos un modelo relativo al horizonte local del observador, un modelo observacional.

El Sol sobre el horizonte. Modelo visto desde dentro.

El horizonte del lugar

Para comenzar este modelo del horizonte local elegiremos el lugar del centro desde donde planeamos realizar generalmente todas las observaciones a lo largo del curso. Es bueno seleccionar un lugar algo elevado si es posible o con el horizonte bastante despejado de edificios. Se empieza fotografiando con una cámara sobre un trípode el horizonte del lugar. Es muy sencillo tomar un conjunto de fotografías del mismo desde algún lugar del patio del colegio. Señalaremos la posición del trípode marcándola sobre el suelo con pintura, para poder situarlo de nuevo de forma exactamente igual cuando nos haga falta. La idea es situar en ese mismo lugar el modelo durante cada observación, por lo menos al principio.

Al tomar cada fotografía es necesario que el encuadre tenga una zona común en la siguiente fotografía, para disponer después las copias sobre papel una sobre la otra y obtener el horizonte como una cadena de fotografías con continuidad.

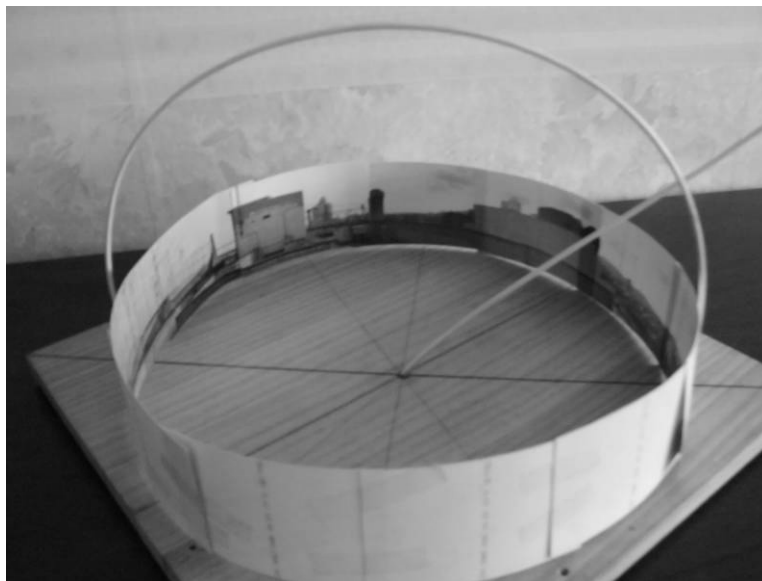


Figura 4: El modelo con el horizonte local, el eje de rotación terrestre y el meridiano del lugar

Cuando tengamos las fotografías impresas podemos fijar las copias una a continuación de la otra, formando un cilindro que después asentaremos sobre una base cuadrada de madera en el mismo lugar donde se han realizado las fotografías (figura 4). Es muy importante situar todas las fotografías acordes con el horizonte real.

A continuación se introduce el eje de rotación terrestre. Con el valor de la latitud del lugar ϕ se puede introducir en la maqueta un alambre según esta inclinación (figura 4). Con este dato es posible fijar el eje de rotación del modelo. Pero como el modelo está orientado según el horizonte local, la prolongación del alambre sirve para ayudar a visualizar el eje real y localizar el Polo Norte (prácticamente en la estrella polar), y es útil también para imaginar la posición del punto cardinal Norte.

Obviamente, introducir el punto cardinal Norte (como proyección de la polar sobre el plano del horizonte o del suelo) y el Polo Norte resulta fácil. A continuación se puede trazar la recta Norte-Sur sobre el modelo y también sobre el suelo del patio o la terraza donde se trabaja (usando el proceso normal de determinación de la recta Norte-Sur). Es muy importante porque cada vez que se vaya a usar el modelo habrá que orientarlo y es muy útil disponer de esta recta Norte-Sur real para facilitar el trabajo. (Con una brújula se puede comprobar dicha dirección).

El siguiente objetivo consiste en situar el meridiano del lugar. El meridiano local es muy fácil de definir, pero no resulta un concepto simple de asimilar para los estudiantes (quizá, en parte, porque cada uno tiene su meridiano del lugar).

Se puede fijar un alambre en forma de semicírculo que pase por los puntos cardinales Norte y Sur y por el extremo del eje de rotación de la Tierra (figura 4). Este alambre es la visualización del meridiano del lugar en el modelo, pero permite imaginar sobre el cielo la línea del meridiano local. Ahora es muy fácil su visualización porque pasa por los mismos lugares que el estudiante puede ver en el modelo. El meridiano local empieza en el mismo edificio tanto en la fotografía como en el horizonte real. Después de pasar por encima de su cabeza acabará en el mismo edificio que se visualiza gracias al alambre en el horizonte de fotografías.

El movimiento diurno y anuo del Sol

Para introducir el ecuador el proceso es algo más complicado. En primer lugar, dibujamos la recta Este-Oeste, perpendicular a la Norte-Sur. Está claro que el ecuador pasará por los dos extremos de la línea Este-Oeste, pero ¿cómo sabremos en qué lugar están estos puntos? Para responder a esta pregunta situaremos de nuevo la cámara sobre el trípode exactamente en la misma posición en que se tomaron las fotografías del horizonte en la primera ocasión en que se comenzó a desarrollar la maqueta. (Por este motivo se pintaron en el suelo las marcas correspondientes para poder situar el trípode de nuevo en el mismo lugar). Con la cámara sobre el trípode se toma una foto de la salida y la puesta de Sol el primer día de primavera o de otoño. Tendremos entonces dos instantáneas de la posición precisa de los puntos cardinales Este y Oeste respectivamente, respecto al horizonte de las fotografías y obviamente sobre el horizonte real (figura 5).

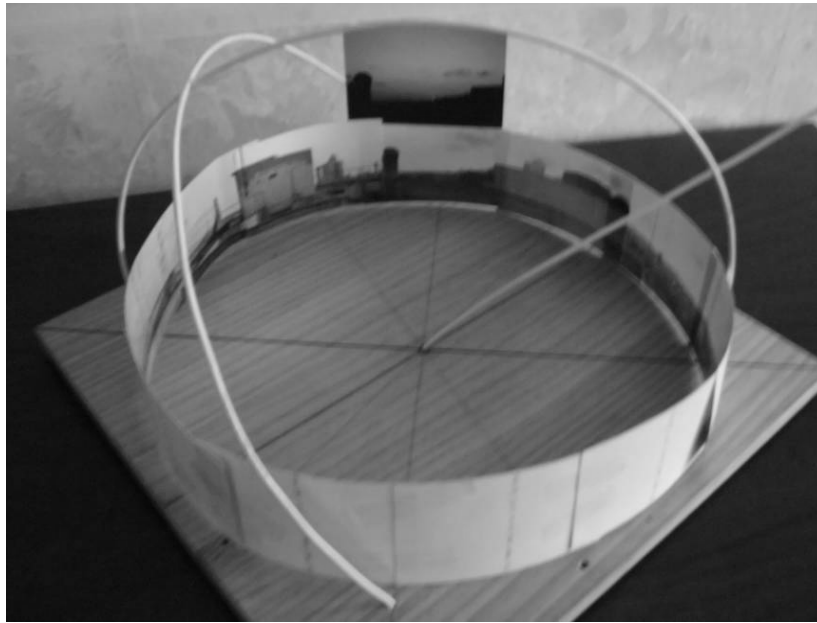


Figura 5: Punto de puesta del Sol el día del equinoccio de primavera o de otoño

El ecuador se simula por medio de otro semicírculo de alambre, en esta ocasión perpendicular al eje de rotación terrestre. Empieza y acaba en los puntos cardinales Este y Oeste (sobre el horizonte, en la recta perpendicular a la Norte-Sur). Pero no es sencillo fijar el círculo de alambre perpendicular al alambre que simboliza el eje de rotación, porque el eje de rotación está inclinado y obviamente el ecuador también deberá estarlo, pero ¿con qué inclinación hay que situarlo? Tomaremos cuatro o cinco fotografías de la salida del Sol el primer día de primavera u otoño. Es peligroso fotografiar el Sol cuando está bastante elevado, hay que hacerlo sólo cuando sea posible mirar la salida del Sol sin que nos moleste la vista. En cuanto moleste un poco hay que dejar de observar y de fotografiar, ya que puede resultar peligroso. Tomaremos todas las fotografías realizadas con el mismo encuadre y usando un software apropiado las sobreponemos unas con otras (tomaremos alguna referencia del horizonte) y podremos distinguir la inclinación del mismo Sol sobre el horizonte. Esta fotografía nos servirá para introducir la inclinación apropiada en el alambre que representa el ecuador en el modelo (figura 6). Si conocemos los puntos donde fijarlo, y también su inclinación, podremos sujetar el alambre sobre la base de madera y sujetarlo al meridiano local (figura 6).

Si se considera el Sol como una estrella más (el Sol es la más importante para los observadores porque está más próxima, pero su comportamiento no es diferente al de las otras estrellas) puede obtenerse la inclinación del movimiento de las estrellas cuando éstas se elevan o se ponen con respecto al horizonte. Para ello basta con que se capten dos fotografías de este instante próximas al punto cardinal Este y al punto cardinal Oeste (figura 7).

No es posible tomar las fotografías mencionadas en el párrafo anterior desde la ciudad donde está construida la escuela. Es preciso salir al campo, a un lugar suficientemente apartado sin contaminación luminosa. Hay que captar las fotografías con una cámara reflex, sobre un trípode y con un disparador de cable. Unos 10 minutos de tiempo de exposición son suficientes. Es muy importante situar la cámara paralela al horizonte (se puede utilizar un nivel para realizar esta operación).



Figura 6: Traza de la salida del Sol

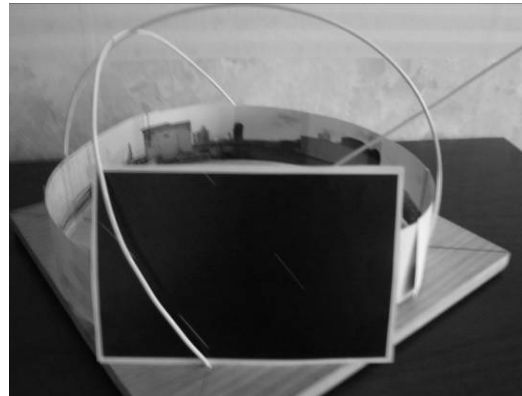


Figura 7: Trazas de las estrellas en la zona este.

Es importante aprovechar esta ocasión para obtener un pequeño repertorio de fotografías. Por ejemplo se puede tomar una de la zona del polo dando unos 15 minutos de exposición, otra de la zona por encima de ella siguiendo el meridiano local, otra a continuación siguiendo también el mismo meridiano y así sucesivamente hasta conseguir la fotografía que ya está rasante al horizonte. La idea es fotografiar todo el meridiano local desde el Norte hasta el Sur pasando por encima de nuestras cabezas. Evidentemente, el meridiano local del lugar donde hayamos decidido tomar las fotografías no es el mismo que el de la escuela, pero los alumnos pueden comprender esta pequeña diferencia fácilmente.

Cuando se tienen todas las fotografías podemos construir una cinta del meridiano con todas ellas. Con esta cinta los estudiantes pueden comprender mejor el movimiento de la esfera celeste alrededor del eje de rotación de la Tierra. Es interesante ver que con el mismo tiempo de exposición la trayectoria dibujada por una estrella cambia de longitud. Es mínima en el entorno del polo y es máxima en el ecuador. También cambia de forma. En el ecuador la trayectoria dibuja una línea recta. En la zona próxima a la Polar las líneas son curvas cóncavas y por debajo del ecuador son convexas. Si las copias sobre papel de las fotografías son suficientemente grandes, podremos situar la cinta por encima de la cabeza del estudiante, lo que le permitirá visualizar y comprender mejor el movimiento.

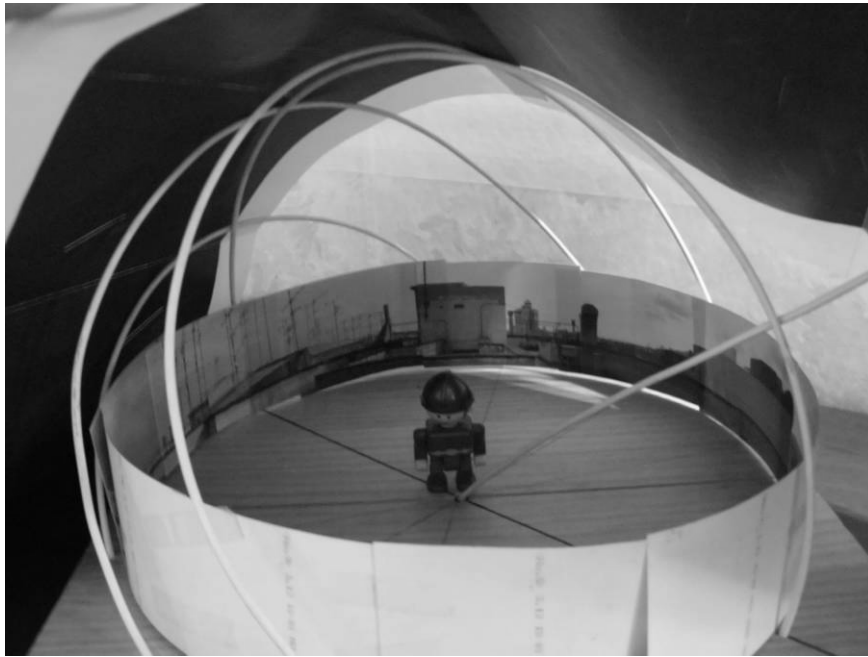


Figura 8: El meridiano local con fotografías

Evidentemente es posible introducir la cinta de fotografías del meridiano local sobre el modelo. Es suficiente hacer algunas fotocopias y agujerearlas por el punto que indica la Polar para poder introducir el eje de rotación. Se observa que el alambre del ecuador se corresponde con las trazas en línea recta que se tienen en la cinta (figura 8).

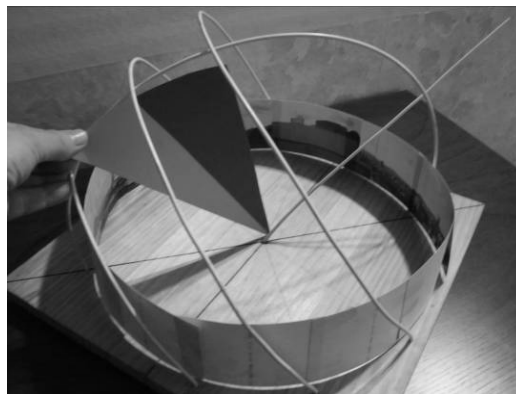
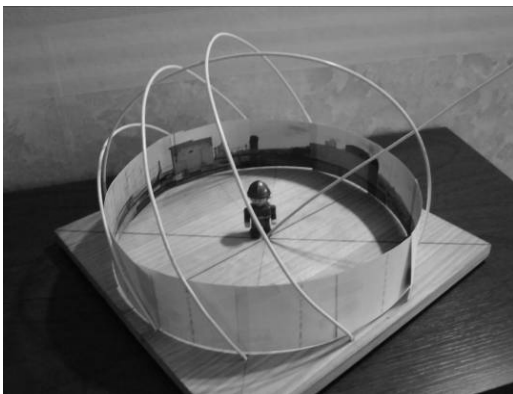


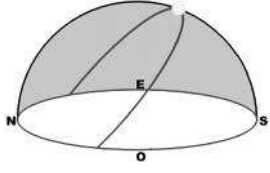
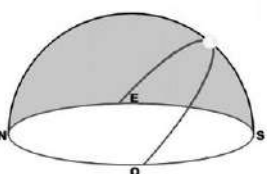
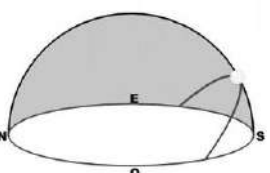
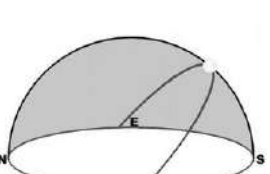
Figura 9: Trayectorias del Sol el primer día de cada estación. Los puntos de salida y puesta a no coinciden salvo dos días: el día de los equinoccios. Figura 10: El ángulo entre dos trayectorias del primer día de dos estaciones consecutivas es de 23.5°

Si se toman de nuevo dos fotografías del primer día del invierno y del verano cuando el Sol sale y se pone, los alumnos podrán ver que las situaciones extremas en su ciudad son muy diferentes. Es sorprendente la diferencia que hay entre una y otra. También pueden fijarse los paralelos de Cáncer y de Capricornio con las fotografías que proporciona la inclinación del ecuador, dado que los paralelos siguen esta misma inclinación. Con un simple transportador es posible verificar que el ángulo interior entre el

paralelo de Cáncer y el ecuador es aproximadamente $23,5^\circ$, y que este ángulo es también el formado entre el ecuador y el paralelo de Capricornio (figuras 9 y 10).

Con el modelo se puede ofrecer a los alumnos las dos posibilidades de visualizar la esfera celeste desde el interior y desde el exterior. Es interesante que ellos puedan observar que el Sol no sale y se pone en la misma posición y que ésta no siempre coincide con el Este y el Oeste respectivamente. Hay muchos libros que mencionan que el Sol sale por el Este y se pone por el Oeste. Con el modelo se puede ver que esto sólo es cierto dos veces al año, pero no lo es los días restantes (figuras 9 y 10).

RESUMEN: El Sol a lo largo del año

	El verano comienza el 21 de junio, solsticio de verano. El Sol sale por el noreste y se pone por el noroeste. Al mediodía el Sol está en el sur muy alto (a unos 73° de altura sobre el horizonte). El día es largo y la noche corta. La duración del día es de 15 horas y la duración de la noche es de 9 horas.
	Tres meses después empieza otoño: 21 ó 22 de septiembre, equinoccio de otoño. El Sol sale por el este y se pone por el oeste. Al mediodía el Sol está en el sur a media altura, a unos 50° de altura sobre el horizonte. La duración del día y de la noche es la misma: 12 horas de día y 12 horas de noche.
	Después de tres meses comienza el invierno: 21 de diciembre, solsticio de invierno. El Sol sale por el sureste y se pone por el suroeste. Al mediodía el Sol está al sur y muy bajo, a unos 27° de altura sobre el horizonte. El día es corto y la noche es larga. La duración del día es de 9 horas y la duración de la noche es de 15 horas.
	Tres meses más tarde empieza la primavera: 21 de marzo, equinoccio de primavera. El recorrido del Sol es el mismo que el primer día de otoño. El Sol sale por el este y se pone por el oeste. Al mediodía el Sol está en el sur a media altura, a 50° de altura sobre el horizonte. La duración del día y de la noche es la misma: 12 horas de día y 12 horas de noche.

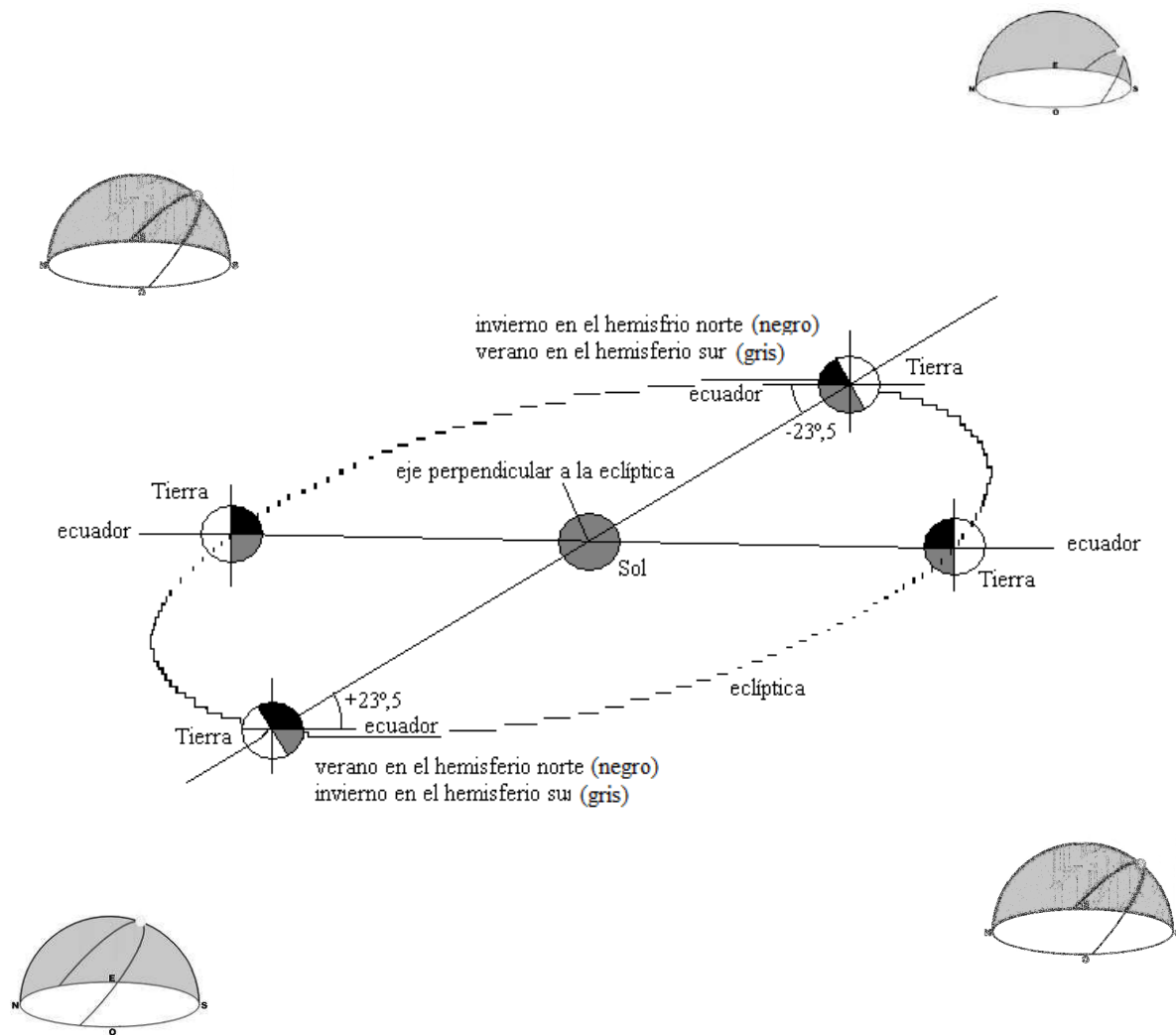


Figura 11: Resumen esquemático del movimiento de translación a lo largo del año

Tierra y Luna: rotación y translación

Translación de la Luna alrededor de la Tierra: fases lunares

Comenzaremos por representar el movimiento de translación de la Luna en torno a la Tierra. La órbita de la Luna está inclinada 5° respecto de la eclíptica, pero no tendremos en cuenta este valor. La Luna da una vuelta completa en aproximadamente un mes (para simplificar, consideraremos un mes lunar de 28 días). Cuando la Luna está en la posición de "Luna llena", vista desde la Tierra se observa completamente iluminada. Si está en la posición de "Luna nueva", la parte iluminada no se ve desde la Tierra. Si está en cualquiera de los dos cuartos (creciente o menguante) desde la Tierra sólo se ve la mitad de la Luna iluminada (la parte iluminada la representamos en blanco y en gris la parte oscura).

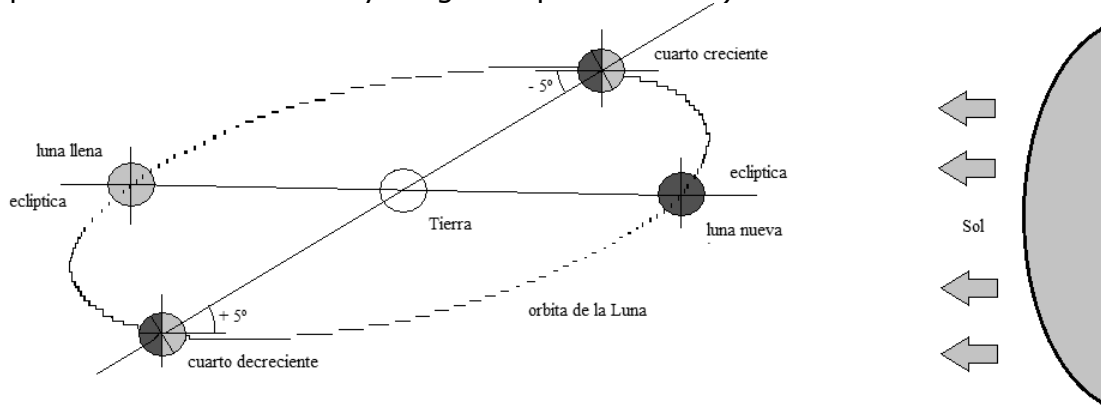


Figura 12: Las fases de la Luna y el movimiento de translación de nuestro satélite.

Modelo de las fases de la Luna

Para explicar las fases de la Luna lo mejor es usar un modelo con una linterna (que servirá de Sol) y un mínimo de 5 voluntarios. Uno de ellos estará situado en el centro representando la Tierra y los otros 4 se situarán alrededor del mismo de forma equidistante para simular las diferentes fases de la Luna.

Para que sea más vistoso es una buena idea que lleven una máscara blanca que servirá para visualizar la fase de la Luna. Colocaremos la linterna encendida detrás de uno de los voluntarios que simula la Luna (algo por encima para que no tape la luz) y comenzaremos por visualizar las 4 fases (vistas desde la Tierra que está en el centro). Es muy fácil descubrir que a veces se ve la máscara completa, a veces sólo un cuarto y otras veces no se ve nada porque deslumbra la luz de la linterna (es decir, del Sol).



Figura 13: Modelo de la Tierra y la Luna con voluntarios (para explicar las fases y la cara visible de la Luna)

Rotación de la Luna: cara oculta

El modelo anterior también sirve para explicar el fenómeno de la cara oculta de la Luna. Vamos a visualizar que sólo podemos ver una sola cara de la Luna debido a que el movimiento de rotación de la Luna y de translación alrededor de la Tierra tiene la misma duración, unos 28 días (aproximadamente 4 semanas).

Comenzamos situando el voluntario que hace de Tierra y un único voluntario para la Luna. Situamos el voluntario que hace de Luna de cara a la Tierra antes de comenzar a moverse. Después ir girando y trasladándose la Luna alrededor de la Tierra. Así si el voluntario que hace de Luna cuando avanza 90° en su órbita en torno a la Tierra, también deberá girar 90° sobre sí mismo y por lo tanto seguirá mirando de cara a la Tierra, y así sucesivamente de 90° en 90° da la vuelta al completo y siempre mirando la misma cara hacia la Tierra central.

La Luna gira en torno a la Tierra, y las dos alrededor del Sol. Modelo visto desde fuera.

A partir de la figura 1, que representa la situación de la Tierra al girar sobre sí misma y trasladarse en torno al Sol, vamos a considerar el movimiento mensual de translación de la Luna alrededor de la Tierra para estudiar a la vez los fenómenos de las fases de la Luna lo largo de las diferentes estaciones, es decir a lo largo del año (figura 14). (El movimiento de rotación de la Luna sobre su eje, ya hemos visto que sólo nos afecta dando siempre la misma cara hacia la Tierra, por lo que lo vamos a obviar en este modelo).

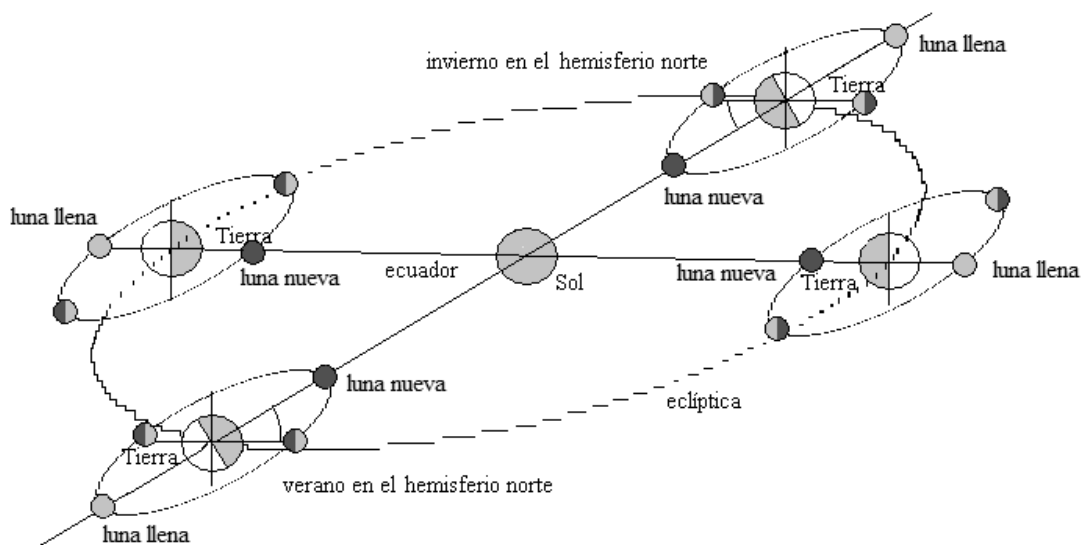


Figura 14: Esquema del movimientos de translación de la Tierra en torno al Sol y de la Luna alrededor de la Tierra. El ángulo entre el plano del ecuador terrestre y el plano de la eclíptica es de 23,5°

Como ya se ha mencionado antes, la Tierra orbita en torno al Sol. La proyección de la imagen del Sol vista desde la Tierra "dibuja" sobre el fondo del cielo la línea imaginaria llamada eclíptica. El ángulo entre la eclíptica y el plano del ecuador terrestre es de 23,5 grados. Vamos a suponer que el plano de la órbita de la Luna alrededor de la Tierra es el mismo que el plano de la eclíptica (hay una pequeña inclinación de unos 5° que obviaremos). Ambos movimientos de translación corresponden a sendas elipses con el Sol o con la Tierra, respectivamente, en un foco. Pero podemos suponer que es un movimiento circular (ya que la excentricidad de las elipses es muy pequeña).

Para poder visualizar todo esto construiremos el modelo de la figura 14 completando el modelo de la figura 3 y añadiendo la órbita de la Luna en cada una de las 4 Tierras que representan las cuatro estaciones.

Seguimos con el plano del suelo paralelo al ecuador terrestre. Usaremos ahora un trozo de acetato o plástico transparente en el que dibujaremos dos circunferencias. La interior, con el mismo diámetro que las 4 esferas terrestres. La exterior que tenga el diámetro doble. Recortaremos ambas circunferencias obteniendo una corona circular de acetato o plástico transparente.



Figura 15: Detalle de las 4 pelotitas blancas de "poliexpán"

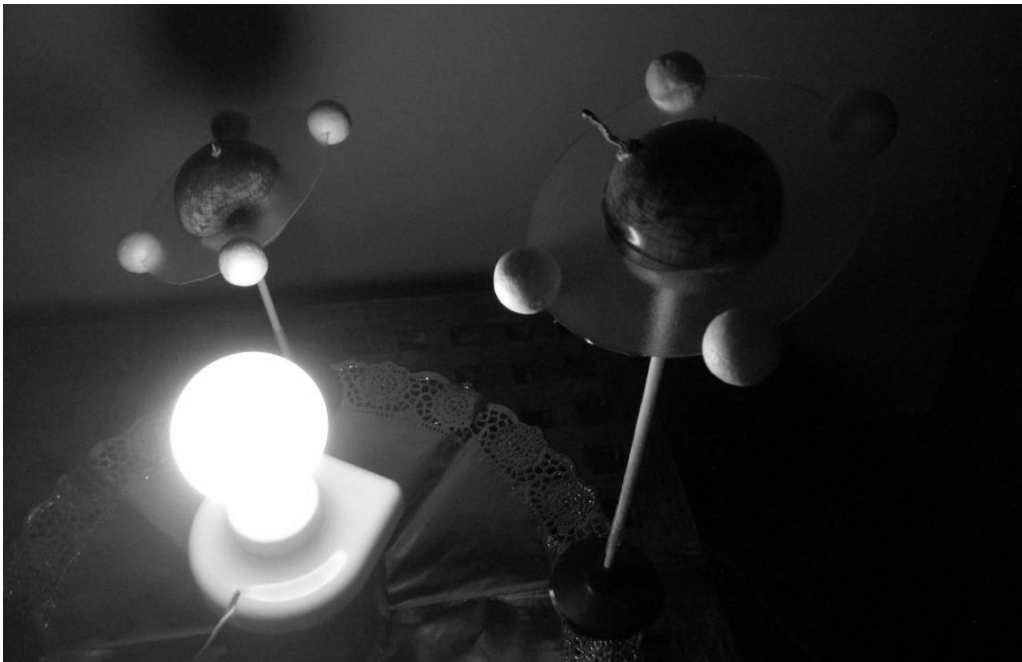


Figura 16: La bombilla central ilumina todas las pelotitas blancas de la misma forma, esto es desde el centro hacia fuera pero el observador las verá según las diferentes fases

En este acetato fijaremos 4 pelotitas blancas de "poliexpán" simplemente cortándolas parcialmente por su diámetro ecuatorial e introduciéndolas en el acetato o plástico donde las fijaremos (figura 15). Podemos repetir este proceso otras veces hasta conseguir un juego de cuatro coronas circulares transparentes con 4 lunitas blancas cada una y las colocaremos sobre las cuatro Tierras. Se puede ver entonces que la bombilla central ilumina todas las pelotitas blancas de la misma forma, esto es desde el centro hacia fuera (figura 16).

Tendremos pues las lunas llenas en la zona más exterior o más alejada del Sol y completamente iluminadas y las lunas nuevas todas en la posición más próxima al Sol, ya que desde la Tierra no se ven por sus caras iluminadas. Las otras dos posiciones que corresponden a los cuartos crecientes y menguantes estarán, vistos desde la Tierra, medio iluminadas.

Se pueden razonar entonces una serie de fenómenos relacionados con la altura sobre el horizonte de las lunas según sea la estación en que las observamos. Se ve por ejemplo que la Luna llena más alta sobre el horizonte del hemisferio norte tiene lugar en invierno y que la más baja en verano, pero visualizaremos estos fenómenos de forma más clara sobre el modelo del horizonte donde abordaremos, en el siguiente apartado, la posición de la Luna (figuras 14 y 17).



Figura 17: Modelo de la translación de la Tierra en torno al Sol y de la Luna alrededor de la Tierra. Se han representado solamente las lunas llenas y lunas nuevas.

La Luna sobre el horizonte

Debido al movimiento de translación de la Tierra en torno al Sol, observamos variaciones en la trayectoria aparente del Sol a lo largo de las estaciones del año. Cerca del solsticio de verano el Sol alcanza una gran altura sobre el horizonte, cuando está cerca de los equinoccios de primavera y otoño alcanza una altura media y en el solsticio de invierno el Sol va muy bajo. Entre una trayectoria y la otra han transcurrido 3 meses. Por motivos análogos, hay variaciones de altura en el recorrido de la Luna a lo largo del mes. Su órbita de translación está prácticamente en el mismo plano que la órbita de la Tierra alrededor del Sol. Pero la Luna necesita solamente dos semanas para pasar de la posición más baja a la más alta y otras dos semanas más para pasar de la más alta a la más baja.

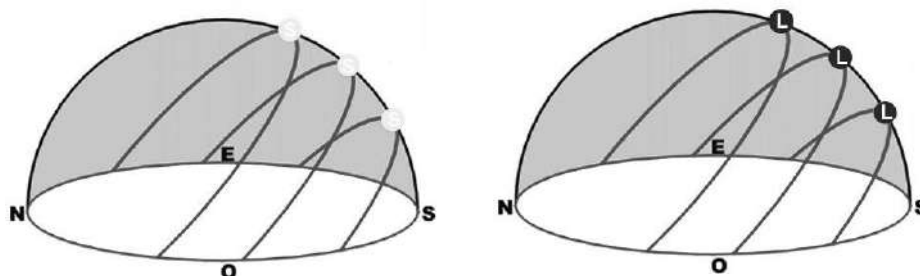


Figura 18: Trayectorias del Sol a lo largo de un año y de la Luna a lo largo de un mes

Una manera fácil y sencilla de encontrar la Luna en el cielo será mirando un calendario de lunas (figura 19) y utilizando nuestras propias manos. Se trata de dibujar la Luna y el Sol sobre el dorso de nuestras manos y extenderlas hacia el cielo (figura 20). Taparemos el Sol con la mano que lleve su dibujo. Buscaremos la Luna en la dirección que nos enseña la otra mano, utilizando las siguientes indicaciones.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10 Nuevo	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25 Llena	26
27	28	29	30	31		



Figura 19: Calendario de Lunas

Figura 20: Posición relativa Sol-Luna usando las manos

Siempre que la Luna sea menguante (en el mes del ejemplo, la primera y la

última semana), dibujaremos en el dorso de nuestra mano izquierda el Sol y en la derecha la Luna. De esta manera, nuestras manos nos indican que tenemos que buscar la Luna a la derecha del Sol (figura 21).

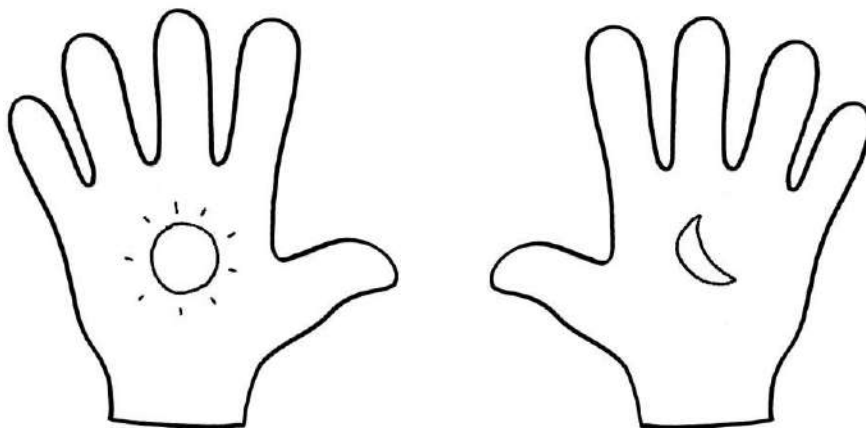


Figura 21: Esquema de la posición relativa Sol-Luna menguante usando las manos

Siempre que la Luna sea creciente (en el mes del ejemplo, la tercera y la cuarta semana), dibujaremos en el dorso de nuestra mano izquierda la Luna y en la derecha el Sol (figura 22). De esta manera, nuestras manos nos indican que tenemos que buscar la Luna a la izquierda del Sol.

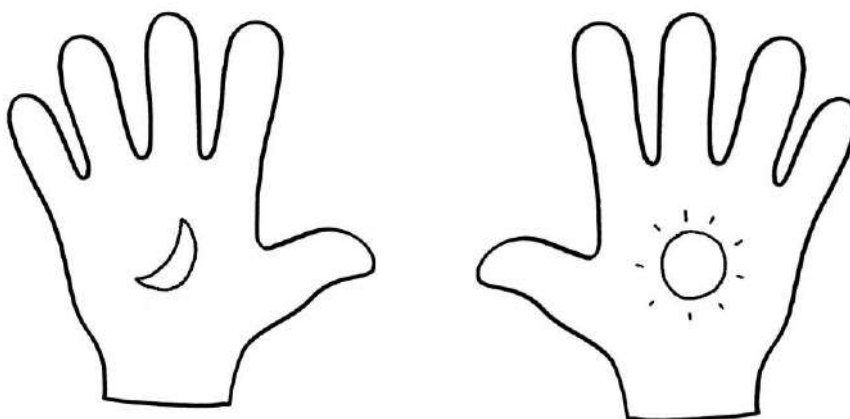


Figura 22: Esquema de la posición relativa Sol-Luna creciente usando las manos

Trayectorias de la Luna: fases y estaciones

Observando las figuras 14 y 17 se puede comprobar que la Luna nueva evidentemente está siempre dirigida hacia el Sol, ya que es precisamente cuando la Luna no se ve. Está, pues, a “contra luz” en la dirección del Sol. Comenzaremos por estudiar en cada estación el movimiento de la Luna a partir de la fase nueva, ya que ésta describirá exactamente la misma trayectoria que el Sol.

En el equinoccio de primavera el Sol se sitúa en el ecuador celeste. Día a día aumenta su altura sobre el horizonte, hasta que después de tres meses

traza su recorrido más alto y más largo a lo largo del primer día de verano. Luego va bajando lentamente día a día, hasta que tres meses después, el primer día de otoño, llega de nuevo al ecuador celeste. A lo largo de los tres meses siguientes baja cada vez más hasta llegar al solsticio de invierno, el primer día de invierno. Finalmente, día a día, asciende otra vez durante los tres meses siguientes hasta llegar de nuevo al ecuador el día del equinoccio de primavera. Se cierra así el ciclo anual de este movimiento. La Luna describe también una trayectoria análoga a la del Sol, pero a lo largo de un mes.

Lunas de primavera

Comenzaremos, para fijar ideas, con la Luna nueva de primavera. Como se ve en las figuras 14 y 17, la Luna nueva está en la misma dirección que el Sol. La Luna nueva de primavera recorre el cielo al igual que el Sol. Sale por el este y se pone por el oeste (aunque al ser Luna nueva no podamos verla), la Luna de la siguiente semana es Luna creciente y como ha transcurrido una semana será una Luna que debe recorrer la trayectoria que está por encima del ecuador, así pues, la Luna sale por el noreste y se pone por el noroeste. Esta es la Luna que durante este mes puede alcanzar la mayor altura sobre el horizonte. La Luna llena de primavera saldrá una semana después y deberá estar por debajo (ya que no puede ascender por encima del alambre superior), así que vuelve al ecuador: sale por el este y se pone por el oeste. Finalmente, la siguiente luna, la menguante, será la que recorre la trayectoria más baja. Así que sale por el sureste y se pone por el suroeste. Y acaba el ciclo mensual con la siguiente Luna nueva.

Lunas de verano

Dos meses más tarde llegaremos a la primera Luna nueva de verano. La Luna nueva de verano comenzará por recorrer el mismo paralelo del cielo que el Sol de verano, será la Luna más alta de verano. La semana siguiente, la Luna creciente estará recorriendo el ecuador celeste. Una semana después la Luna llena recorrerá la trayectoria más baja hasta que la última semana la Luna menguante estará recorriendo de nuevo el ecuador celeste.

Lunas de otoño

La Luna nueva de otoño volverá a recorrer el ecuador coincidiendo con el Sol el día del equinoccio de otoño. Al cabo de una semana, adelantándose al Sol en su recorrido descendente, la Luna creciente recorrerá la trayectoria que corresponde al paralelo celeste inferior. La Luna creciente de otoño sale por el sureste y se pone por el suroeste y es la más baja del mes. La siguiente Luna, una semana después, recorre el ecuador: sale por el este y se pone por el oeste. La última Luna, la menguante, será la más alta del mes: Sale por el noreste y se pone por el noroeste, recorriendo el paralelo celeste más elevado.

Lunas de invierno

Para terminar con todas las lunaciones que corresponden al inicio de las estaciones, veamos cómo se comporta la Luna de invierno. La Luna nueva

recorre la trayectoria más baja al igual que lo hace el Sol del primer día de invierno. Al cabo de una semana la Luna creciente recorre el ecuador saliendo por el este y poniéndose por el oeste. La semana siguiente la Luna llena recorre la trayectoria más alta saliendo por el noreste y poniéndose por el noroeste y, finalmente, otra semana más tarde, la Luna menguante recorre de nuevo el ecuador.

Horas de salida y puesta

Está claro que la Luna sale 90°, o sea un cuarto de vuelta, más tarde después de una semana, por lo tanto la Luna sale unas 6 horas más tarde después de una semana.

$$6 \text{ horas} / 7 \text{ días} = 0,86 \text{ horas/día} = 51 \text{ minutos/día}$$

Resumiendo:

la Luna sale cada día unos 50 minutos más tarde

Podemos ver un ejemplo comparando estas dos fotografías en las que vemos el horizonte este y las salidas de la Luna. Si un día de primavera vemos la salida de un creciente de Luna por el horizonte noreste, al día siguiente tendremos que esperar aproximadamente una hora para ver otra vez la salida de la Luna (figura 23 y 24).



Figura 23 y 24: Salida de la Luna creciente dos días consecutivos

En las puestas de la Luna por el horizonte oeste también ocurre lo mismo. Veamos en las siguientes fotografías un ejemplo de un menguante de Luna. En un día de primavera vemos la puesta de la Luna por el horizonte suroeste a una hora determinada. Al día siguiente tendremos la puesta de la Luna una hora más tarde (figura 25 y 26).



Figura 25 y 26: Puesta de la Luna menguante dos días consecutivos

Altura de la Luna sobre el horizonte

Cuando la Luna recorre el ecuador, la altura sobre el horizonte corresponde a la colatitud del lugar. Para nuestra región geográfica, si adoptamos como latitud media la del centro de la península a unos 40° , la colatitud es de 50° (figura 27).

Cuando la Luna recorre el paralelo celeste superior, se sitúa a $50^\circ + 23^\circ = 73^\circ$ y si se sitúa en el paralelo celeste inferior, se halla aproximadamente a $50^\circ - 23^\circ = 27^\circ$ (figura 27).

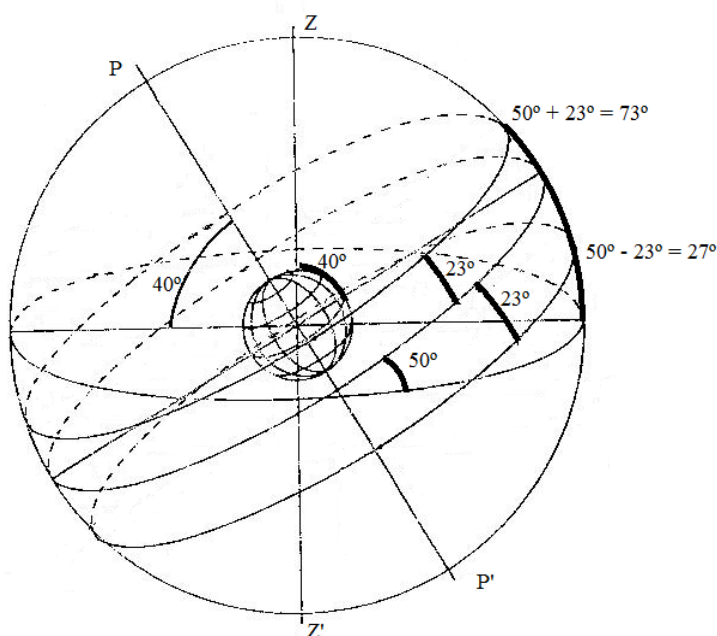


Figura 27: Altura de la Luna sobre el horizonte

En esta ocasión se ha redondeado la oblicuidad de la eclíptica a 23° ya que con las aproximaciones efectuadas no tiene sentido considerar medio grado. Para Canarias se puede repetir la deducción partiendo de la latitud de 28° .

Resumen: primera lunación de cada estación

	primavera		verano		otoño		invierno	
Luna nueva No se ve	Sale E Pone O Altura 50°		Sale NE Pone NO Altura 73°		Sale E Pone O Altura 50°		Sale SE Pone SO Altura 27°	
Luna creciente Se ve tarde y noche	Sale NE Pone NO Altura 73°		Sale E Pone O Altura 50°		Sale SE Pone SO Altura 27°		Sale E Pone O Altura 50°	
Luna llena Se ve toda la noche	Sale E Pone O Altura 50°		Sale SE Pone SO Altura 27°		Sale E Pone O Altura 50°		Sale NE Pone NO Altura 73°	
Luna menguante Se ve madrugada y mañana	Sale SE Pone SO Altura 27°		Sale E Pone O Altura 50°		Sale NE Pone NO Altura 73°		Sale E Pone O Altura 50°	

Modelo del Sol y la Luna. Modelo visto desde dentro.

Modelo del abanico

Usaremos un abanico para representar las posiciones relativas del Sol y de la Luna en sus diferentes fases, porque de esta manera podremos ir abriendo o cerrando el abanico según la fase de la Luna. Sólo dibujaremos en el abanico: el Sol en un extremo, la luna creciente o menguante en medio (una en cada lado del abanico) y la Luna llena en el otro extremo en la cara donde está a Luna creciente (figuras 28 y 29).

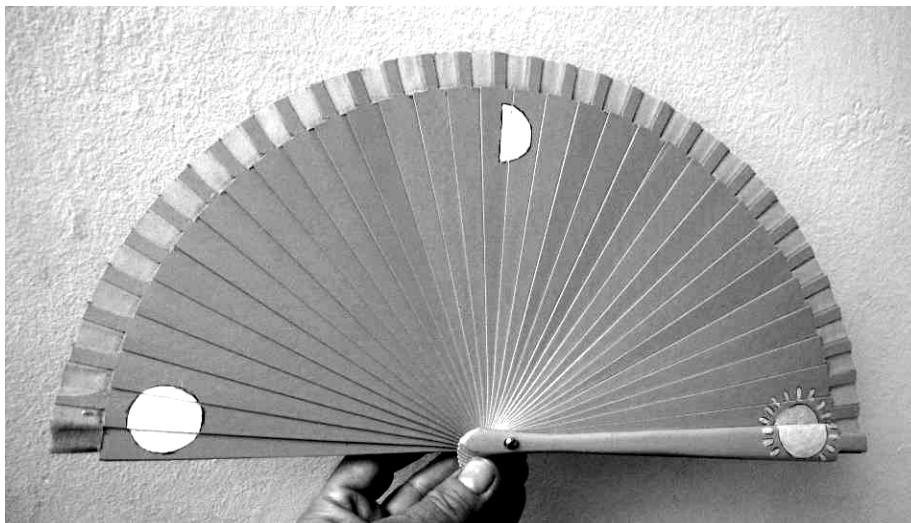


Figura 28: Foto del abanico con la Luna creciente y la Luna Llena dibujadas

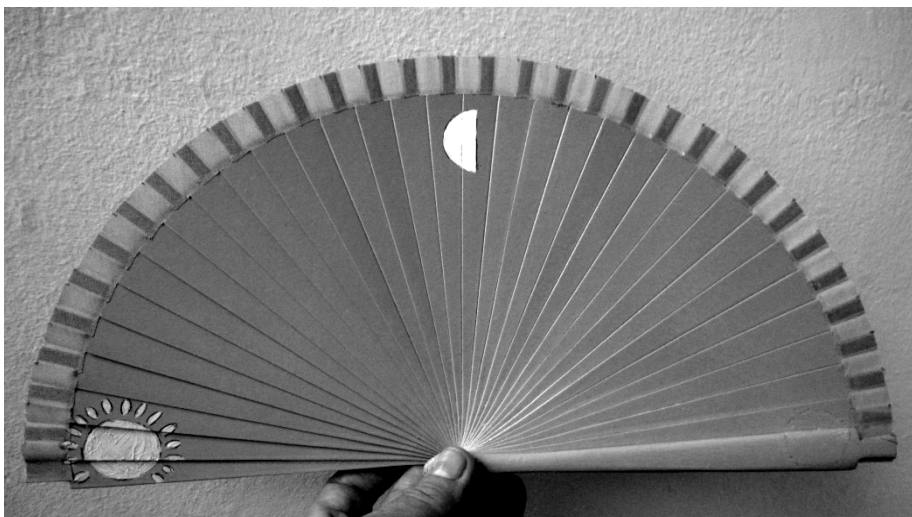


Figura 29: Foto del abanico con la Luna menguante dibujada

Cuando el Sol se pone por el oeste alrededor del equinoccio de primavera, la Luna nueva coincide con el Sol, y por tanto no es visible. Una semana después, el cuarto creciente sale a 90° del Sol (figura 30) pero ocupa la

posición del Sol en el solsticio de verano. Así pues la Luna saldrá por el noreste cuando el Sol pase por el sur (figura 30), pasará a gran altura por el sur cuando el Sol se ponga, y se pondrá a medianoche por el horizonte noroeste. Será visible durante unas 15 horas. El creciente de primavera es el más alto del año.

Una semana después el Sol sigue muy próximo al ecuador y la Luna llena también habrá vuelto ecuador, ya que ocupa la posición que el Sol tendrá en otoño. Como está a 180° del Sol, la Luna llena saldrá por el este cuando el Sol se ponga (figura 31) y se pondrá por el oeste cuando el Sol salga por el este, así que estará visible toda la noche, es decir, unas 12 horas.

En la tercera semana, la Luna llega al cuarto menguante, situándose a 90° del Sol pero ahora por delante de éste. Por lo tanto, el Sol sale cuando la Luna está en el sur (culmina) y ésta permanece por encima del horizonte en parte por la noche (de madrugada) y en parte durante la mañana (figura 32). En resumen, el cuarto menguante sale a medianoche, culmina a la salida del Sol y se pone a mediodía. El cuarto menguante de primavera ocupa la posición aproximada del Sol del solsticio de invierno. Es decir, sale por el sureste, se eleva a poca altura sobre el sur, y se pone por el suroeste. Su recorrido en el cielo dura solamente unas 9 horas. La Luna menguante de primavera es la más baja del año.

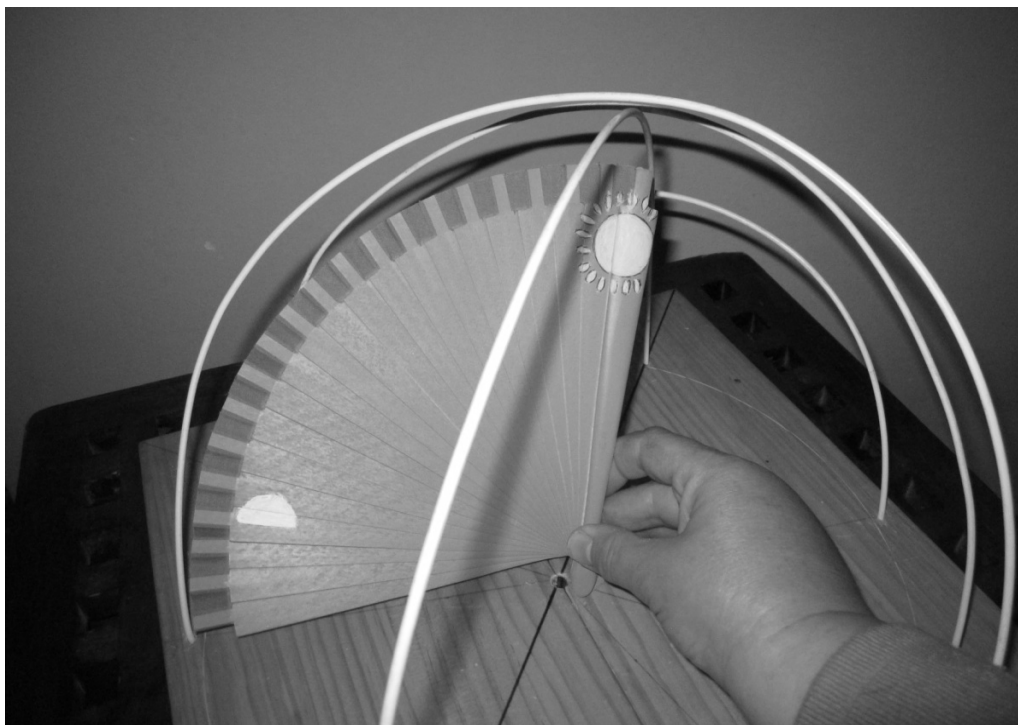


Figura 30: Sol de primavera en el ecuador y Luna creciente en el alambre superior

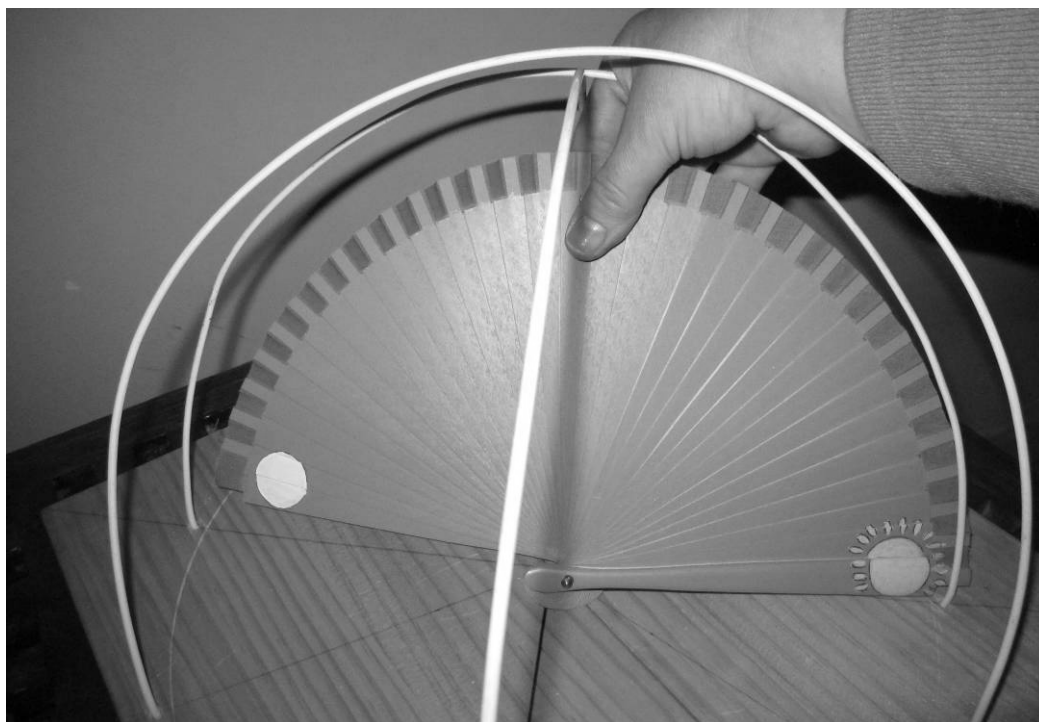


Figura 31: Sol de primavera en el ecuador y Luna llena en el ecuador

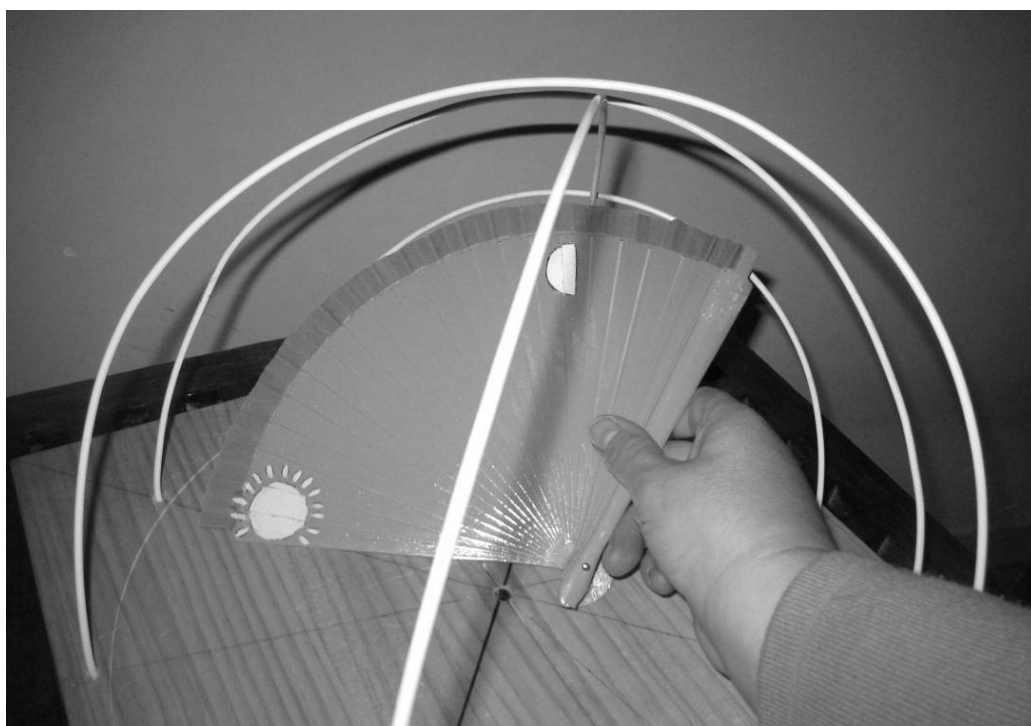
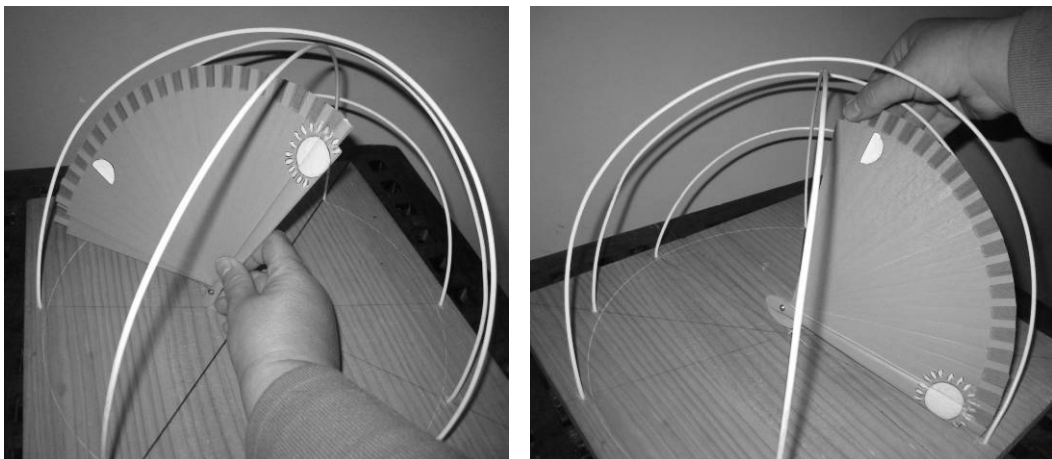


Figura 32: Sol de primavera en el ecuador y Luna menguante

En general este estudio realizado para la primavera se puede generalizar de forma análoga a cualquier estación. Basta tener en cuenta lo siguiente:

- El primer día de verano el Sol recorre la trayectoria superior y la Luna nueva también. Una semana después el Sol recorre poco más o menos la misma trayectoria superior pero la Luna creciente recorre el ecuador. Una semana más tarde el Sol sigue en la trayectoria superior y la Luna llena en la trayectoria inferior, que recordemos, es la del Sol durante el solsticio de invierno (*). La última semana el Sol sigue más o menos en la trayectoria superior y la Luna menguante está en la trayectoria que representa el ecuador y se acaba el ciclo (figuras 33, 34 y 35). Hay que hacer un comentario simpático en el * anterior. Esta Luna llena es la Luna que aparece más baja en el horizonte durante todo el año. Es la Luna de las fotografías románticas de los enamorados cuyo perfil se ve recortado sobre el disco lunar. En cualquier otra época del año la Luna llena se eleva mucho más y solamente es posible obtener este tipo de encuadre en los momentos de la salida o la puesta de la Luna (figura 36).



Figuras 33 y 34: Sol de verano en el paralelo superior y Luna creciente en el ecuador avanzando a lo largo del día

- El día del equinoccio de otoño el Sol recorre el ecuador junto a la Luna nueva. La semana siguiente el Sol sigue en el ecuador y la Luna creciente recorre la trayectoria inferior del modelo. Siete días más tarde el Sol sigue en el ecuador y la Luna también. Finalmente, la última semana de la lunación el Sol está más o menos en el ecuador y la Luna en la trayectoria superior. El creciente de otoño es el más bajo del año.
- El primer día de invierno el Sol recorre la trayectoria inferior del conjunto con la Luna nueva. La semana siguiente podemos pensar que el Sol sigue en la misma trayectoria inferior y la Luna creciente recorre el ecuador. Otra semana más y el Sol sigue en la trayectoria inferior y la Luna llena en la trayectoria superior, la que recorre el Sol el día del solsticio de verano. Es la época del año en que podemos ver la Luna llena lo más alta posible sobre el horizonte. Finalmente, la

última semana el Sol sigue en la trayectoria más baja y la Luna menguante recorre el ecuador.

Hay que mencionar que en el resumen anterior hemos simplificado mucho el proceso para poder hacerlo más comprensible. Sólo se ha mencionado la posición que ocupa la Luna cada 7 días, suponiendo además que durante todo el proceso el Sol se mantiene aproximadamente en el mismo paralelo celeste.

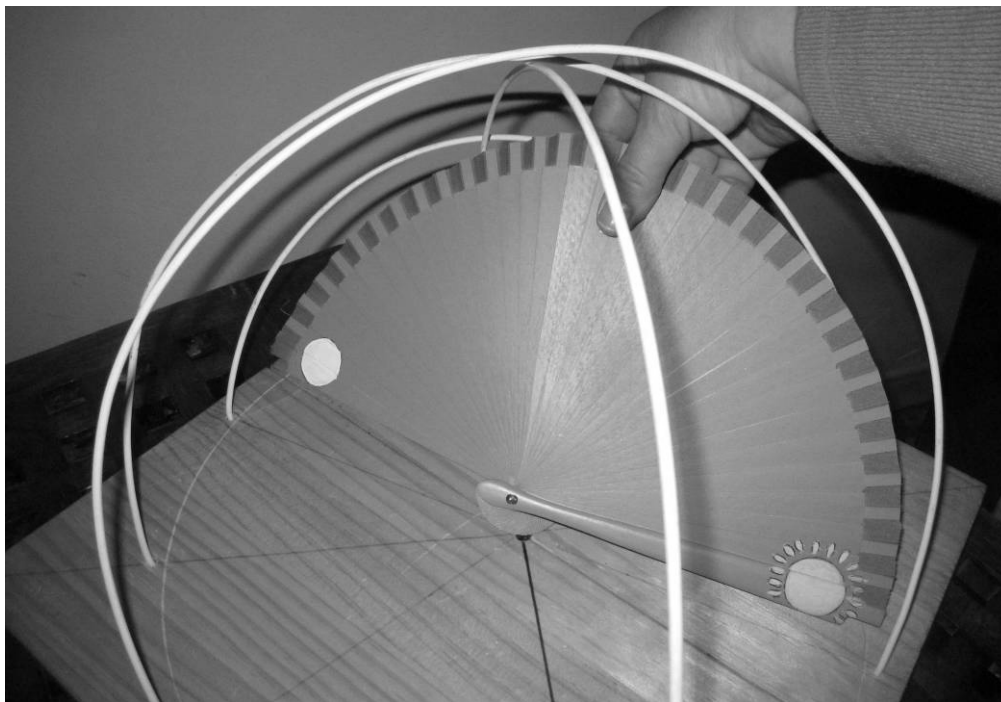


Figura 35: Sol de verano en el paralelo celeste superior y Luna llena en el inferior

Extensión del modelo del abanico: modelo del semicírculo

En el modelo del abanico se presentaba el movimiento de la Luna el primer día de cada una de las estaciones. En este caso se estudia la situación de la Luna cada uno de los 28 días de su lunación. Para ello construiremos un semicírculo con un material rígido y ligero como el cartón pluma.

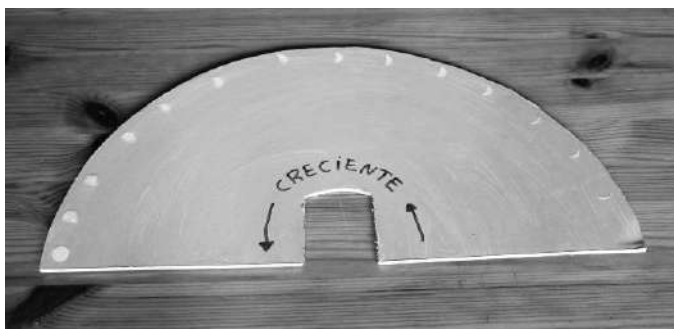


Figura 36: Lunas crecientes por un lado (14 lunas que corresponden a 2 semanas).

Por un lado del semicírculo, dibujamos las 14 lunitas crecientes y por el otro las 14 lunitas menguantes (figuras 36 y 37).



Figura 37: Lunas menguantes por el otro lado (14 lunas de las otras 2 semanas del mes)

Fases crecientes en las diferentes estaciones

Lunas crecientes de primavera

Usaremos las posiciones consideradas en el modelo del abanico donde teníamos la luna nueva en el ecuador, el cuarto creciente en el alambre del solsticio de verano y la Luna llena en el ecuador (figura 38).

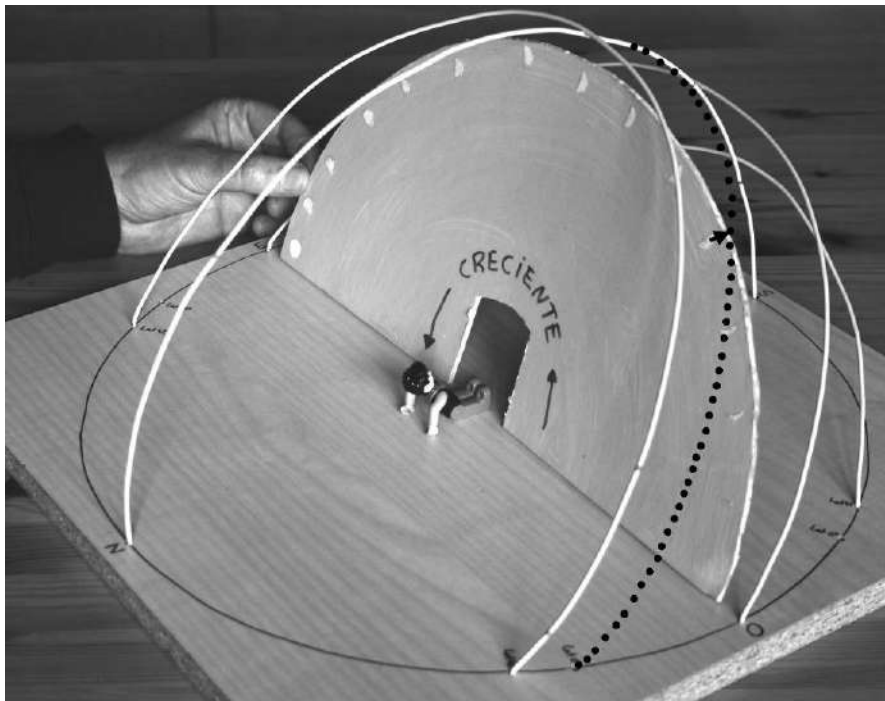


Figura 38: Crecientes de primavera. La línea punteada representa la trayectoria de la lunita considerada

Colocamos, pues el semicírculo con el lado de los crecientes hacia donde estamos situados nosotros, de manera que la Luna nueva coincida con la posición del Sol poniente de primavera, esto es la Luna nueva en el

ecuador, en el punto cardinal oeste (figura 38). Además la Luna en cuarto creciente debe estar en el paralelo por donde pasa el Sol el primer día de verano y la Luna Llena en el ecuador, en el punto cardinal este. De esta manera quedará representada toda la secuencia de crecientes que serán visibles durante dos semanas entre la Luna nueva y la Luna llena. Cada pequeña lunita indica la posición del paralelo correspondiente a ese día de lunación entre las fases consideradas (el paralelo se señala en una línea punteada en la figura 38).



Figura 39: Crecientes de verano

Lunas crecientes de verano

En el modelo del abanico teníamos la Luna nueva en la posición del Sol en el solsticio de verano, la Luna creciente en el ecuador y la Luna llena en el solsticio de invierno. Colocamos el semicírculo con los crecientes en el lado hacia nosotros, de manera que la Luna nueva (coincidente con el Sol), se sitúe en el horizonte noroeste, en el punto de intersección del paralelo superior y el horizonte. La parte superior del semicírculo, donde está la lunita en el cuarto creciente en el ecuador y la Luna llena en el punto de intersección del paralelo inferior con el horizonte sureste (figura 39). De esta manera quedará representada toda la secuencia de crecientes que serán visibles durante dos semanas entre la Luna nueva y la Luna llena de verano.

Lunas crecientes de otoño

Colocamos el semicírculo con los crecientes hacia nosotros, de manera que la Luna nueva (coincidente con el Sol), se sitúe en el horizonte oeste, en el punto de intersección con el ecuador con el horizonte, el cuarto creciente toque el paralelo inferior y la Luna llena en el ecuador justo en el punto cardinal este. De esta manera quedará representada toda la secuencia de

crecientes que serán visibles durante dos semanas entre la Luna nueva y la Luna llena. Pero ahora, al contrario que en primavera, los crecientes quedan bajos y con los cuernos de lado.

Lunas crecientes de invierno

Colocamos el semicírculo con los crecientes en la parte superior, de manera que la Luna nueva (coincidente con el Sol), se sitúe en el horizonte oeste, en el punto de anclaje del paralelo inferior. Ahora el semicírculo debe ser alzado de manera que el cuarto creciente toque el ecuador y la Luna llena el paralelo superior en el horizonte noreste. De esta manera quedará representada toda la secuencia de crecientes que serán visibles durante dos semanas entre la Luna nueva y la Luna llena.

Fases menguantes en las diferentes estaciones

Lunas menguantes de primavera

Colocamos el semicírculo con los menguantes hacia nosotros, de manera que la Luna nueva (coincidente con el Sol), se sitúa en el horizonte este, en la intersección del ecuador con el horizonte, el cuarto menguante que toque el paralelo inferior y la Luna llena en el ecuador, en el punto cardinal oeste (figura 40). De esta manera quedará representada toda la secuencia de menguantes. Pero ahora, al contrario que con los crecientes, las lunas menguantes de primavera quedan bajas y con los cuernos de lado.

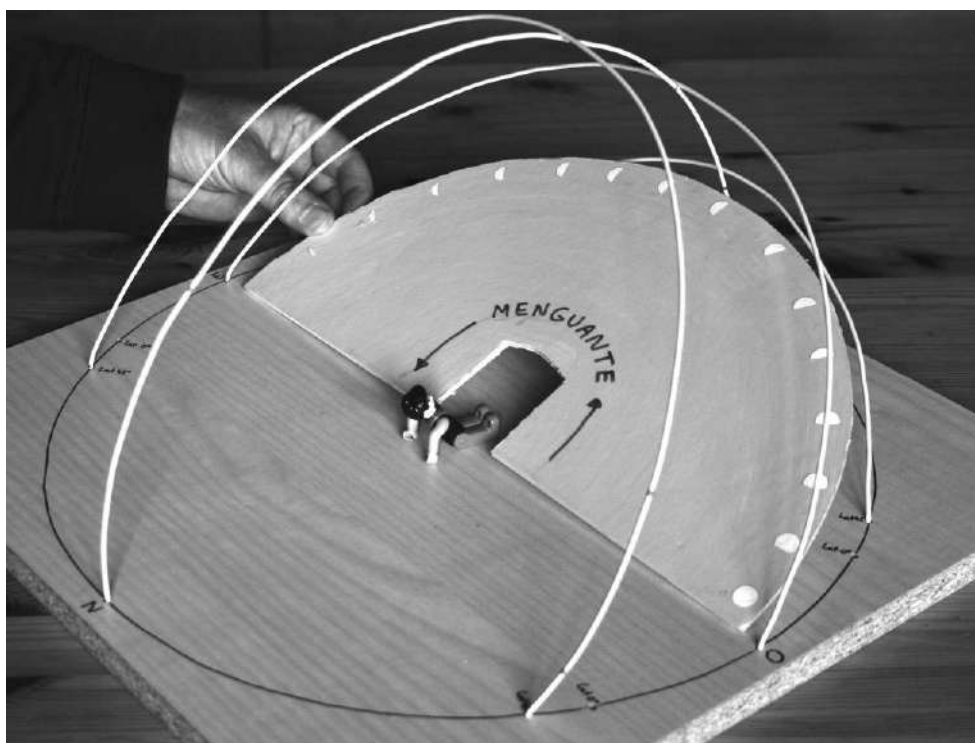


Figura 40: Menguantes de primavera

Lunas menguantes de verano

Colocamos el semicírculo con los menguantes en el lado que mira hacia

nosotros, de manera que la Luna nueva (coincidente con el Sol), se sitúa en el horizonte noreste, en la intersección del paralelo superior y el horizonte. La parte superior del semicírculo, donde está en el cuarto menguante, en el ecuador y la Luna llena en el punto de intersección del paralelo inferior con el horizonte suroeste y así quedará representada la secuencia de menguantes durante dos semanas entre la Luna llena y la Luna nueva.

Lunas menguantes de otoño

Situamos el semicírculo con los menguantes hacia nosotros, de manera que la Luna nueva (coincidente con el Sol), se coloca en el horizonte este, en la intersección del ecuador celeste con el horizonte, el cuarto menguante que toque el paralelo superior y la Luna llena en el ecuador, en el punto cardinal oeste (figura 41). De esta manera quedará representada toda la secuencia de menguantes. En este caso, al contrario que en primavera, los menguantes quedan altos y con los cuernos casi verticales. En otoño, los menguantes de Luna se ven muy altos durante todo el horario escolar por la mañana.

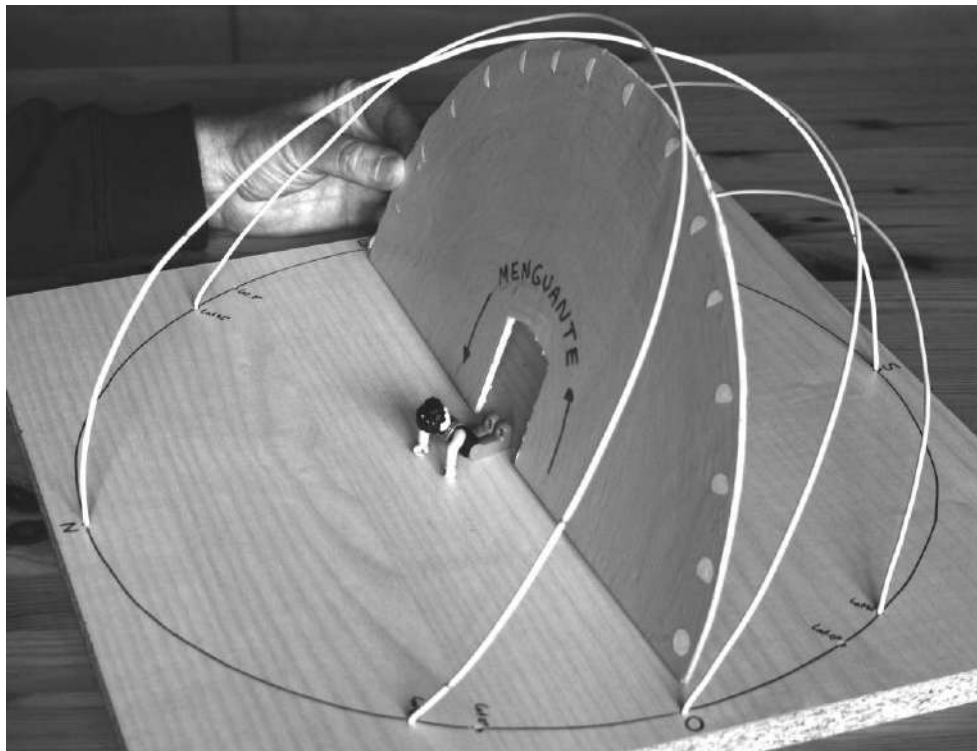


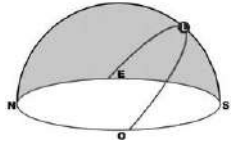
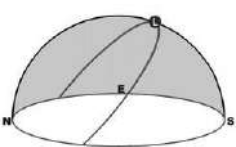
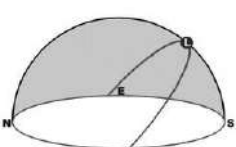
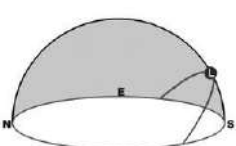
Figura 41: Menguantes de otoño

Lunas menguantes de invierno

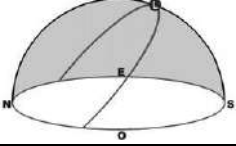
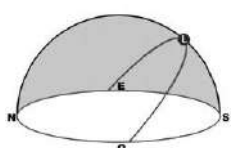
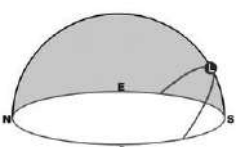
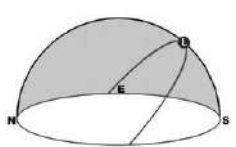
Colocamos el semicírculo con los menguantes en la parte superior, de manera que la Luna nueva (coincidente con el Sol), se sitúa en el horizonte este intersección con el paralelo inferior y la parte de arriba del semicírculo, donde está el cuarto creciente que toque el ecuador y la Luna llena el paralelo superior en el horizonte noroeste. Entonces tenemos representada toda la secuencia de menguantes que serán visibles durante dos semanas entre la Luna llena y la Luna nueva.

Resumen: la Luna en diferentes estaciones

Luna de primavera

	La Luna nueva y el Sol salen por el este y se pone por el oeste. Cuando la Luna está en el sur está a media altura, a unos 50° de altura sobre el horizonte. La luna nueva no se ve.
	Siete días después tenemos la Luna creciente. La Luna sale por el noreste y se pone por el noroeste. Cuando el Sol se pone, la Luna está en el sur a muy alta, unos 73° sobre el horizonte. La Luna creciente se ve por la tarde y por la noche.
	Después de siete días hay Luna llena. La Luna sale por el este y se pone por el oeste. Cuando el Sol se pone, sale la Luna por el horizonte de la zona opuesta. Cuando la Luna está en el sur está a media altura, a unos 50°. La Luna llena se ve toda la noche.
	Siete días después tenemos la Luna menguante. La Luna sale por el sureste y se pone por el suroeste. Cuando el Sol sale, la Luna está en el sur muy baja, unos 27° sobre el horizonte. La Luna decreciente se ve de madrugada y por la mañana.

Luna de verano

	La Luna nueva y el Sol salen por el noreste y se ponen por el noroeste. Al mediodía el Sol y la Luna están muy altos unos 73° de altura sobre el horizonte, pero la Luna nueva no se ve.
	Siete días después tenemos la Luna creciente. La Luna sale por el este y se pone por el oeste. Cuando el Sol se pone la Luna está en el sur a media altura, unos 50° sobre el horizonte. La Luna creciente se ve por la tarde y por la noche.
	Después de siete días hay Luna llena. La Luna sale por el sureste y se pone por el suroeste. Cuando el Sol se pone, sale la Luna por el horizonte de la zona opuesta. Cuando la Luna esta en el sur está bastante baja, a unos 27° sobre el horizonte. La Luna llena se ve durante toda la noche.
	Siete días después la Luna esta en cuarto menguante. La Luna sale por el este y se pone por el oeste. Cuando el Sol sale, la Luna esta en el sur a media altura, unos 0° sobre el horizonte. La Luna decreciente se ve de madrugada y por la mañana.

Luna de otoño

	La Luna nueva y el Sol salen por el este y se ponen por el oeste. Cuando la Luna está en el sur esta a media altura, a unos 50°. La luna nueva no se ve.
	Siete días después tenemos la Luna creciente. La Luna sale por el sureste y se ponen por el suroeste. Cuando el Sol se pone, la Luna está en el sur bastante baja, unos 27° sobre el horizonte. La Luna creciente se ve por la tarde y por la noche.
	Después de siete días hay Luna llena. La Luna sale por el este y se pone por el oeste. Cuando el Sol se pone, sale la Luna por el horizonte de la zona opuesta. Cuando la Luna está en el sur está a media altura, a unos 50°. La Luna llena se ve toda la noche.
	Siete días después tenemos la Luna menguante. La Luna sale por el noreste y se pone por el noroeste. Cuando el Sol sale, la Luna está en el sur muy alta, unos 72° sobre el horizonte. La Luna decreciente se ve de madrugada y por la mañana.

Luna de invierno

	La Luna nueva y el Sol salen por el sureste y se pone por el suroeste. Cuando la Luna está en el sur está baja, a unos 27° de altura sobre el horizonte. La luna nueva no se ve.
	Siete días después tenemos la Luna creciente. La Luna sale por el este y se pone por el oeste. Cuando el Sol se pone, la Luna está en el sur a media altura, unos 50° sobre el horizonte. La Luna creciente se ve por la tarde y por la noche.
	Después de siete días hay Luna llena. La Luna sale por el noreste y se pone por el noroeste. Cuando el Sol se pone, sale la Luna por el horizonte de la zona opuesta. Cuando la Luna esta en el sur está muy alta, a unos 73°. La Luna llena se ve toda la noche.
	Siete días después tenemos la Luna menguante. La Luna sale por el este y se pone por el oeste. Cuando el Sol sale, la Luna está en el sur a media altura, unos 50° sobre el horizonte. La Luna decreciente se ve de madrugada y por la mañana.

Bibliografía

- J.M. Alóndiga, T. Charro, P.Flores, T. Gómez, M. Hernández, A. Jiménez, J. Minguito, A. Martínez, F. Nieto, M. Pérez, J.C. Rodríguez, I. Sánchez, J.C. Terradillos, C. Vitoria, *Astronomía para aprender*, ApEA, Murcia, 2011.
- J. Fabregat y R.M. Ros, *Encima del horizonte*, EU-UNAWA, Barcelona, 2013.
- D. Galadí, *A ras de cielo*, Almuzara, Córdoba, 2008.
- J. Lopesino. *Aprender astronomía con 100 ejercicios prácticos*, Marcombo, Barcelona, 2013.
- J. Lopesino, *Mi primera guía sobre astronomía*, La Galera, Barcelona, 2008.
- F. Martín, *Astronomía para niños*, 3ª edición, Dies, Madrid, 2004.

Recursos de internet

http://www.astrosabadell.org/html/pdf/es/llico_06_lluna_es.pdf

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/lunarcycles/lunarapplet.html>

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/lunarcycles/positions demonstrator.html>

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/lunarcycles/fullmoondc.html>



ApEA, la Asociación para la Enseñanza de la Astronomía, nació en 1995 para acoger a todas las personas que se dedican a la enseñanza de la Astronomía en centros educativos, planetarios, museos de la ciencia, agrupaciones de aficionados y clubes de estudiantes.

ApEA engloba a todos los interesados en la enseñanza de todos los niveles educativos reglados -desde la enseñanza primaria hasta la universitaria- así como los no reglados. También organiza reuniones de formación para sus socios y publica materiales de interés didáctico, como la presente colección.

Más información en www.apea.es

