



LECCIONES Y EXPERIENCIAS PARA INICIARSE EN ASTRONOMÍA

6. LA LUNA

La Luna atrae la atención de los niños, incluso siendo muy pequeños. Por eso la Luna es un personaje de muchos cuentos, aparece dibujada en paredes de guarderías y es protagonista de canciones. La Luna es, sin duda, un buen pretexto para hacer notar a los más pequeños que el cielo también tiene su atractivo.

Es importante que los adultos muestren la Luna a los niños de poca edad haciéndoles notar que no siempre es igual. A veces se muestra estrecha, fina, y a veces gorda, con lo cual se les plantea la primera incógnita astronómica: ¿cómo será la próxima vez que la vea?

Cuando son mayorcitos y van a mirar por el telescopio, la Luna es el astro más fácil y más agradecido. Las experiencias con telescopio siempre deberían comenzar por la Luna, especialmente si se observa desde la ciudad.

Rotación

La Luna muestra permanentemente la misma cara a la Tierra. Si se contempla la Luna en distintas noches, siempre tiene el mismo aspecto (prescindiendo de las fases). Las manchas más o menos oscuras que se le ven son permanentes. En consecuencia, «no gira». Recuérdese que las manchas solares permiten observar como gira el Sol; en cambio, las manchas de la Luna muestran lo contrario.

Experiencia:

Al niño hay que explicarle que esto es así... pero que no es así. Veamos el porqué:

El adulto y el niño se ponen de pie, separados por unos dos metros. El adulto sostiene en una mano, estirando el brazo, un objeto que tenga dos caras; por ejemplo, el mando a distancia del televisor. Enseña al niño la cara de delante y, luego, lentamente, el adulto va girando sobre sí mismo, con el brazo extendido, de modo que el niño, sin moverse de sitio, verá el mando de perfil, después lo verá por detrás, luego otra vez de perfil y, finalmente, tras una rotación completa, lo volverá a ver de frente.

Explicación:

El mando a distancia equivale a la Luna, el adulto es la Tierra y el propio niño es el Sol. En consecuencia, vista desde el Sol (o desde algún otro sitio cualquiera), a la Luna se la ve girar perfectamente. En cambio, vista desde la Tierra, la Luna (el mando) muestra siempre la misma cara.

El hecho es que la Luna emplea el mismo tiempo en dar una vuelta sobre sí misma (rotación) que en dar una vuelta alrededor de la Tierra (traslación). Esto se debe a que la gravedad de la Tierra ha «fijado» a la Luna, obligándola a dirigir siempre la misma cara hacia la Tierra. Esto es, precisamente, lo que hace el adulto al sostener el mando con la mano.

Fases

¿Sorprenderemos si decimos que hay muchos adultos que aún no saben «cómo funciona» algo tan visto



Fig. 12.- Las fases de la Luna.

como las fases de la Luna? En el auditorio de la Agrupación ha habido maestros que nos han llegado a pedir que se las expliquemos (a ellos, no a los alumnos).

Experiencia:

Ante todo, mostrar al niño las típicas fotografías de las fases de la Luna (fig. 12).

Ahora vamos a invertir los papeles respecto al ejercicio anterior. El adulto hará de Luna y el niño, de Tierra. Hacerlo en una estancia a media luz, con una sola lámpara o una linterna encendida sobre una mesa. A unos dos o tres metros de la lámpara, el niño, de pie. Es importante que la lámpara, la cabeza del niño y la cabeza del adulto estén a un mismo nivel, para lo cual posiblemente habrá que subir al niño a una silla y colocar algún soporte debajo de la lámpara.

El adulto tiene que dar la vuelta alrededor del niño, girando de modo que siempre esté mirándole (mostrándole «la misma cara», como el mando del televisor de la experiencia anterior). Evidentemente el niño deberá girar sobre sí mismo para seguir el movimiento del adulto, aunque esto no representa a ningún movimiento real de la Tierra.

Cuando el adulto esté opuesto al niño con respecto a la lámpara, el niño verá la cara del adulto plenamente iluminada. Hacerle notar que el relieve de la cara (los ojos, la nariz...) no producen sombras; que todo está uniformemente iluminado. Es la «**Luna llena**», que se produce cuando la Luna está al lado contrario del Sol, vista desde la Tierra.

Cuando el adulto empieza a dar la vuelta el niño verá como surgen sombras (la nariz empieza a proyectar sombra sobre el pómulo...) y que parte de la cara va quedando oscura. Habiendo dado un cuarto de vuelta en sentido contrario a las agujas del reloj, estarán en «**cuarto menguante**»; la Luna se ve iluminada únicamente en su mitad que da al costado del Sol. El relieve acentúa al máximo las sombras.

Cuando haya dado media rotación, el adulto estará entre la lámpara y el niño. La cara del adulto estará totalmente a la sombra. Será la «**Luna nueva**».

A medida que siga la rotación, la cara del adulto comenzará a iluminarse por el lado de la lámpara. En el cuarto («cuarto creciente») volverá a tener media cara iluminada (la parte contraria al cuarto menguante), con las sombras acentuadas. Después, al moverse, seguirá aumentando la iluminación hasta llegar, de nuevo, a la «cara llena» («**Luna llena**»).

Resumen de conceptos:

Las fases de la Luna son un simple efecto de iluminación. Depende del lugar donde esté la Luna con respecto al Sol y a la Tierra para verla iluminada de una forma o de otra. El relieve lunar (las montañas y los cráteres) producen sombras que son muy acentuadas en los cuartos, pero nulas en la Luna llena. Por eso para mirar la Luna con telescopio lo mejor es hacerlo en las fechas de alrededor de los cuartos, nunca cuando la Luna está llena.

Cuando se repiten las fases es que la Luna ha dado una vuelta completa a la Tierra.

- La Luna nueva no se ve porque está a contraluz del Sol y éste deslumbra.
- El cuarto creciente se ve por la tarde. La fase (zona iluminada de la Luna) mira hacia el Sol, es decir, hacia poniente. Tiene forma de letra «**D**».
- La Luna llena está en el lugar del firmamento opuesto al Sol; por tanto, cuando se esconde el Sol por el oeste sale la Luna por el horizonte este.
- El cuarto menguante se ve por la madrugada y la fase mira hacia levante. Tiene forma de letra «**C**».

La Luna miente

Después de la fase nueva, la Luna crece y se nos presenta en forma de **D** (inicial de «decrecer»). En cambio, después de la fase llena, la Luna decrece y se nos presenta en forma de **C** (inicial de «crecer»).

De ahí que se diga que la Luna es mentirosa: cuando la Luna parece una **D**, de decreciente, está realmente creciendo, mientras que cuando parece una **C**, de creciente, es menguante.

Esta afirmación sólo es válida para el hemisferio norte de la Tierra; en el hemisferio sur la Luna nunca miente.

Un sistema Tierra-Luna en miniatura

Si para efectuar la demostración anterior no se ha necesitado de ningún artificio más que la lámpara y las personas, ahora proponemos otro método para mostrar fácilmente al niño las fases de la Luna, aunque en este caso debe prepararse previamente el material.

Experiencia:

Hay que buscar dos bolas que representen la Tierra y la Luna, como las del sistema planetario en miniatura, aunque en este caso serán más prácticos las de materiales duros que las frutas. Si la bola mayor mide 4 cm de diámetro la menor debe medir 1 cm, aunque pueden ser de otros tamaños con tal de mantener las proporciones. Las bolas deben clavarse en cada uno de los extremos de un listón de madera de 120 cm de longitud (fig. 13).

Tutor y niño salen al aire libre, a pleno Sol. Y ya tenemos los tres elementos: el Sol (que es el real), más la Tierra y la Luna en miniatura. Manejando el listón se pueden reproducir los movimientos de la Luna alrededor de la Tierra. Acercando el niño a la bola de la Tierra verá las fases en la bola de la Luna si el listón se coloca adecuadamente con respecto al Sol. Y las sombras de las bolas permitirán explicar tanto los eclipses de Luna como los de Sol, siendo una alternativa a la experiencia que proponemos en el apartado siguiente.



Fig. 13.- La pequeña bola de la Luna en el extremo izquierdo del listón, y la Tierra en el derecho. La iluminación solar puede mostrar las fases y los eclipses si se mueve adecuadamente el listón. En esta imagen el niño está viendo la bola de la Luna al mismo tamaño aparente que la Luna real en el cielo.

Eclipses

Al realizar la experiencia de las fases lunares con el primer método, es seguro que habrá habido un momento en que el niño habrá producido sombra al adulto, y otro en el que el adulto habrá producido sombra al niño. O bien las bolas se hacen sombra entre sí. Es hora de explicar qué son los eclipses.

Cuando la cabeza del niño ocasiona sombra a la cara del adulto (justo en el momento de la **Luna llena**), se produce un **eclipse de Luna**. Ralentizando el movimiento, el niño verá el eclipse parcial (sombra a una parte de la cara) y el eclipse total.

En el punto opuesto de la «órbita», el adulto tapaná la lámpara al niño. Será un **eclipse de Sol**. En este caso, hacer notar al niño dos cosas: que la Luna está a contraluz (**Luna nueva**) y que la sombra de la Luna se proyecta sobre la Tierra (o sea, que en la cara del niño hay sombra). Al niño se le muestra entonces una fotografía de un eclipse total de Sol y se le explica que el disco negro es, precisamente, la Luna iluminada «por detrás», al igual como la cabeza del adulto está iluminada por el cogote.

Cuestión de medidas:

Si el niño es avisado y ha captado bien la lección de las legumbres y las frutas, puede que plantee la cuestión: «—...Pero si el Sol es tan grande y la Luna tan pequeña, ¿cómo puede ésta tapar al Sol?».

Explicación:

Acudir al papel y al bolígrafo para trazar el típico gráfico de las proporciones entre los tamaños y las distancias Sol-Tierra-Luna (fig. 14). O bien se puede mostrar como algo tan pequeño como un dedo de la mano puede ocultar un árbol o una casa. Basta con que el niño aproxime mucho el dedo al ojo.

En el sistema Tierra-Luna se da una casualidad enorme, única en todo el Sistema Solar: que la distancia a que se halla la Luna respecto a nuestro planeta es tal que, vista en el cielo, su disco aparece con el mismo tamaño que el disco del Sol, que es mucho más grande y está mucho más lejos. A esta casualidad se debe el que se produzcan tanto eclipses de Sol **totales** como **eclipses anulares**.

Para entenderlo hay que recordar lo antes dicho sobre las órbitas: que el recorrido que hace la Luna en torno a la Tierra no es circular, sino elíptico. Como la órbita de la Luna es algo alargada, como un melón, hay días en que está más cerca de la Tierra que otros. La diferencia es pequeña, y por eso no la apreciamos a simple vista.

El gráfico de la fig. 15 permite explicar con claridad que cuando la Luna está cerca de la Tierra, su disco en el cielo es suficientemente grande como para cubrir el disco del Sol (**eclipse total de Sol**), y que cuando está más lejos, al verse algo más pequeña, no llega a tapanlo totalmente, de modo que en el momento máximo del

eclipse queda visible un «anillo de Sol» (de ahí la denominación de **eclipse anular**).

¿Por qué no hay un eclipse en cada lunación?

Cada vez que la Luna da una vuelta a la Tierra deberían producirse dos eclipses: uno de Luna y otro de Sol, según se ha visto con la experiencia de la lámpara y las sombras.

Pero el recorrido de la Luna no está perfectamente alineado con la Tierra y el Sol (su órbita está algo inclinada). Es como si el adulto, al girar en torno al niño, no tuviera su cabeza a la misma altura que la del niño. Digamos que unas veces la Luna pasa «por abajo» y otras «por encima» del Sol. El resultado es que mientras el ciclo de las fases de la Luna se da con la frecuencia de una vez cada mes, tan sólo suele haber un par de eclipses de cada clase al año.

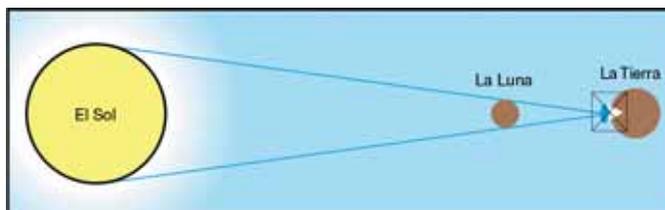


Fig. 14.- La Luna es pequeña pero está suficientemente cerca de la Tierra como para cubrir completamente el disco solar.

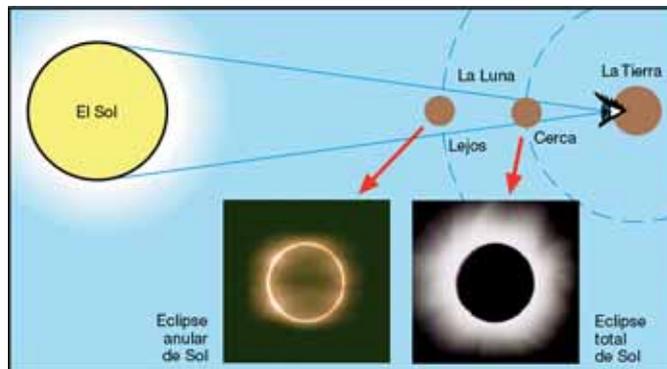


Fig. 15.- La variación de la distancia entre la Luna y la Tierra hace que, a veces, la Luna no cubra por completo el disco del Sol durante un eclipse.

El color en los eclipses de Luna

En el momento total de un eclipse nuestro satélite no queda nunca completamente oscuro. Por eso los eclipses totales o próximos a totales resultan muy espectaculares puesto que la sombra, que no es negra, adquiere una coloración rojiza, a veces con matices de otros colores.

Aventura:

Vamos a amenizar la lección contando una aventura que fue un hecho real:

El señor Cristóbal Colón (sobre quien el tutor se encargará de hacer la debida presentación) en el año 1504 realizó su cuarto viaje a América a bordo de su vetusto barco tipo carabela, llegando a la isla de Jamaica. Como buen navegante que era, llevaba consigo un libro con las posiciones de las estrellas que le servían de referencia para determinar la situación de la nave en pleno océano (los navegantes antiguos siempre conocían su posición gracias a las estrellas y al Sol; pero ese es otro tema). En el libro también figuraban efemérides astronómicas, es decir, la relación de los principales fenómenos indicando la fecha y la hora en que estaba previsto que sucedieran (en aquella época las efemérides no eran muy precisas: a veces se equivocaban).

Colón llegó a Jamaica después de muchos meses de navegación y precisaba urgente avituallamiento para él y para sus tripulantes, pero los indígenas no se tomaron a bien la presencia de tan estafalarios extranjeros montados en tan estafalarios barcos (ellos sólo conocían ligeras canoas). Las cosas fueron a peor y los indígenas, muy superiores en número, se volvieron hostiles hacia los españoles. Colón, entonces, tuvo una idea genial. Por el libro de efemérides sabía que el día 24 de febrero (una fecha próxima) se produciría un eclipse total de Luna. Ni corto ni perezoso, se aventuró: hizo saber al jefe de la tribu que si no les dejaban tranquilos y no atendía sus peticiones, la «diosa» Luna (que los indígenas adoraban) montaría en cólera, enrojecería y haría caer sobre ellos todas sus iras.

Colón se aventuró, y mucho (posiblemente no tenía otra solución) puesto que hubiera podido suceder que el día 24 estuviera nublado... o que

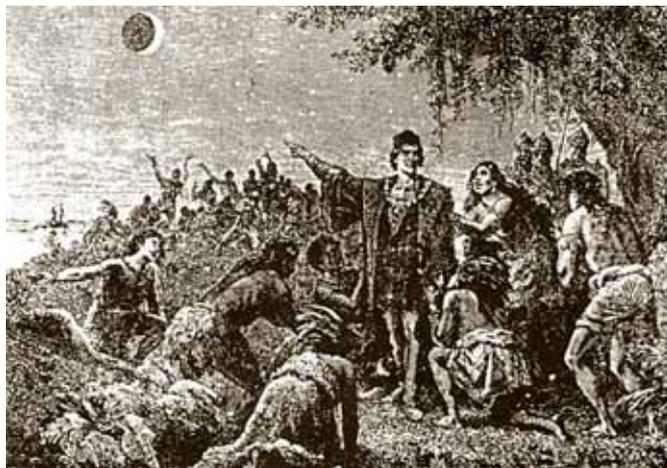


Fig. 16.- El «eclipse de Colón» en Jamaica; año 1504.

las efemérides erraran. El caso es que, por suerte, se vio el eclipse. La Luna enrojeció y los indígenas quedaron pasmados... y asustados. Ni que decir tiene que Colón y los suyos partieron con todas las provisiones que cupieron en las carabelas y en «honor de multitudes», honrados como grandes personajes que eran capaces de mantener tratos con los dioses (fig. 16).

Explicación:

Los eclipses de Luna son rojizos a causa de la atmósfera de la Tierra. Nuestro planeta tiene a su alrededor la capa de aire que nos sirve para respirar (causante del viento, de las nubes, de la suspensión de polvo que, a veces, hace que las salidas o las puestas del Sol sean rojizas...). Cuando se produce un eclipse de Luna es evidente que la luz del Sol pasa rasante al perímetro de la Tierra y en ese perímetro hay la atmósfera. De la misma manera que la atmósfera hace enrojecer muchas puestas de Sol, también durante un eclipse enrojece la tenue luz solar que se proyecta sobre la Luna.

Se dice que no hay nunca dos eclipses de Luna iguales. En el momento de producirse el fenómeno puede que el perímetro de la Tierra esté limpio de nubes, que corresponda a regiones oceánicas o a continentales, que haya polvo sobre algún desierto o cenizas de volcanes... etc. Cada uno de estos factores es susceptible de variar ligeramente tanto la intensidad como la coloración del suave resplandor que cubre la Luna en el momento del eclipse.

Experiencia:

Introducimos un nuevo elemento al experimento de la lámpara, con un niño en el centro haciendo de Tierra y el tutor haciendo de Luna: mientras se reproduce el movimiento de traslación del tutor-Luna en torno al niño-Tierra para generar eclipses de Luna, el niño debe sostener junto a su cabeza, de lado, una lámina de acetato de color preferiblemente rojo o naranja (de las que sirven para separar las páginas en un dossier), o bien un trozo de celofán coloreado. La cabeza del niño producirá sombra sobre la cara del adulto, pero esa sombra adquirirá tintes rojizos si la lámina es de este color.

Observación de los eclipses de Luna:

Si bien los eclipses pueden verse perfectamente a simple vista, los mejores instrumentos son unos binoculares o un telescopio a pocos aumentos. Si se usan binoculares es recomendable apoyarlos sobre un trípode o un soporte, no soportarlos a mano (en el mercado hay adaptadores para ello). Una cámara fotográfica con teleobjetivo también proporciona excelentes imágenes.

Resumen de conceptos:

Si la Tierra no tuviera atmósfera, la sombra que proyectaría en el espacio sería totalmente oscura. Entonces durante un eclipse total la Luna se oscurecería por completo, sin tintes de color.

Eclipses de Sol

Mientras los eclipses de Luna se ven con frecuencia, la observación de los de Sol es más espaciada. Aunque, en promedio, hay un par de eclipses al año de ambos tipos, en el transcurso del tiempo y sin moverse de su lugar, una persona verá muchos más eclipses de Luna que de Sol. La razón es que un eclipse de Luna se ve desde más de la mitad de la Tierra (desde todos los lugares que tengan la Luna sobre el horizonte), mientras que los de Sol únicamente pueden verse desde la zona de nuestro planeta sobre la que se proyecta la sombra de la Luna.

Como en el caso de los de Luna, no todos los eclipses de Sol son totales. En muchos de ellos nuestro satélite sólo alcanza a cubrir una parte del disco solar («eclipses parciales»). Y en otros, que

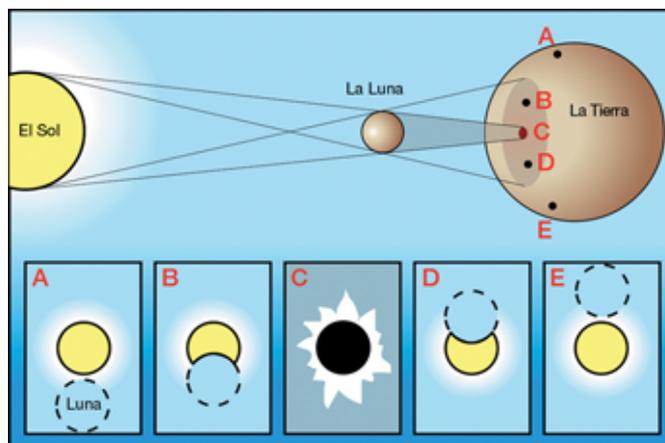


Fig. 17.- Aspectos de un eclipse de Sol según el lugar de la Tierra donde se halle el observador. En A y E no será visible el eclipse. En B y D el eclipse será sólo parcial. En C será total. Como sea que la sombra se desplace, la zona de visibilidad no es un círculo, sino una franja.

son totales, la mayor parte de la gente los verá únicamente parciales, salvo aquellas personas que se hallen situadas dentro de una franja relativamente estrecha de la Tierra por la que pasa la sombra de la Luna. En consecuencia, ver un eclipse total de Sol sin moverse de casa es sumamente difícil. La última vez que sucedió en la península Ibérica fue en 1912, en Galicia, aunque antes, casualmente, se habían podido ver eclipses totales en 1900 y 1905, cuyas franjas de visibilidad cruzaron toda la península. En Canarias se vio uno en 1959. (Fig. 17).

Para observar un eclipse de Sol es preciso utilizar las mismas técnicas y las mismas precauciones que ya se han descrito para las manchas solares. De todos modos, como los eclipses son visibles a simple vista, suele ser frecuente que la gente se las ingenie para mirar al Sol con filtros más o menos oscuros. En este sentido, debemos recomendar encarecidamente que **no se mire el Sol si no es a través de los modernos filtros especiales de probada calidad**, evitando el uso de películas fotográficas veladas, radiografías, reflejos en cubos de agua, etc., procedimientos que se usaban años atrás pero que no ofrecen suficientes garantías. También son útiles los filtros de cristal oscuro que usan los soldadores (los más densos) y que pueden adquirirse en ferreterías o en comercios de suministros industriales.

Anécdota:

Ya hemos explicado que las protuberancias solares son erupciones de altísima temperatura que emergen del disco del Sol hacia alturas considerables. Sin instrumentos especiales únicamente son visibles en los breves momentos de la totalidad de un eclipse de Sol. Se ven como puntos rosados sobresaliendo del contorno oscuro de la Luna puesto que el disco solar está detrás. Esto era sabido desde muy antiguo. (Fig. 18).

Cuando después de la invención del telescopio se vio que en la Luna hay cráteres, se supuso que las protuberancias visibles durante los eclipses eran el fuego de volcanes activos situados en el contorno lunar. Unos astrónomos opinaban que era así y otros optaban por creer que eran de origen solar.

En 1860 aconteció un eclipse total de Sol visible precisamente desde España, viniendo aquí científicos de muchos países. Hacía muy poco que se había inventado la fotografía y, por primera vez, fue aplicada para el registro del fenómeno. El italiano Angelo Secchi estaba en Castellón y el inglés Warren de la Rue en Miranda de Ebro (Burgos). Ambos fotografiaron simultáneamente el eclipse. Al comparar sus respectivas imágenes, como habían sido obtenidas desde puntos geográficos distintos, advirtieron que las protuberancias no aparecían en los mismos lugares del contorno lunar, con lo cual quedó demostrado de una vez para siempre que no eran volcanes de la Luna sino fenómenos del Sol.

Más sobre los movimientos de la Luna

Hemos visto experimentalmente las fases de la Luna. Ahora hay que realizar prácticas reales.

Experiencia:

Sabemos que, a veces, resulta difícil que un alumno se preste a realizar ejercicios a los que deba dedicar su atención durante un periodo de tiempo de varios días. Sin embargo, para seguir la evolución de la Luna en el cielo no hay más remedio. Todo es cuestión de establecer una hora del anochecer para que durante unos días el chico mire el cielo, aunque sólo sean cinco minutos. Será más fácil, naturalmente, si no molestan las nubes.

Un par de días después de la Luna nueva se propone la localización del fino creciente lunar que se verá mientras anochece en dirección a poniente. Si el cielo no está muy limpio, es posible que no se distinga hasta el tercer día. La Luna mostrará entonces la «**luz cenicienta**». Recomendamos el uso de binoculares, preferentemente apoyados sobre un trípode.

Es interesante anotar en una hoja la fecha, la hora y hacer un apunte de la posición de la Luna con respecto al paisaje, aunque se trate de los tejados y las chimeneas de las casas vecinas.



Fig. 18.- Las protuberancias se ven a simple vista durante un eclipse total de Sol como pequeños puntos de color rojizo sobre el contorno negro de la Luna.

Explicación:

La luz cenicienta, denominada así por su color ceniza, cubre la parte del disco lunar que está en la sombra y que, en pura lógica, debería ser oscura e invisible.

Si fuéramos astronautas situados en la Luna, en los días próximos a la Luna nueva veríamos a la Tierra plenamente iluminada («Tierra llena»). Su resplandor, aún siendo de noche, nos permitiría ver el entorno lunar con mayor claridad de como la Luna llena ilumina nuestros paisajes, puesto que la Tierra es más grande y, además, refleja mejor que la Luna la luz solar. Por lo tanto, la luz cenicienta es el resplandor que ilumina el suelo lunar en las noches de «Tierra llena».

Continuamos la experiencia:

Al día siguiente o, a lo sumo, al cabo de dos días, se repite la observación de la Luna, a ser posible a la misma hora. Habrá avanzado la fase (estará entre nueva y creciente) y habrá cambiado de posición en el cielo, lo cual podrá comprobarse con facilidad si se mira el apunte realizado el día anterior. Es cuestión de rellenar una nueva hoja con el apunte actualizado. No olvidar los binoculares.

La misma operación debe repetirse en noches sucesivas o alternas hasta después de la Luna llena. El día correspondiente al cuarto creciente se hace notar al niño que la Luna se halla en ángulo recto con respecto al Sol, y el día de la Luna llena se le hace notar que se halla «en oposición» al Sol, recordando las posiciones de cuando se experimentaba con la lámpara. Es conveniente que cada día dibuje lo que ve.

En el 11° ó 12° día de la lunación (contando a partir de la Luna nueva), con los binoculares debe observarse el Golfo del Iris, una enorme formación semicircular situada hacia el norte del disco lunar. Se trata de un gran cráter semicubierto por las coladas de lava que se esparcieron en la zona. En los días señalados la luz del Sol le llega rasante, acentuado el relieve.

A medida que se acerca la Luna llena comienzan a verse bien las «radiaciones», aureolas brillantes que caracterizan a unos pocos cráteres. Cuando la Luna es llena, las radiaciones y los contrastes de tono de los mares son, prácticamente, los únicos detalles que pueden vislumbrarse con binoculares.

Explicación:

Las radiaciones son debidas a la superposición en el suelo lunar de materiales de mayor poder reflejante eyectados por los impactos que dieron lugar a sus cráteres respectivos (se explica más adelante). La persistencia de estos materiales, distribuidos en franjas radiales en torno a los cráteres, denota que se trata de cráteres de reciente formación (decir «reciente» puede significar centenares de millones de años). Las radiaciones más evidentes son las que parten del cráter Tycho, que llegan a cubrir más de la mitad del hemisferio lunar y que son muy llamativas a través de binoculares. También se ven bien las de los cráteres Copernicus y Kepler.

Por las fechas de la Luna llena puede verse, asimismo con binoculos, un punto luminoso muy intenso no lejos de los dos últimos cráteres mencionados. Es Aristarchus, el cráter más brillante, supuestamente el más reciente de los relativamente importantes. El tutor puede localizar todos estos detalles y otros muchos con la ayuda de un mapa lunar.

Rematamos la experiencia:

No es probable que la experiencia prosiga en noches sucesivas ya que la Luna cada vez sale más tarde por el horizonte. El cuarto menguante debe verse a partir de la segunda mitad de la noche, aunque también puede verse por la mañana, sobretodo si es temprano.

Al niño hay que mostrarle que la Luna también es visible de día. Por eso la fase menguante la puede ver desde la calle cuando va a la escuela, siempre que sea en las fechas adecuadas. Asimismo, el cuarto creciente lo puede ver por la tarde a pleno sol.

Resumen de conceptos

Éstas últimas experiencias sobre el comportamiento de la Luna en el cielo deben quedar claramente relacionadas con el experimento de la lámpara que nos ha permitido simular las fases de la Luna en la habitación. Los movimientos realizados en aquella ocasión deben ser rememorados ahora ante el cielo, advirtiendo que la vuelta completa de la Luna (antes era el tutor en torno al niño; ahora es la Luna en torno a la Tierra) se realiza en 27,5 días a la velocidad de casi «un palmo» cada día. En efecto, con respecto a las estrellas del fondo, la Luna se ve cada noche unos 12° más hacia el este que en la noche anterior. Estirando el brazo y abriendo la

mano, el ángulo que determina «un palmo» equivale aproximadamente a 15°.

El movimiento de traslación de la Luna en torno a la Tierra se realiza con una vuelta cada 27,5 días, pero esto hay que diferenciarlo del periodo de repetición de las fases («lunación») que es de 29,5 días.

¿Cómo es la Luna?

Hoy día todos los niños saben, desde pequeños, que la Luna está repleta de cráteres, de montañas en forma de círculos... o de agujeros. Pero, ¿por qué hay agujeros en la Luna? Vamos más allá en las preguntas: ¿por qué existe la propia Luna?

Recordando experiencias:

Cuando hacíamos bolas de «plastilina» (véase el apartado del Sistema Solar) dijimos que los planetas se formaron al conglomerarse planetesimales, como los grumos de trozos muy pequeños de plastilina. Por aquél entonces, en el Sistema Solar reinaba una anarquía casi total. Se habían formado muchos planetesimales, muchos más de los que acabarían integrando los planetas que ahora conocemos. Muchos de ellos erraban en recorridos frecuentemente distorsionados por la fuerza de gravedad de los cuerpos mayores y chocaban entre ellos, desmenuzándose aún más. Otros caían al Sol.

Entre los cuerpos errantes había algunos que tenían ya un cierto tamaño y aspecto de planeta. Uno de ellos acabó chocando con la Tierra, no de frente sino un poco de refilón. El cuerpo se rompió en millones de pedazos, junto a una parte de la corteza terrestre. Los pedazos formaron un anillo alrededor de la Tierra y con el tiempo acabaron formando la Luna.

El cuerpo, muy caliente y pastoso, adquirió forma redondeada tal como hemos explicado. Luego comenzó a formarse una corteza en toda la superficie, porque la superficie, al estar en contacto con el frío del espacio, fue lo primero en enfriarse. Podríamos decir que «aquello» ya era la Luna. De eso hace... ¡3.800 millones de años!

Un infierno

Un infierno debía ser la superficie de la Luna entonces. Por una parte, el interior tenía una temperatura muy alta, con los materiales fundidos como la lava de los volcanes. Pero así como los volcanes de la Tierra son pocos y aislados, la Luna tenía grandes hervideros de lava por toda su superficie. (Sería conveniente enseñar al niño un documental o fotografías con la lava emergiendo de un volcán en forma de río). Pero, además, no cesaban de caerle encima «piedras» más o menos grandes procedentes del espacio, restos de la anarquía de planetesimales que hemos comentado.

Cada vez que una «piedra» (a la que en lo sucesivo llamaremos «meteorito») chocaba contra la corteza lunar, producía una enorme explosión y levantaba grandes cantidades de materia que caía en forma de círculo en torno al punto del impacto.

Si el impacto se producía en una zona donde la corteza estaba suficientemente solidificada, el resultado era una montaña circular a la que hoy denominamos «cráter», generalmente con un pico en el centro (fig. 19). En el momento del impacto, tanto el meteorito como el material de la superficie se rompían, saliendo trozos disparados en todas direcciones; los que se iban hacia arriba, al caer formaron



Fig. 19.- Cráteres lunares típicos, formados por impactos sobre la corteza sólida.



Fig. 20.- Cráter lunar cuyo interior se inundó de lava.

una pequeña montaña en el centro del cráter.

Pero si el impacto se producía en una zona donde la corteza era débil o delgada, el «agujero» provocado por la explosión resultaba inmediatamente inundado por la lava procedente del subsuelo, dando lugar a lo que hoy calificamos de «circo» (fig. 20). Así se formaron también las grandes extensiones aparentemente lisas que vemos en la Luna a las que denominamos «mares», aunque nunca hayan contenido agua. Después la lava se enfrió y solidificó, como cuando dejamos reposar un pastel en la nevera después de haberlo confeccionado siendo líquido dentro de un molde.

La formación de cráteres por impactos meteoríticos fue un fenómeno muy común en todo el Sistema Solar, especialmente en sus orígenes, afectando a todos los astros a los que ya se había formado la corteza. (Los astros gaseosos, como los planetas gigantes o el Sol, absorbían los meteoritos que, al introducirse a su interior, se fundían). Los impactos, al ser abundantes, crearon cráteres dentro de cráteres más viejos.

Anécdota:

Cuando Galileo miró por primera vez la Luna con su rudimentario telescopio le pareció ver montañas y, entre ellas, unas grandes extensiones lisas, más oscuras. Pensó que la Luna sería un astro semejante a la Tierra y, puesto que había montañas, las zonas lisas serían los mares (no se le ocurrió que podían ser desiertos). A las zonas lisas las denominó «mare» (**mar**, en latín). Desde entonces se las califica así, aunque pronto se vio que en la Luna no había ni pizca de agua. (Recientemente ha sido hallado hielo de agua, pero esto no puede verse con telescopio). Luego, los «mares» fueron bautizados con nombres sorprendentes: mar de las Lluvias, mar de las Nubes, mar de los Vapores, océano de las Tempestades... cuando ninguno de esos fenómenos puede producirse jamás allí.

Experiencia:

Póngase en un plato una capa de harina de un centímetro de grosor, aproximadamente. Bombardéese con granos de arroz. Cuanto mayor sea la fuerza del impacto, mayor será el cráter, muy superior al tamaño del grano, el cual quedará enterrado (fig. 21).

Cráteres, montañas...

Hay cráteres en la Luna muy grandes. Dejando aparte los mares (que, en realidad, también son cráteres), el cráter más grande que puede verse con telescopio se llama Clavius y mide 240 kilómetros de diámetro. Más o menos la distancia que hay de Tarragona a la frontera francesa, de modo que si situásemos la ciudad de Tarragona sobre la muralla del cráter, Barcelona y Girona quedarían dentro. En el interior de Clavius hay otros cuatro cráteres de considerable tamaño, de formación posterior, naturalmente, y otros muchos más pequeños. Las montañas que lo contornean son la mitad de altas que el monte más alto de la Tierra, el Everest (éste mide 8.880 metros y las de Clavius llegan a los 4.600 metros)

Pero con ser altas, las murallas de Clavius lo son poco comparadas con las montañas más altas de la Luna: los Montes Leibnitz llegan a casi 10.000 metros y, por lo tanto, son más altos que el Everest.

Experiencia:

Podemos suponer que el tutor dispone de telescopio, con lo cual le será fácil mostrar la Luna a su alumno.



Fig. 21.- Cráteres de impacto... en un plato de harina.

En caso contrario, y en el supuesto de que no resida muy lejos, siempre puede llevarlo a una de las sesiones de observación de la Luna de las que organiza la Agrupación Astronómica de Sabadell.

Debe hacerse el día del cuarto creciente o en los días próximos anteriores o posteriores, a fin de que el relieve lunar esté contrastado al máximo por el juego de luces y sombras; no hacerlo en Luna llena.

Es recomendable que la primera observación se realice con el telescopio a poca potencia para que el niño vea la Luna en su conjunto, advirtiéndole las zonas claras y oscuras. A continuación, cuando ya ha vencido las posibles dificultades con el ocular (las primeras veces suele ser habitual no acertar con la posición del ojo), se observarán con atención los detalles utilizando oculares de mayor potencia.

Enseñar al niño a no echar una simple ojeada, sino a fijar su atención en un detalle concreto (por ejemplo, en un solo cráter, en una cordillera, etc.) y durante un buen rato que intente ver cuantos más detalles mejor. Si se trata de un niño o niña mayor, proponerle que dibuje lo que vea, siempre refiriéndonos a un detalle no muy grande. Para ello debe utilizar un papel sobre un soporte rígido y un lápiz (no son tan apropiados los bolígrafos ni los rotuladores). Y debe enseñársele a identificar los detalles con la ayuda de un mapa lunar.

Advertencia:

Cuando se observa la Luna a través de telescopio, su orientación raras veces coincide con la del mapa que se tiene en la mano. Según sea la configuración del telescopio, la Luna aparecerá invertida de arriba abajo, e incluso, de derecha a izquierda. La razón está en el tipo de sistema óptico de cada telescopio.

Bajo el punto de vista astronómico el que la imagen esté invertida no tiene ninguna importancia. La Luna, como cualquier otro astro, cuando sale por el horizonte está «cara arriba» y cuando se pone está «cara abajo». La única incomodidad se presenta al manejar el mapa, pero esto se salva con algo de práctica.

Si se quiere abundar en el tema, puede mostrarse al chaval a través del telescopio un elemento urbano distante, como una antena o una grúa. Verá como se invierte su orientación. Si, además, se utiliza un prisma cenital, al girarlo la imagen también rota.

El ambiente lunar

Sabemos perfectamente como es nuestro planeta porque estamos en él. Pero, ¿cómo es la Luna desde el punto de vista de un astronauta que paseara por su superficie?

Desde luego que el ambiente es muy distinto al nuestro. Para empezar, nosotros estamos acostumbrados a los días luminosos, con el cielo azul a pleno sol y con nubes. En la Luna no sucede nada de eso. El cielo siempre es completamente negro, tachonado de estrellas, visibles perfectamente a pleno sol. Jamás puede haber nubes porque no hay atmósfera. Por eso su cielo no es azul y por eso es imprescindible que los astronautas lleven trajes presurizados con sistema autónomo de respiración, como los submarinistas.

Al no existir atmósfera, no hay un medio que suavice las temperaturas. En la Luna de día se dan temperaturas bastante superiores a los 100°C (aquí tenemos calor a los 30°) y de noche se pueden alcanzar los 200° bajo cero. Poner la mano al sol significaría tenerla a más de 100° sobre cero y ponerla a la sombra significaría tenerla a 200° bajo cero.

El paisaje es gris claro. No hay colores ocres, ni marrones, porque no existe la variedad de rocas y de tierras que tenemos aquí, y no hay colores verdes porque no hay vegetación, ya que las plantas necesitan atmósfera para respirar. Tampoco hay ríos ni mares con agua, porque el agua líquida es imposible que exista.

Se ha descubierto la presencia de agua en determinados puntos de la Luna que se hallan permanentemente a la sombra (cerca de los casquetes polares). Estos descubrimientos se refieren siempre a hielo, nunca a agua líquida.

El suelo de la Luna está totalmente cubierto de polvo; un polvo muy fino que nunca se mueve porque, al no haber atmósfera, no hay viento que lo levante. Las huellas de los astronautas quedarán perdurables durante millones y millones de años...

En la Luna los días no tienen una duración de 24 horas como en la Tierra, sino 713 horas (29 días y medio), que es el tiempo que tardan las fases en repetirse. Y no se ve a la Tierra salir por el horizonte este y ponerse por el oeste como aquí vemos a la Luna, sino que la Tierra se ve siempre fija en un mismo punto del cielo (la causa está en que la Luna no tiene movimiento de rotación con respecto a nuestro planeta, según ya hemos comentado). Visto en el cielo lunar, nuestro planeta es magnífico. Se muestra de color azul, destacando las nubes por su intenso brillo blanco; los continentes son más difíciles de apreciar ya que ofrecen menor contraste. Y tiene fases, como las de la Luna. En un instante determinado, la fase lunar y la terrestre son complementarias.