

Preparación de observaciones

Francis Berthomieu, Ricardo Moreno, Beatriz García, Rosa M. Ros
International Astronomical Union, CLEA (Niza, Francia), Colegio Retamar (Madrid, España), Universidad Tecnológica Nacional (Mendoza, Argentina), Universidad Politécnica de Cataluña (Barcelona, España)

Resumen

Una salida para observar el cielo es siempre una ocasión de aprender y de pasarlo bien, sobre todo si se hace con un grupo de amigos aficionados. Hay que preparar esta salida con tiempo, especialmente si se va a llevar instrumental. Sin embargo, no hay que despreciar las salidas más sencillas para ver a simple vista el cielo, con unos binoculares o prismáticos.

Objetivos

- Explicar cómo elegir una fecha y lugar adecuado para realizar observaciones astronómicas, qué material hay que llevar y cómo planificar la salida.
- Aprender a utilizar el programa Stellarium.
- Reconocer el problema de la contaminación lumínica

Elección del lugar y la fecha

La iluminación ambiental influye mucho en nuestra percepción del cielo estrellado. En las ciudades sólo se pueden observar el Sol, la Luna, los planetas que son visibles a simple vista, y unas pocas estrellas y satélites artificiales. Sin embargo, para un primer contacto con la Astronomía puede concretarse - la observación en un ambiente no demasiado oscuro, con la ventaja de poder hacerlo en la escuela o en casa, sin desplazamientos.

Si se quieren observar más estrellas y nebulosas, es necesario irse a un sitio alejado de carreteras y pueblos, ya que, debido a la iluminación pública, envían al cielo un “globo” de luz que impide la correcta visión del cielo estrellado. Este fenómeno se conoce como “contaminación lumínica” y en el caso del globo de luz que envuelve una ciudad, se la identifica como “resplandor”. También hay que evitar la cercanía de farolas o luces aisladas. No debe haber cerca árboles grandes, ni carreteras por donde circulen coches que nos deslumbren o encandilen (otra forma de contaminación lumínica) con sus faros.

En cuanto a la fecha, es preferible que haga buen tiempo, con buena temperatura y pocas posibilidades de nubes (se recomienda consultar el pronóstico del clima en internet). La fase de la Luna es muy importante. Los peores días son cuando la Luna está llena, pues producirá mucha luz ambiental y veremos sólo las estrellas más brillantes. Cuando está en fase menguante, saldrá tarde, no la veremos a menos que nos quedemos observando hasta la madrugada, pero la oscuridad del cielo estará asegurada. Quizá los días más interesantes son

cuando está algo menos de cuarto creciente, ya que las primeras horas de la noche podemos dedicarlas a ver los cráteres de nuestro satélite natural, y en cuanto se ponga debajo del horizonte, a las pocas horas, dejará un cielo totalmente oscuro y aun será temprano para seguir observando.

Si llevamos telescopio, conviene ir al lugar elegido con tiempo suficiente para llegar con luz natural y tener tiempo para realizar el montaje del material antes de que anochezca.

Material necesario

Un **Plano del cielo o Planisferio** (Fig. 1 y 2), aproximadamente de la fecha y hora de la observación y para el lugar desde el cual observaremos, es un material importante. Debemos recordar que el cielo cambia según la latitud del observador. Estos planos, mapas o cartas celestes se pueden obtener del programa Stellarium (www.stellarium.org, en el anexo de este capítulo se ofrece una guía rápida), en revistas de astronomía o en anuarios y también se puede adquirir en tiendas especializadas. En la web hay muchos sitios donde obtenerlas, por ejemplo en www.heavens-above.com/skychart.asp o en www.skyandtelescope.com y en particular están entre los materiales de NASE preparados para los cursos de NASE. Para obtener cualquiera de estos mapas celestes hay que indicar la situación geográfica, el día y la hora de la observación.

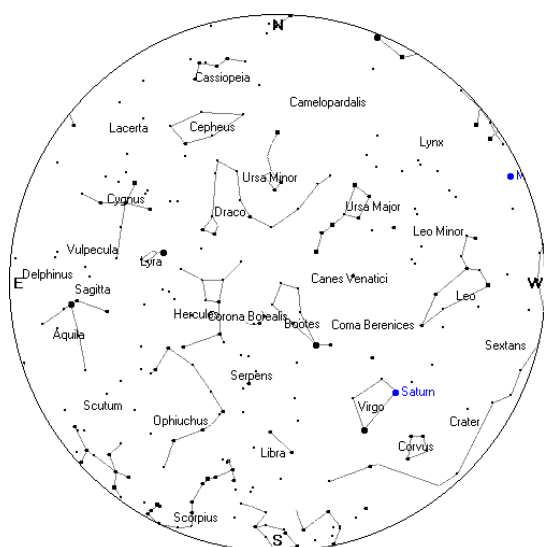


Fig. 1a: Ejemplo de plano del cielo para una latitud media norte, a mediados de julio a las 22 h.

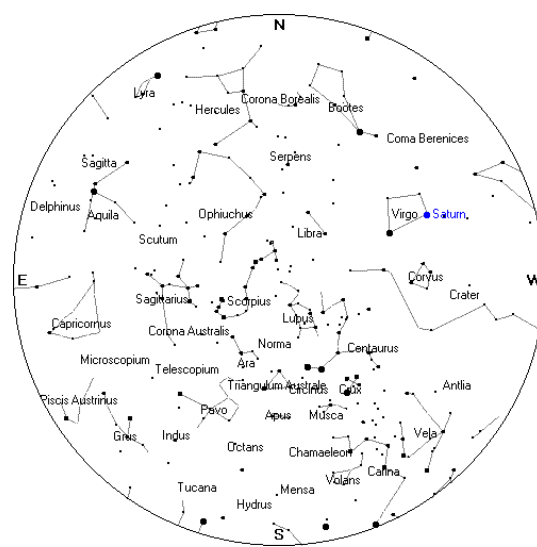


Fig. 1b: Ejemplo de plano del cielo para una latitud media sur, a mediados de julio a las 22 h.

Linterna de luz roja. Si bien nuestras pupilas, en la oscuridad, se abren lentamente para dejar pasar más luz, lo que asegura poder “ver” de noche, es la capacidad de nuestro ojo denominada “visión nocturna” la que nos permite hacer observaciones astronómicas. La visión nocturna está relacionada con uno de los dos tipos de células fotosensibles en la retina: los bastoncitos. En la retina existen dos tipos de células, los conos, sensibles al color, que se activan cuando hay mucha luz, y los bastoncitos, que sólo están activos con bajos niveles de iluminación. Si la zona donde estamos mirando se ilumina de repente, la pupila se cierra en seguida y los bastoncitos se desactivan. Aunque vuelva la oscuridad, la pupila tardará un breve lapso en abrirse totalmente de nuevo, pero los bastoncitos tardarán unos 10 minutos en permitirnos recuperar la

visión nocturna. Eso no ocurre con la luz roja, con la que podemos iluminar sin problemas el plano del cielo, el suelo, etc. Basta una linterna normal con un filtro sencillo de papel rojo transparente. Por otra parte, la luz producida por una fogata, no altera la visión nocturna, ni reduce significativamente la visibilidad de las estrellas.

Comida. Hay que tener en cuenta que el tiempo total de la actividad será de varias horas, contando viaje, preparación del material, observación, recogida y viaje de regreso. La actividad será más agradable si compartimos algo de comer y de beber (frío o caliente en función del clima).

Puntero láser verde, es útil para señalar constelaciones, estrellas, etc. Hay que ser muy cuidadoso con este tipo de punteros. Nunca debe apuntarse a los ojos de los participantes de la observación ni a los de nadie, pues puede dañarlos. Esta herramienta sólo debe ser manipulada por adultos. Debemos recordar que este dispositivo no existía en el pasado (el láser se usó por primera vez de manera exitosa en 1960, y en particular, el de luz verde es un invento que emerge en torno de 2012), de manea que si dudas respecto del beneficio de disponer de él, lo mejor es apuntar a los objetos celestes con los dedos de la mano; las nuevas tecnologías suelen ser un factor de distracción en ciertas actividades, y en este caso, la observación apela al contacto más personal, directo y sensible con el paisaje celeste.

Ropa de abrigo. Aunque sea en verano, al anochecer siempre baja la temperatura, con frecuencia se levanta viento, y hay que tener en cuenta que vamos a estar parados unas cuantas horas seguidas. No debe tomarse como referencia la temperatura durante el día.

Prismáticos, telescopios, cámara de fotos (ver secciones correspondientes a la observación con instrumental), según la observación que vayamos a hacer.

Alternativa por si hay nubes. Un cielo nublado nos puede trastocar todo el plan. Sin embargo podemos tener previsto algún plan alternativo: contar historias sobre los personajes de las constelaciones o hablar sobre algún tema de astronomía. Si disponemos de Internet, podemos disfrutar del popular Google-Earth, pero aplicado a la esfera celeste (Google Sky) o Marte o la Luna, o de cualquier otro programa de simulación del cielo. Si disponemos de una casa cercana, podemos ver algún video sobre algún tema astronómico.

Observación a simple vista

Es fundamental conocer el cielo a simple vista. Eso significa conocer los nombres de las principales constelaciones y de las estrellas más brillantes, para lo que sólo se necesita un plano del cielo. También son muy útiles aplicaciones para el teléfono celular, que te muestra en la pantalla las constelaciones y planetas al apuntarlo hacia cualquier parte del cielo, usando el GPS del teléfono. Este tipo de recurso no te muestra el cielo “a través de las nubes” sino una simulación, como la que se ve en internet

Las estrellas que se pueden ver dependen del lugar donde estemos (de la latitud del lugar): cerca del Polo Norte sólo veríamos el 50% de las estrellas de todo el cielo, las que están en el hemisferio norte celeste. En las proximidades del ecuador podremos ver todas las estrellas de

la esfera celeste, sólo dependerá de la época del año. Cerca del Polo Sur volvemos a ver sólo la mitad, en este caso las estrellas que se observan en el hemisferio sur celeste.

Las constelaciones y estrellas que habría que conocer, porque son fácilmente identificables, o por ser las mejor conocidas por la mayoría de las personas (aún cuando no sepan exactamente dónde se encuentran en la bóveda celeste) podría ser:

HEMISFERIO NORTE

- Constelaciones: Osa Menor, Osa Mayor, Casiopea se ven siempre. En verano se ven también Cygnus, Lyra, Hércules, Bootes, Corona Boreal, Leo, Sagitario y Escorpio. Las que se ven en invierno son: Orión, Can Mayor, Taurus, Auriga, Andrómeda, Pegasus y Gemini. También es recomendable incluir grupos estelares (cúmulos) como las Pléyades y las Híades.
- Estrellas: Polar, Sirio, Aldebarán, Betelgeuse, Rigel, Arturo, Antares, entre otras.
- Galaxias: La galaxia por excelencia visible en el hemisferio norte es Andrómeda.

HEMISFERIO SUR

- Constelaciones: Cruz del Sur, Sagitario, Escorpio, Leo, Carina, Puppis y Vela (estas tres constelaciones formaban la antigua constelación de Argos, el navío de los Argonautas). También es posible ver Orión y el Can Mayor desde este hemisferio. Cúmulos visibles a ojo descubierto, como las Pléyades y las Híades, también son detectables desde el sur.
- Estrellas: Antares, Aldebarán, Sirio, Betelgeuse. En el hemisferio sur no existe una estrella que marque la ubicación del Polo Sur celeste, su posición se determina con ayuda de la Cruz del Sur.
- Galaxias: Las nubes de Magallanes (Nube Mayor y Nube Menor) son las galaxias detectables a simple vista en el sur.

Las constelaciones que se encuentran en la región denominada “del zodiaco”, se ven desde el hemisferio norte y desde el sur, aunque cambia su orientación en la esfera celeste (respecto del norte, en el sur se ven invertidas).

Es interesante ir siguiendo el cambio de las fases de la Luna día a día, y el cambio de su posición respecto de las estrellas. Esto último se puede hacer también con los planetas, notando su lento movimiento respecto de otros planetas cercanos o respecto de las estrellas. Esto es especialmente notable en los que se mueven más deprisa como Venus o Mercurio, cuando se ven al atardecer. Estos planetas también pueden ser visibles al amanecer y entonces uno puede seguir reconociéndolos en el cielo más allá de la noche de observación.

Se pueden observar estrellas fugaces (meteoros) en cualquier fecha, con una frecuencia aproximada de entre 5 y 10 por hora. En determinados momentos del año hay “lluvia de estrellas”, en el que se ven muchas más. Por ejemplo alrededor del 3 de enero están las Cuadrántidas, con unos 120 bólidos por hora, sobre el 12 de agosto las Perseidas, con 100/h, el 18 de noviembre es el máximo de las Leónidas, con unas 20/h, y entre el 12 y el 14 de diciembre se ven las Gemínidas, con 120/h. Las Perseidas no son visibles desde el hemisferio sur.

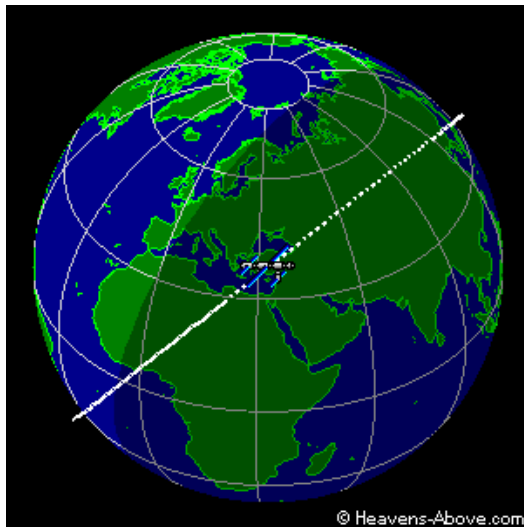


Fig. 2a y 2b: Paso de la ISS

Hay muchos satélites que orbitan la Tierra y que al ser iluminados por el Sol se pueden ver desde la Tierra durante un par de horas después del atardecer, cruzando lentamente el cielo. Como la altitud no suele ser mucha, sólo se ven si no hace mucho que se ha ocultado el Sol. Por ejemplo, la ISS (Fig. 2a y 2b) es bastante brillante y tarda unos 2-3 minutos en recorrer la parte visible del cielo. De estos satélites y de otros muchos se puede predecir el paso sobre un determinado lugar geográfico con una semana de antelación (ver www.heavens-above.com y <https://james.darpinian.com/satellites/>).

Observación con prismáticos

Un instrumento astronómico muy útil y al alcance de cualquiera son los prismáticos (Fig. 3). Aunque su capacidad de aumento suele ser pequeña, recogen mucha más luz que nuestra pupila, por lo que sirven para ver objetos que a simple vista son muy poco luminosos, como cúmulos de estrellas, nebulosas y estrellas dobles. Además tienen la ventaja de que aumentan las diferencias de colores de las estrellas, especialmente si se desenfocan ligeramente.



Fig. 3: Prismático: 12x (ampliación) 50 (diámetro del objetivo)

Suelen llevar inscripciones como 8x30 ó 10x50, que hablan de sus características ópticas. La primera cifra da la ampliación (o aumento) y la segunda la apertura de la lente delantera, el objetivo, en mm. Uno muy recomendado para esta actividad es el 7x50. Con mayores aumentos la imagen se mueve mucho, ya que es difícil mantener el pulso, y mayores aperturas aumentan bastante el precio.

Objetos interesantes para ver con prismáticos son:

HEMISFERIO NORTE

la galaxia de Andrómeda (M31), el cúmulo de Hércules (M13), el cúmulo doble de Perseo, el Pesebre (M44), la nebulosa de Orión (M42), toda la zona de Sagitario (nebulosa de la Laguna M8, Trífida M20, Omega M17, varios cúmulos globulares M22, M55, entre otros.

HEMISFERIO SUR

Omega Centauro y 47 Tucán resultan cúmulos globulares espectaculares.

La caja de joyas (kappa Crucis) y las Pléyades, son cúmulos abiertos muy fáciles de ubicar en el cielo y la Nebulosa de Orión también es detectable desde el sur, al igual que 30 Dorado (La Tarántula) una región de formación estelar en la Nube Mayor de Magallanes.

Para una lista detallada de objetos que se pueden observar en algunos casos sin ayuda de instrumental y en otros con binoculares, recomendamos el “NGC (NASE General Catálogo) para escuelas sin telescopio” (Ros, Moreno, García, 2025)

En general la Vía Láctea, que se ve con muchas más estrellas que a simple vista y es detectable desde ambos hemisferios, también puede ser objeto de observación detallada.

Observación con telescopio

La mayoría de la gente sabe que la misión de un telescopio es poder detectar objetos que el ojo no ve, por estar más allá del límite de brillo detectable (correspondiente a magnitud 6 o 7), es decir que tiene la misión de captar más luz que el ojo humano. Así se consiguen ver objetos débiles, que seguirían siéndolo aunque aumentáramos mucho la visión.

Un telescopio tiene dos partes esenciales: el objetivo y el ocular. El primero es una lente de gran diámetro y poca curvatura (telescopios refractores) o un espejo parabolicoidal (telescopios reflectores). El segundo es una lente pequeña y de gran curvatura, junto a la cual, como su propio nombre indica, ponemos el ojo para mirar. Suele ser extraíble, y es el que nos dará más o menos aumentos.

Cuanto mayor sea el objetivo, más luz consigue concentrar, y podremos ver objetos más débiles. Lentes grandes de calidad son más caras que espejos de esos mismos diámetros, por lo que son más frecuentes los telescopios reflectores. El tipo más frecuente es el newtoniano, que consta de un espejo cóncavo en el fondo del tubo, que devuelve los rayos a la boca de éste, donde hay un pequeño espejo secundario (plano) formando 45°, que desvía los rayos al exterior del tubo, donde se instala el ocular. El espejo secundario bloquea algo de la luz que entra, pero no es significativo. Otro diseño es el tipo Cassegrain, en el que el secundario envía la luz hacia un

orificio central del espejo primario. Así suelen ser los telescopios profesionales. Por último están los catadiópticos, que suelen ser como los Cassegrain, pero añadiéndoles una lente delgada en la entrada del tubo, con lo que se logra reducir mucho la longitud del tubo y lo hacen más ligero y transportable.

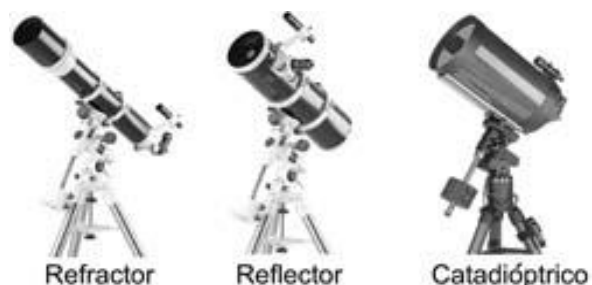


Fig. 4: Diferentes tipos de ópticas.

La capacidad de ampliación (aumento) de un telescopio viene dada por el cociente entre la longitud focal del objetivo y la del ocular. Por ejemplo, si tenemos un telescopio con una longitud focal del objetivo de 1.000 mm y le ponemos un ocular de longitud focal de 10 mm, obtenemos una ampliación de 100 aumentos (ó 100X). Si queremos duplicar los aumentos necesitaremos o un objetivo de mayor longitud focal o poner un ocular de menor. Esto tiene un límite en la práctica, ya que oculares con longitudes focales pequeñas son difíciles de fabricar y dan imágenes borrosas.

Los fabricantes a menudo describen los telescopios en términos de **razón focal**, como por ejemplo f/6 ó f/8. La razón focal es la longitud focal de la lente o espejo primario dividido por la apertura y sirve para conocer una de estas dos magnitudes, si se sabe la otra. Si por ejemplo, tenemos un telescopio refractor de f/8 y el objetivo es una lente de 60 mm de diámetro, la longitud focal real del telescopio será la razón focal multiplicada por la apertura, es decir, $8 \times 60 = 480$ mm. A igual apertura del objetivo, cuanto mayor relación focal, menor campo de visión y más aumentos.

Cuanto mayor sea la apertura de un telescopio más luz captará -será más luminoso- y se podrán ver objetos más débiles. También será mayor su **capacidad de resolución**, que es la capacidad de ver detalles: cuando es baja se ve la imagen borrosa, y cuando es alta se ve muy nítida, con muchos detalles. También influye la oscuridad de la noche: en días de Luna llena o con luminosidad en los alrededores no se ven las estrellas débiles.

Otra limitación importante es la **estabilidad atmosférica**. Todos hemos visto cómo la atmósfera caliente de un desierto hace temblar la visión en escenas de películas tomadas con teleobjetivos. Cuando miramos a través de un telescopio, pequeñas perturbaciones del aire hacen que la imagen se mueva. Los astrónomos se refieren a esto con el concepto de *seeing*. La atmósfera es la que hace titilar (parpadear) a las estrellas.

La imagen que se ve con un telescopio está **invertida**, pero esto no importa mucho: en el Cosmos las posiciones arriba y abajo son muy relativas. Hay accesorios que invierten la imagen y la ponen correctamente, pero disminuyen un poco la luminosidad.

La montura es una pieza importante en un telescopio. Las de mala calidad hacen que el tubo del telescopio oscile cada vez que se le toque. El resultado es un baile en la imagen que, aparte de marear al más entusiasta, impide ver los detalles. Es importante que sean rígidas y estables.

Hay dos tipos de monturas: la azimutal y la ecuatorial. La primera es la más sencilla pero la menos útil. Puede girar a izquierda y derecha sobre su eje vertical, y arriba y abajo alrededor de un eje horizontal. La montura Dobson es un tipo de montura azimutal muy sencilla de transportar y usar. En las monturas ecuatoriales hay dos ejes inclinados y formando 90 grados. Uno, el polar, tiene que estar dirigido hacia el polo norte, si estamos en el hemisferio norte o hacia el polo sur, si estamos en el hemisferio sur. Este eje representa el eje de rotación de la Tierra y por lo tanto debe estar orientado paralelo al mismo y cortará el cielo en el polo celeste correspondiente al hemisferio del observador. Los giros a su alrededor dan las ascensiones rectas. El otro eje, el ecuatorial, nos da las declinaciones (recordemos que ascensión recta y declinación son coordenadas ecuatoriales absolutas, este sistema tiene como plano fundamental al ecuador celeste y como eje de referencia, el de rotación de la esfera celeste). Esta montura es la usada por los astrónomos profesionales y por la mayoría de los aficionados. Pueden llevar un motor en el eje ecuatorial que va compensando la rotación de la Tierra: si no se compensara, especialmente con grandes ampliaciones, la imagen se va del campo de visión en un tiempo sorprendentemente corto.



Montura azimutal



Montura ecuatorial



Montura Dobson

Fig. 5: Diferentes soportes de telescopios

Si se dispone de una montura ecuatorial, es conveniente “poner el telescopio en estación”, es decir, orientarlo de tal forma que el eje polar esté alineado con el Polo Norte (o Sur) del cielo. Eso lleva su tiempo, pero es necesario para que el motor de seguimiento ecuatorial sirva para que el objeto que miramos no se mueva al pasar el tiempo, cosa imprescindible en astrofotografía. Si no disponemos de motor, el ponerlo en estación es menos importante, pero nos servirá para mantener el objeto en el campo de vista moviendo una única rueda: solo corregiremos en ascensión recta o en la coordenada local, que se denomina ángulo horario.

Por último, hay telescopios computarizados, con una base de datos de posiciones de objetos celestes y dos motores. La puesta en estación suele ser mucho más fácil, así como la búsqueda de objetos, pero el precio sube bastante.

Los movimientos de la bóveda celeste

Básicamente los movimientos que percibimos en la bóveda celeste responden a los movimientos relativos consecuencia de la rotación y la translación de la Tierra. Esta situación nos hace percibir la bóveda celeste como un conjunto con dos movimientos básicos: diario y anual.

El movimiento diurno es muy importante, es decir muy rápido y casi no nos permite percibir el movimiento anual que es mucho más lento. La Tierra gira una vuelta de 360° en 24 horas, esto es 15° cada hora y se nota mucho aunque no estemos realizando observaciones cuidadosas. El movimiento de translación es de 360° cada 365 días, es decir aproximadamente un grado cada día (algo menos de un grado por día). Si imaginamos que no existiera el movimiento de rotación, podríamos observar en el cielo nocturno que de un día al siguiente estaría la misma estrella a la misma hora en el mismo lugar pero corrido solo un grado (esto es aproximadamente el grueso de un dedo índice con el brazo extendido) respecto del día anterior. Esta observación solo se puede realizar si tomamos como referencia alguna antena o algún poste que nos permita relacionar la observación de un día respecto al día siguiente. Este movimiento, es casi insignificante si no disponemos de una referencia y por lo tanto no se percibe a simple vista, pero lo que sí notamos es que el cielo de un día del año, es completamente diferente después de tres meses o medio año. Después de tres meses la translación corresponde a 90° , o sea un $1/4$ que el cielo de vuelta y en medio año es $1/2$ vuelta, es decir el otro lado del cielo, diametralmente opuesto. Este movimiento se ha visto enmascarado noche tras noche con el movimiento de rotación, pero aún en ese caso todos sabemos que observando a simple vista después de tres meses las constelaciones que podemos reconocer en el cielo nocturno son muy diferentes.

Actividad 1: Paraguas de la Bóveda Celeste

Un sencillo paraguas nos puede permitir visualizar los movimientos de la bóveda celeste explicados con anterioridad. El paraguas usado de forma habitual sitúa sobre nuestras cabezas una bóveda donde podremos dibujar las constelaciones deseadas. Usaremos un paraguas negro de caballero y en él dibujaremos con pintura blanca (o con un corrector de los que usan los estudiantes)

En este modelo no dibujaremos todas las constelaciones, sólo algunas seleccionadas y en ellas, las estrellas más importantes. No buscamos un resultado estético, sino un modelo de trabajo con el que podamos razonar.

Lo mejor es preparar dos sombrillas, una para cada hemisferio. Cada paraguas nos servirá para visualizar uno de los dos hemisferios. El punto de intersección entre el bastón (que representará al eje de rotación de la esfera celeste, paralelo al de la Tierra) y la tela del paraguas será el polo del hemisferio considerado. La zona del borde de la tela del paraguas (donde están los extremos de las varillas protegidas con un trocito de plástico), los tacos de las varillas, corresponderá aproximadamente al ecuador celeste.

Prepararemos pues dos paraguas uno para cada hemisferio.

En el hemisferio norte dibujaremos:

- En el entono del polo norte (cerca del eje del paraguas) la Osa mayor, Casiopea y se entiende que la estrella polar esta precisamente donde el palo del paraguas atraviesa al tela
- En la zona del borde mas externo del paraguas dibujaremos 4 constelaciones, una para cada estación, la más típica y fácil de reconocer:
 - Primavera: Leo
 - Verano: Cisne
 - Otoño: Pegaso
 - Invierno: Orión:

Sin duda se podrían elegir otras, pero deben estar distribuidas de forma más o menos equidistante. Todas situadas a unos 90° de la anterior.

En el hemisferio sur representamos:

- En el entono del polo sur (cerca del eje del paraguas) la Cruz del Sur y se entiende que el polo sur celeste está situado exactamente el palo del paraguas atraviesa al tela
- En la zona del borde mas externo del paraguas dibujaremos cuatro constelaciones, una para cada estación, la más conocida:
 - Primavera: Acuario
 - Verano: Orión
 - Otoño: Leo
 - Invierno: Escorpión:

La idea es elegir constelaciones grandes y que suelen estar sobre el horizonte. Esta propuesta puede adaptarse a cada caso

Si la ciudad donde estamos situados está en la zona ecuatorial, entre 20° latitud norte y 20° latitud sur es necesario dibujar los dos paraguas. Si estamos situados en el hemisferio norte con latitud comprendida entre 30° y 90° bastara con el paraguas de este hemisferio y sucede lo mismo si estamos en el hemisferio sur.

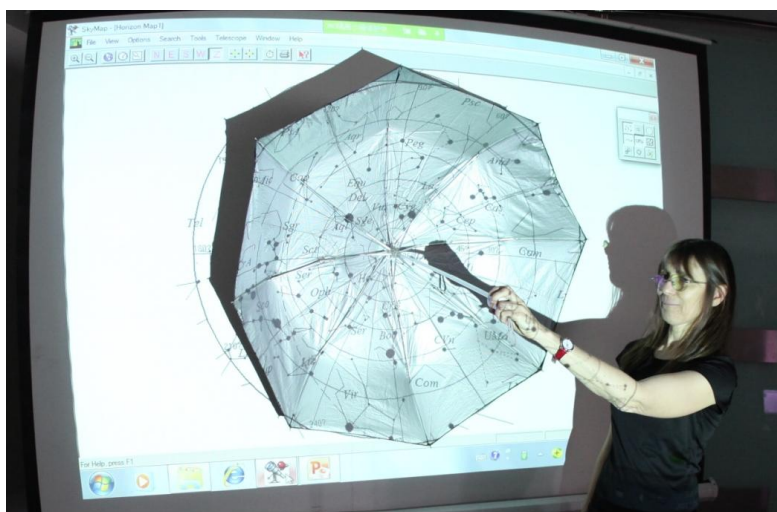


Fig.6: Proyección de las estrellas del hemisferio norte en una pantalla para dibujar las constelaciones deseados. Se recomienda preparar el modelo sobre un paraguas negro, aunque a la fotografía han utilizado uno de otro color con el fin de explicar el proceso.

Para dibujar los paraguas con el corrector o la pintura blanca es muy práctico usar el Stellarium o un programa similar y proyectarlo con un cañón o proyector de luz sobre la superficie del paraguas cuidando que el polo este exactamente en el punto de intersección del bastón del paraguas con la tela. Vamos a proyectar el hemisferio correspondiente (Fig. 6). Una vez terminada cada paraguas lo podemos usar con los estudiantes situándolo por encima de nuestras cabezas (Fig. 7).



Fig. 7: Usando el paraguas del hemisferio norte con estudiantes

Situaremos el bastón del paraguas inclinado en la dirección del polo del hemisferio correspondiente. Imaginamos el suelo de la habitación a la altura de nuestro cuello, esto sería el horizonte, de forma que una parte de la tela del paraguas quedaría por debajo de este horizonte. Entonces distinguimos dos partes en este horizonte imaginado. La parte que está cerca del polo, donde el cielo que se ve a lo largo del año, es siempre más o menos el mismo (cuando miramos hacia la zona del bastón del paraguas intersección con la tela). La zona del ecuador queda más alta sobre el horizonte, es la parte más interesante ya que las constelaciones cambian a lo largo del año (Fig. 8).

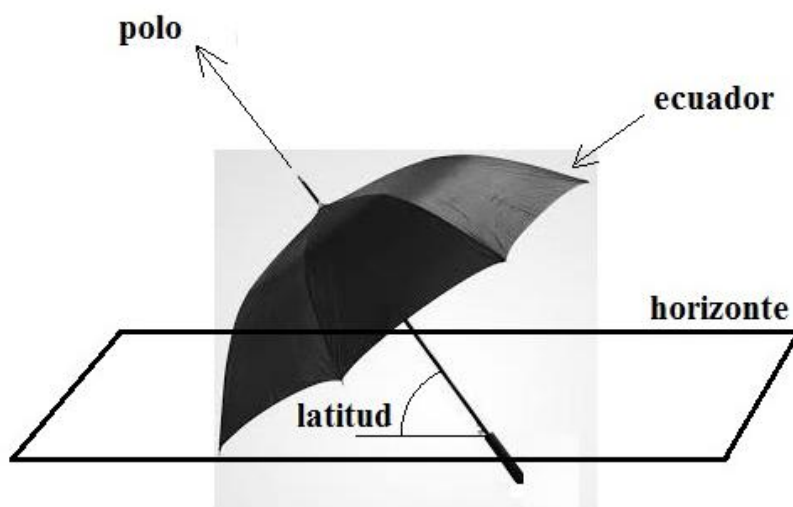


Fig. 8: Bastón del paraguas inclinado en la dirección del polo de acuerdo con la latitud. Imaginamos el plano del horizonte que tapa parte del paraguas.

Hay que insistir que el modelo explica el movimiento de traslación. Imaginamos que no hay rotación por lo tanto equivale a observar cada día mas o menos a la misma hora. También hay que destacar que en este modelo simplificado visualizaremos el movimiento del cielo de 90° en 90° de forma discreta, o sea cada 3 meses. Como evidentemente el movimiento del cielo es continuo y día a día, cuando se menciona que es visible una determinada constelación durante una estación hay que entender que es aproximadamente la constelación que veremos en el centro del horizonte en los meses centrales de la estación.

MODO DE USO

Vemos como utilizar el paraguas para entender el movimiento de translación.

Hemisferio Norte.

Para fijar ideas supongamos que estamos en un lugar de latitud 40° norte. Situamos el paraguas del hemisferio norte con el bastón hacia el polo norte (inclinado 40° respecto del suelo) por encima de nuestras cabezas.

En el hemisferio Norte la estrella polar (Polaris, en la Osa Menor) está prácticamente situada en el polo norte. Es fácil reconocerla a partir de la constelación de la Osa Mayor o de Casiopea. A partir de la Osa Mayor prolongamos 4 veces la distancia entre las dos estrellas del cuadrilátero que más alejadas de la cola de la constelación y se localiza la polar. Usando Casiopea, la polar se encuentra en la intersección de las dos bisectrices de cada una de las uves de la doble uve que representa Casiopea.

Horizonte Norte

Miramos hacia el área de estrella polar. Si introducimos una ligera rotación observamos las constelaciones de la Osa Mayor y Casiopea giran alrededor del polo norte a lo largo del año (Fig. 9).



Fig. 9: Posiciones relativas de la Osa Mayor en torno al polo norte a lo largo del año (a la misma hora).

Comenzamos por situar la Osa Mayor arriba y Casiopea abajo (lo que sucede en primavera), giramos el mango del paraguas 90° hasta tener la Osa Mayor a la izquierda y Casiopea a la derecha (entonces tenemos la situación de verano). Giramos de nuevo 90° en la misma dirección, nos queda la Osa Mayor abajo y Casiopea arriba (es la posición que corresponde al otoño) y finalmente giramos de nuevo 90° dejando la Osa Mayor a la derecha y Casiopea a la izquierda (tal como está en invierno). Si giramos de nuevo se reproduce la situación inicial y comenzamos las 4 estaciones de un nuevo año (Fig. 9)

Tal como se ha descrito todo el proceso, se entiende que en esa zona del cielo, que se llama el horizonte norte (zona del horizonte que corresponde a la dirección norte), las constelaciones que vemos a lo largo del año son siempre las mismas y no hay más variación

Horizonte Sur

Consideramos ahora la zona del ecuador, la zona de los tacos de las varillas. Las constelaciones en esta zona mirando hacia el horizonte sur varían según la época del año. La constelación central en primavera es Leo, entonces situamos el paraguas con Leo en la parte más alta sobre el horizonte. Giramos entonces el paraguas $\frac{1}{4}$ de vuelta, o sea 90° y tenemos sobre el horizonte sur, la constelación central de verano: el Cisne que constituye junto con Lira y Aquila el triángulo de verano. Con otro $\frac{1}{4}$ de vuelta estamos en otoño y la constelación central será el gran cuadrilátero de Pegaso. Y girando otros 90° estamos en invierno, y domina el cielo del horizonte la constelación de Orión con sus perros de caza.

Hemisferio Sur

Comenzamos por fijar ideas, a modo de ejemplo, una latitud del lugar de 40° sur. Situamos el paraguas del hemisferio sur con el bastón dirigido hacia el polo sur (inclinado unos 40° respecto del suelo) sobre nuestras cabezas.

En el hemisferio sur no existe una estrella polar que permita visualizar la posición del polo sur. La Cruz del Sur es la constelación que se utiliza para señalar la posición del polo sur celeste; para ello debe prolongarse el eje mayor de la cruz en dirección al pie de la cruz 4,5 veces. Esta constelación da una vuelta en torno del polo en 24 hs. Su posición cambia a lo largo del año para la misma hora, como se ve en la figura 12. Suponemos que es siempre la misma hora para obviar el movimiento de rotación y así observar solo el giro debido a la translación.

Horizonte Sur

Miramos hacia la zona del bastón del paraguas intersección con la tela, donde está el polo sur. Vamos girando lentamente el bastón y observamos que la constelación de la Cruz del Sur va girando en torno del polo sur a lo largo del año. Comenzamos por situar la Cruz del Sur arriba (lo que sucede en invierno), rotando el mango del paraguas 90° hasta tener la Cruz del Sur a la derecha del polo (entonces tenemos la posición de primavera). Giramos de nuevo 90° en la misma dirección, nos queda la Cruz del Sur abajo (es la posición que corresponde al verano) y finalmente giramos de nuevo 90° dejando la Cruz del Sur a la izquierda del polo sur (tal como está en otoño). Si giramos de nuevo se reproduce la situación inicial y comenzamos las cuatro estaciones de un nuevo año (Fig. 10).

Después del proceso descrito se entiende que en esa zona del cielo, llamado el horizonte sur (porque es el área del horizonte correspondiente al sur), las constelaciones que vemos durante todo el año son siempre los mismos y no hay más variación

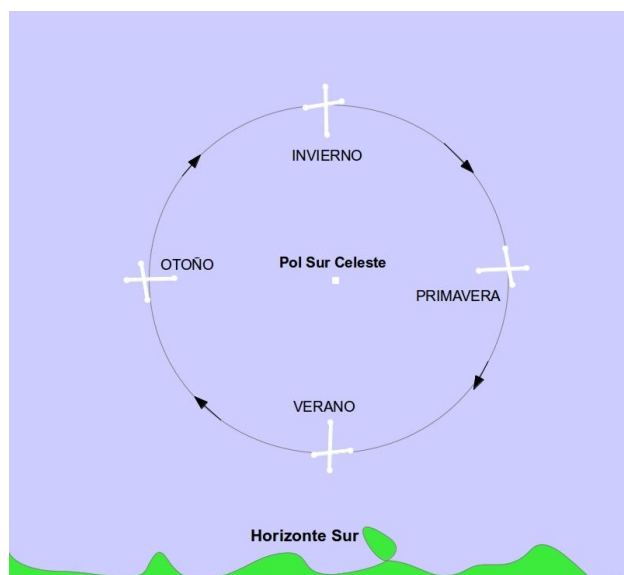


Fig. 10: Posiciones relativas de la Cruz del Sur en torno al polo sur a lo largo del año (a la misma hora).

Horizonte Norte

Nos fijamos en la tela del paraguas en la zona ecuatorial, es decir, el horizonte del norte. Esta área es donde las constelaciones varían más. Las que son visibles en verano, no lo son en invierno. La diosa griega Gea, madre de Orión, situó en el cielo el gigante Orión después de su muerte por una picadura de un escorpión, que ella misma envió. Orión y Escorpio pueden verse simultáneamente en el cielo, sobre el horizonte, en torno del equinoccio de marzo: cuando Orión se pone, aparece Escorpio; en el cielo, el escorpión persigue a Orión eternamente, sin darle alcance.

La constelación central durante la primavera es la constelación de Acuario. Giramos el paraguas de 90° , es decir, después de tres meses, tenemos Orión con sus perros en el horizonte norte, que es la constelación central de verano. Con otro $\frac{1}{4}$ de vuelta estamos en otoño y la constelación central es Leo. Si giramos el paraguas 90° es invierno, y tenemos la hermosa constelación de Escorpio en el horizonte del cielo.

Conclusiones para ambos hemisferios

Siguiendo el esquema presentado anteriormente en ambos hemisferios durante dos horizontes podemos entender las observaciones debido al movimiento de traslación.

Si queremos incluir el movimiento de rotación en la actividad, debemos tener en cuenta que además del movimiento anual describe un movimiento diario debido a la rotación de la Tierra hace. En un día, tanto la Osa Mayor y la Cruz del Sur dan un giro completo a sus respectivos polos.

Posiciones estelares, diámetros aparentes y separación angular entre objetos celestes

Es posible medir el diámetro angular aparente de un objeto celeste, su altura sobre el horizonte, la posición del Polo Celeste, la separación angular entre dos estrellas, con la mano, en el brazo extendido de cada persona.

El grosor del dedo índice corresponde aproximadamente a 1° , el ancho del puño a 10° y la mano completamente abierta, desde la punta del pulgar a la punta del dedo meñique, equivale a unos 20° .

Por ejemplo, sabiendo que el diámetro aparente de la Luna es de medio grado ($0,5^\circ$) y que el grosor aparente de nuestro dedo índice (con el brazo extendido) es de 1° (figura 11 a), entonces, medio dedo alcanzaría para cubrir completamente la Luna, tanto en el horizonte, como en su altura máxima. Un ejercicio interesante para demostrar que la visión de una Luna llena “gigante” en su salida, es una ilusión óptica.

Usando esta característica física de los seres humanos, podríamos también determinar de manera aproximada y una vez que ubiquemos el Polo Celeste correspondiente al hemisferio del observador, la latitud de lugar en que se realiza la actividad, ya que la “altura del polo celeste sobre el horizonte” corresponde a la latitud del lugar (figura 11b).

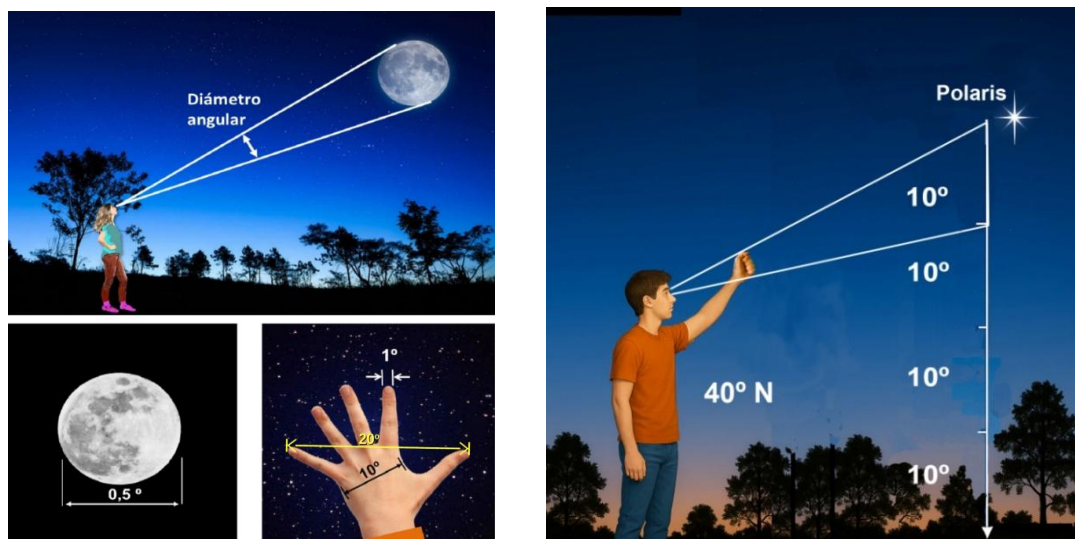


Fig. 11a: Medición del diámetro angular aparente de la Luna. Con el brazo extendido, la mano nos sirve de referencia para medir ángulos (Crédito: B. García). Fig. 11b: Medición de la altura del Polo Norte. Cada puño es 10° . Podemos medir la latitud del lugar.

Cielos oscuros y contaminación lumínica

Para poder observar todas las estrellas que el ojo puede detectar, debemos tener un cielo oscuro. Sin embargo esto sólo es posible si nos apartamos de las ciudades. Los seres humanos hemos

olvidado cómo es el cielo estrellado porque no podemos verlo. Este problema se debe a que la mayor parte de la iluminación pública derrocha enormes cantidades de energía iluminando hacia arriba, donde es innecesaria. La polución lumínica es una de las formas de contaminación ambiental menos conocidas. Afecta la visibilidad del cielo nocturno, impidiéndonos ver las estrellas, pero además altera el equilibrio del ecosistema y dentro de él, afecta la salud humana, pues atenta contra los relojes biológicos que están coordinados con los períodos de luz y de oscuridad en la Tierra. Hablar sobre este tema permite reconocer el problema, alertar sobre las consecuencias y buscar las soluciones.

Existen tres tipos principales de contaminación lumínica:

- a) El resplandor es un fenómeno que se produce, en general, por la iluminación pública exterior. Se evidencia cuando tenemos la oportunidad de viajar de noche y acercarnos a una ciudad. Vemos que una envoltura de luz la rodea, una especie de burbuja lumínica. La luz que produce el resplandor es luz desaprovechada, pues se gasta en iluminar hacia arriba, donde no se necesita y, por lo tanto, no sólo nos impide ver las estrellas, sino que estamos gastando energía innecesaria. Este tipo de contaminación se reduce eligiendo bien focos y bombillas y luminarias.
- b) La intrusión: la luz exterior se proyecta en todas direcciones y en algunas de ellas entra, sin quererlo o pedirlo, a nuestras viviendas. Si la luz se proyecta en las habitaciones, nos veremos obligados a bloquear con cortinas las ventanas durante la noche, si deseamos descansar adecuadamente.
- c) El encandilamiento: este tipo de polución se vincula con las luces de los automóviles e incluso con iluminación exterior en las ciudades y viviendas. Se hace evidente en lugares con desniveles, pues el encandilamiento se produce cuando uno se encuentra de manera inesperada con un foco o reflector. Los semáforos basados en luces LED pueden producir encandilamiento. La iluminación LED es naturalmente una fuente de contaminación lumínica y debe ser usada con cuidado, aunque resulta eficiente en lo que se refiere al consumo.

Si bien es posible a partir de diversos programas en Internet recopilar una serie de actividades prácticas que permiten trabajar este tema, y existe bibliografía más que adecuada para llamar la atención sobre este tema; propondremos en este capítulo de preparación de una experiencia nocturna de observación, sólo una que resulta interactiva y fácil de realizar en cualquier ámbito.

Actividad 2: Contaminación lumínica

Los objetivos de este taller consisten en mostrar el efecto contaminante de la iluminación sin blindaje, reconocer el efecto benéfico, desde el punto de vista astronómico, de la elección de un farol diseñado para el control de la contaminación lumínica y resaltar la posibilidad de mejorar la visión de las estrellas, sin dejar de iluminar aquellos lugares en donde no podemos tener oscuridad total.

Para llevar a cabo esta experiencia debe acondicionarse una caja de cartón de ciertas dimensiones, que permita que el alumno pueda mirar en su interior. Se dibujará la constelación que se seleccione (en este ejemplo es la de Orión) y se marcarán las estrellas como puntos primero, y luego se realizarán los agujeros teniendo en cuenta el diámetro de cada uno, según la magnitud estelar (Fig. 12a y 12b).



Fig. 12a y 12b: Caja de cartón, diseño de la constelación de Orión en una de las caras

La constelación dibujada en la parte exterior de la caja debe ser la imagen especular de la misma, pues esta debe verse tal como aparece en el cielo, cuando se mira en el interior de la caja. La caja debe estar pintada de negro en el interior (preferentemente, aunque no es absolutamente necesario) de manera que, si se mira directamente en su interior, la constelación tendrá la apariencia de lo que se muestra en la figura 13. Las “estrellas”, o puntos que las representan, se verán iluminadas por la entrada de la luz exterior dentro de la caja.

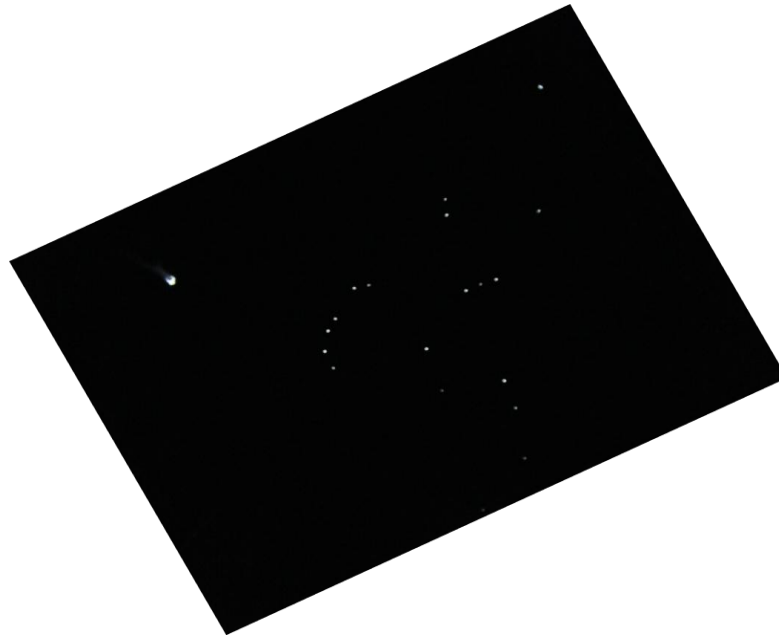


Fig. 13: Visión de Orión desde dentro de la caja. Cada agujero, representa una estrella.

Se preparan dos pelotas de ping pong, realizando un orificio que permita introducir la linterna en su interior, pero de diámetro tal que queden fijadas a la linterna. Una de las pelotitas se deja tal cual es, y la otra se pinta con esmalte sintético de cualquier color en el hemisferio superior, representando de esta manera, lo que se denomina “blindaje” e impide que la luz se proyecte hacia arriba (Fig. 14a y 14b).



Fig. 14a: Pelota de ping-pong sin blindaje.



Fig. 14b: Pelota de ping-pong con un hemisferio pintado.

Para realizar la experiencia, se deben seleccionar linternas en las que sea posible remover la parte superior protectora y dejar la bombilla a la vista (Fig. 15a y 15b). La pelota de ping pong se inserta en la linterna y simula un farol tipo globo.



Fig. 15a: Quitamos el protector de la linterna. Fig. 15b: Linterna con la pelotita de ping pong simulando el farol



Fig. 16a: Linterna sin blindaje



Fig. 16b: Linterna con blindaje

También es posible usar las pelotas de ping pong apoyadas directamente en la luz LED de un teléfono móvil (Fig. 17a, 17b y 17c). El efecto es solo sobre el cielo (en el caso anterior, debido al cuerpo de la linterna, que actúa como columna, es posible analizar lo que ocurre cuando cambiamos el suelo en el que se refleja la luz y aporta a la contaminación lumínica)



Fig. 17a, 17b y 17c: Experiencia utilizando la luminaria (pelota de ping pong con y sin apantallamiento, sobre la luz LED del teléfono móvil.

La experiencia se realiza en dos etapas:

Primero fuera de la caja. En esta ocasión, deben apagarse las luces del lugar donde se realiza la experiencia. Se prueban ambas modelos, con la misma linterna para evitar variaciones en el flujo. Sin blindaje (Fig. 16a) y con blindaje (Fig. 16b) proyectando la luz que producen sobre una superficie lisa y cercana, por ejemplo, la pared o un cartón.

En segundo lugar, se ve lo que sucede dentro de la caja. La situación se puede observar en las figuras 18a y 18b, para los casos de linterna sin y con blindaje respectivamente. Se puede utilizar una cámara digital para fotografiar lo que sucede dentro de la caja, si no es posible que los participantes miren en el interior. Las luces externas, en la habitación en donde se realiza la experiencia deben estar encendidas.

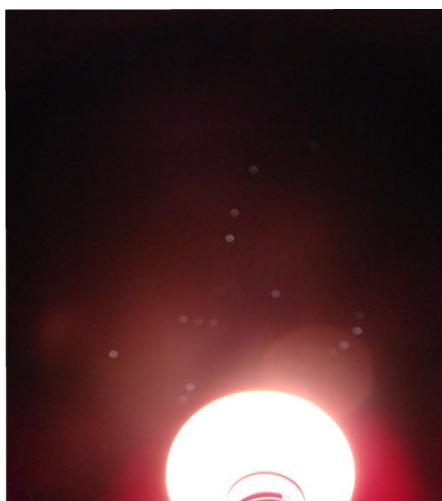


Fig. 18a: Aspecto del cielo con faroles sin blindaje.



Fig. 18b: Aspecto del cielo con faroles con blindaje

Es posible advertir lo que sucede de manera muy clara. En la primera situación, en el caso de la iluminación exterior, se advierte el corte que produce un farol con diseño para el control de la polución lumínica: la emisión hacia el cielo se ve notablemente reducida.

En la segunda situación, al utilizar los dos tipos de linterna en el interior de la caja, estamos simulando la situación de un ambiente nocturno, la luz sin blindaje produce una iluminación extra sobre el cielo, el denominado resplandor, que dificulta la visión de las estrellas. En el caso de la cámara digital, al usar exposición automática, no es posible ni siquiera enfocar de manera adecuada a las estrellas. Por el contrario, con la linterna adaptada para control de contaminación lumínica, es evidente que hacia abajo este artefacto no deja de ser efectivo, mientras que el cielo se ve mucho más oscuro y la cámara logra registrar de manera clara la constelación de Orión.
















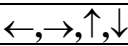

Recordemos que el cielo estrellado fue declarado “Patrimonio Intangible de la Humanidad” (Declaración de la Palma, 2007), es nuestra responsabilidad protegerlo. En los últimos años, una nueva amenaza a la visibilidad del cielo estrellado, las constelaciones de satélites de comunicaciones, ha llevado a la Unión Astronómica Internacional a crear en 2022 una oficina especial, el Centre for the Protection of the Dark and Quiet Sky from Satellite Constellation Interference -CPS, que se dedica a crear conciencia sobre este tema y arbitrar los medios para mitigar el nocivo efecto de este tipo de contaminación en nuestro planeta en general y en las investigación científica en el campo de la astronomía, en particular.

Bibliografía

- Berthier, D., *Descubrir el cielo*, Ed. Larousse, Barcelona, 2007.
- Bourte, P. y Lacroux, J., *Observar el cielo a simple vista o con prismáticos*, Larousse, Barcelona, 2010.
- Fundación Starlight (2007) Declaración sobre la Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho de Ver las Estrellas, Declaración de La Palma, 2007. Canarias. España
- García, B., *Ladrones de Estrellas*, Ed. Kaicron, Colección Astronomía, Buenos Aires, 2010.
- García, B. (2019) Una mirada a la contaminación Lumínica, Hojitas del Conocimiento, Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable, CNEA. Argentina
- García, B. (2020). Una mirada al método científico, Hojitas del Conocimiento, Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable, CNEA. Argentina
- Pellegrina, A. et al (2024) Contaminación Lumínica: Peligros de un mundo cada vez más iluminado. Departamento de Comunicación Gabinete de Presidencia, CSIC, España.
- Reynolds, M., *Observación astronómica con prismáticos*, Ed. Tutor, Madrid 2006.
- Ros, R.M., Moreno, R., García, B. (2025) NGC Para escuelas sin telescopio. Ed. de los autores.

ANEXO: Instrucciones para Stellarium 0.10.6.1

Para anclar o no las barras de herramientas (acercar el cursor a la esquina inferior izquierda)	
Ubicación. Se puede introducir por ciudades, por coordenadas o haciendo clic en un mapa	
Fecha y hora en la que se muestra el cielo	
Configuración de la vista del cielo. Tiene a su vez cuatro menús, que se explican a continuación	
Nº de estrellas, planetas... y que se vea o no la atmósfera	
Mostrar las líneas de coordenadas en el cielo, de las constelaciones... Tipo de proyección del cielo. Se recomienda la Estereográfica o la Ortográfica	
Mostrar el paisaje, el suelo, niebla.	
Nombres y figuras de las constelaciones y de estrellas según las culturas. Las más conocidas son las occidentales.	
Buscar un objeto (p.ej. Saturno, M13, NGC 4123, Altair)	
Configuración del idioma y de la información de los objetos mostrada en pantalla	
Ayuda (teclas de atajo, etc.)	
Ritmo normal del tiempo	
Aumentar velocidad del tiempo. Se puede dar varias veces	
Disminuir velocidad del tiempo.	
Volver a la hora actual	
Líneas de constelaciones	

Nombres de constelaciones	
Figuras de constelaciones	
Cuadrícula ecuatorial	
Cuadrícula acimutal+ horizonte	
Suelo/Horizonte	
Mostrar Puntos cardinales	
Atmósfera	
Nebulosas y nombres	
Nombres de los planetas	
Montura ecuatorial/acimutal	
Centrar sobre el objeto seleccionado	
Modo nocturno	
Pantalla completa/ ventana	
Ocular (como mirar al objeto seleccionado por un telescopio)	
Mostrar satélites artificiales en órbita	
Moverse por la vista	
ZOOM +	Repág
ZOOM -	Avpág
Definir el planeta seleccionado como desde el que se ve. Para regresar a la Tierra, buscar Tierra y luego CTRLG para seleccionar la Tierra como planeta desde el que se ve.	CTRL G
Dejar/omitir traza del recorrido de los planetas	May+T
Capturar pantalla	CTRL S ó PrintScreen
Salir (terminar con Stellarium)	 ó CTRLQ