#### ECLIPSE ANULAR DE SOL EN CHUBUT - 26 de febrero de 2017

## Néstor Camino Complejo Plaza del Cielo – CONICET-FHCS UNPSJB

#### INTRODUCCIÓN

El 26 de febrero de 2017 ocurrirá un eclipse anular de Sol, el cual será visible desde nuestra provincia del Chubut.

Los eclipses de Sol y de Luna son fenómenos naturales que ocurren regularmente. Todos los años suceden al menos un total de cuatro eclipses: en cierta época ocurren al menos un eclipse de Sol y un eclipse de Luna, y seis meses después nuevamente ocurren al menos otro eclipse de Sol y otro eclipse de Luna. En algunos años, el total de eclipses puede llegar a ser de siete como máximo.

Sin embargo, la posibilidad de visualizar un eclipse desde una ubicación específica sobre la superficie terrestre es muy pequeña: desde el Chubut no podremos visualizar otro eclipse anular hasta febrero de 2027 y deberemos esperar hasta diciembre de 2048 para ver un eclipse total de Sol.

# ¿QUÉ ES UN ECLIPSE DE SOL?

Un eclipse, en el sentido más general, es cuando un cuerpo se ubica por delante de otro. Es decir, cuando las direcciones bajo las cuales vemos a ambos objetos en el cielo (las "visuales") coinciden, lo que observamos es que los mismos se "superponen", y el cuerpo más cercano a nosotros (en este caso la Luna) impide ver al cuerpo más lejano (en este caso el Sol), ya sea por completo o en parte.

Un eclipse de Sol ocurre cuando la Luna, moviéndose por el espacio en su órbita alrededor de la Tierra, se interpone entre el Sol y nuestro planeta, ocultando así el disco solar por un breve tiempo para un observador ubicado sobre la superficie de nuestro planeta. Cuando la ocultación es completa, se denomina "eclipse total", y cuando se oculta sólo una parte del disco solar, se denomina "eclipse parcial".

En ciertos años, sucede un tipo de eclipse muy interesante, denominado "eclipse anular": durante estos eclipses solares la Luna cruza el disco del Sol por su centro, pero no llega a ocultarlo por completo, dejando un fino anillo de luz por fuera del disco oscuro de la Luna. De ahí su nombre, ya que "anular" proviene de la palabra "anillo".

# ¿LOS ECLIPSES SON FENÓMENOS EXTRAÑOS?

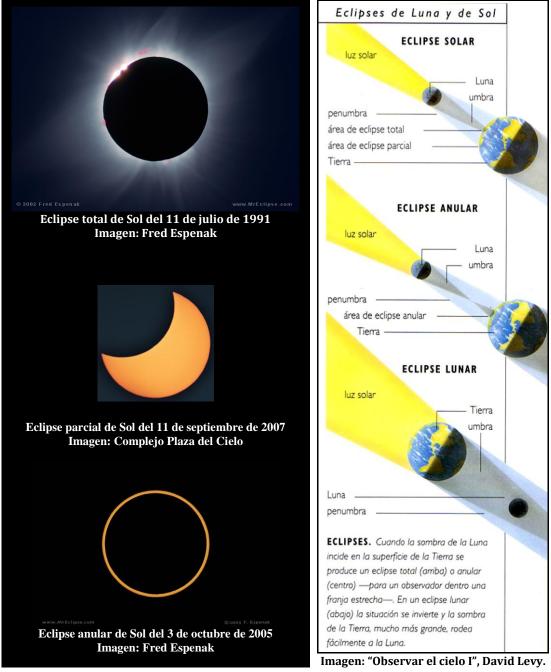
Los eclipses entre cuerpos celestes, como la Tierra, la Luna y el Sol, son fenómenos naturales que, al igual que el día y la noche, que las estaciones, etc., podríamos llamar "cotidianos", con la acepción astronómica de cotidiano, ya que pueden ocurrir a intervalos de meses o años incluso.

Los eclipses no son entonces fenómenos extraños, no producen efectos físicos ni sobre nosotros ni sobre la Naturaleza en general y justamente por ser naturales y regulares es posible predecirlos con suficiente exactitud y mucha antelación: en la Antigüedad se predecían los eclipses a partir del estudio de registros sistemáticos realizados durante siglos, en la actualidad se predicen con la ayuda de la tecnología computacional y a partir de modelos teóricos sobre el Sistema Solar.

# ¿QUÉ TIPOS DE ECLIPSES DE SOL EXISTEN?

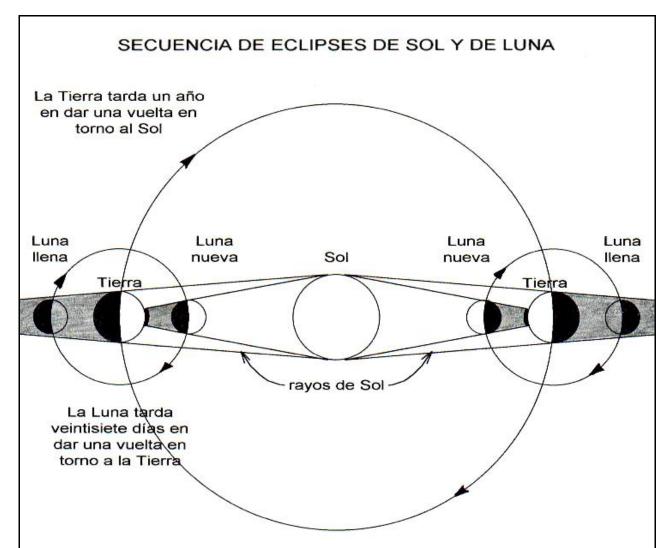
Dependiendo de la porción del disco solar que es ocultada por la Luna, los eclipses de Sol se clasifican en:

- **TOTAL**: la Luna tapa el disco solar por completo. Esta condición se puede observar en muy pocos lugares sobre la superficie de la Tierra y la misma dura no más de seis o siete minutos.
- PARCIAL: sólo se tapa una porción del disco solar. Si bien ocurren eclipses que son únicamente parciales, además cuando ocurre un eclipse total de Sol, en aquellos lugares de la Tierra en los que no puede observarse la totalidad el eclipse se ve como parcial.
- ANULAR: la Luna se "centra" en el disco solar, pero no alcanza a tapar la totalidad del mismo, quedando un "anillo" de luz por fuera de la misma. Cuando ocurre un eclipse anular de Sol, en aquellos lugares de la Tierra en los que no puede observarse la anularidad el eclipse se ve como parcial (en nuestro caso del 26 de febrero, al norte y al sur de la zona de anularidad).



#### LA REGULARIDAD DE LOS ECLIPSES

Todos los años hay dos períodos de eclipses, separados por unos seis meses; en cada período suceden por lo menos un eclipse de Sol y un eclipse de Luna. Hay un eclipse de Sol cuando la sombra de la Luna cae sobre la Tierra (Sol-Luna-Tierra); hay un eclipse de Luna cuando la sombra de la Tierra cae sobre la Luna (Sol-Tierra-Luna). Por esto, un eclipse de Sol sucede durante una Luna nueva (o sea de día) y un eclipse de Luna sucede durante una Luna llena (o sea de noche). La Figura 1 muestra esta situación en general.



Aproximadamente cada seis meses (la mitad del período orbital de la Tierra en torno al Sol), se produce un período de eclipses.

En cada período, que dura aproximadamente un mes (el período orbital de la Luna en torno a la Tierra), se producen, con un intervalo de unos quince días, por lo menos un eclipse de Sol (en las posiciones indicadas como Luna nueva) y un eclipse de Luna (en las posiciones indicadas como Luna llena).

Esta figura no está dibujada a escala ni en cuanto a los tamaños ni en cuanto a las distancias del sistema Tierra-Sol-Luna.

<u>Figura 1</u>: Geometría básica de las "estaciones de eclipses" Imagen: Complejo Plaza del Cielo.

# ¿POR QUÉ LOS ECLIPSES DE LUNA SE VEN MÁS SEGUIDO QUE LOS DE SOL?

Existe una diferencia muy importante entre los eclipses de Sol y los de Luna.

En los eclipses totales de Sol, por ejemplo, el extremo del cono de sombra que la Luna proyecta hacia el espacio debe tocar alguna zona de la superficie de la Tierra para que quienes se ubican sobre ella no puedan ver el Sol, casi en oscuridad. Tal condición es muy difícil de lograr, geométricamente hablando, lo que hace que estos eclipses duren sólo unos minutos (nunca más de siete minutos) y puedan verse en pocos lugares de nuestro planeta (la zona de sombra es de sólo unos 250 kilómetros de diámetro y se mueve a gran velocidad sobre la superficie terrestre).

En los eclipses de Luna, el cono de sombra proyectado por la Tierra hacia el espacio oscurece a la Luna y entonces todos los lugares sobre la mitad de nuestro planeta que en ese momento esté dirigida hacia nuestro satélite pueden ver el eclipse lunar, que dura varias horas. Se estima que, debido a la rotación terrestre, un eclipse de Luna puede verse desde dos tercios de la superficie de nuestro planeta.



La sombra de la Luna sobre la Tierra. Eclipse total de Sol del 9 de marzo de 2016. Imagen: NASA, Deep Space Climate Observatory.



La sombra de la Tierra sobre la Luna. Eclipse total de Luna del 28 de febrero de 2008. Imagen: Complejo Plaza del Cielo.

Lo anterior nos permite comprender por qué no podemos ver, por ejemplo desde la Patagonia, los eclipses de Sol que suceden año tras año: satisfacer la condición de alineación (*Sol-Luna-lugar de observación*) es casi un privilegio que se repite sólo cada algunos años.

Cuando a veces se publicitan eclipses mencionando que es "el último eclipse del siglo" o cuando se dice que los eclipses se ven "una vez en la vida", se confunde el <u>ver</u> un eclipse (o sea, estar sobre la línea que forman el Sol, la Luna y la Tierra), con el hecho de que se <u>produzca</u> un eclipse.

También podemos comprender entonces por qué los eclipses de Luna se ven bastante seguido desde un mismo lugar, aunque por ser menos espectaculares no se les da ninguna importancia, en general no se los publicita y por eso pasan casi desapercibidos.

# ¿POR QUÉ NO HAY UN ECLIPSE DE SOL EN CADA LUNA NUEVA?

Se podría hacer una pregunta muy sencilla: si los eclipses de Sol ocurren en Luna Nueva, ¿por qué no hay un eclipse de Sol en cada Luna Nueva? (lo mismo valdría para los eclipses de Luna, ¿por qué no hay un eclipse de Luna en cada Luna Llena?).

La respuesta a estas preguntas debe construirse analizando la geometría del sistema que forman la Tierra, la Luna y el Sol.

Para que ocurra un eclipse, los tres cuerpos deben estar alineados casi perfectamente. Debido a que la órbita de la Luna alrededor de la Tierra, y que la órbita de la Tierra alrededor del Sol no coinciden en su orientación espacial tridimensional (los planos orbitales forman entre sí un cierto ángulo), en cada instante los tres cuerpos no están casi nunca sobre una misma línea. Esta condición sólo se da cuando la Luna, en su movimiento orbital cruza el plano de la órbita de la Tierra.

Históricamente, se observó una importante regularidad en la sucesión de eclipses y se llegó a la conclusión de que sólo ocurrían eclipses cuando la Luna cruzaba en el cielo la región que habitualmente ocupaba el Sol a lo largo del año. Por esa razón, a la línea sobre la que se mueve el Sol anualmente se la denominó "eclíptica": el lugar donde suceden los eclipses.

Hoy día, denominamos entonces "Eclíptica" a la órbita de la Tierra en torno al Sol (cuyo "reflejo cinemático" es el camino del Sol en el cielo, según lo vemos desde el suelo terrestre), y debido a que la órbita de la Luna en torno a la Tierra está inclinada con respecto a la Eclíptica, sólo se producen eclipses cuando la Luna ocupa la posición correspondiente a las dos intersecciones de ambas órbitas, los denominados "nodos". Esto sucede, entonces, sólo dos veces por año: las "estaciones de eclipses". El resto del año (período orbital de la Tierra en torno al Sol), la Luna está fuera del plano de la Eclíptica (hacia el norte o hacia el sur, pero no en el plano), y por eso no ocurren eclipses.

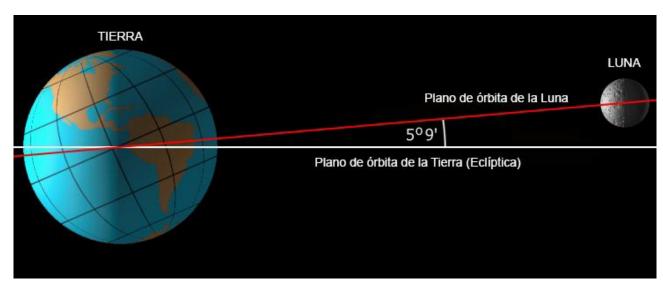
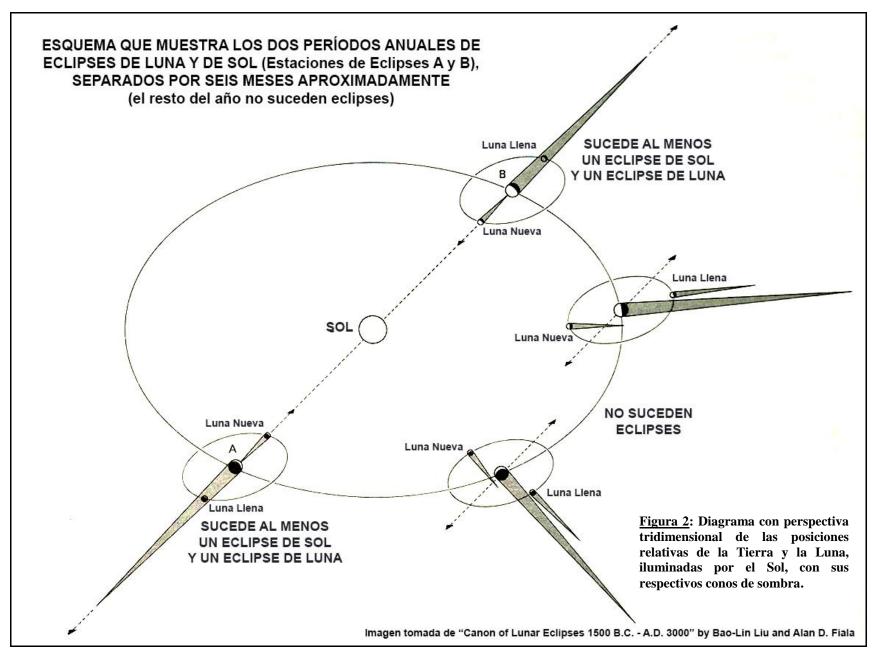


Imagen tomada de John McCarthy

La siguiente Figura 2, complementaria de la Figura 1, muestra esquemáticamente estas situaciones.



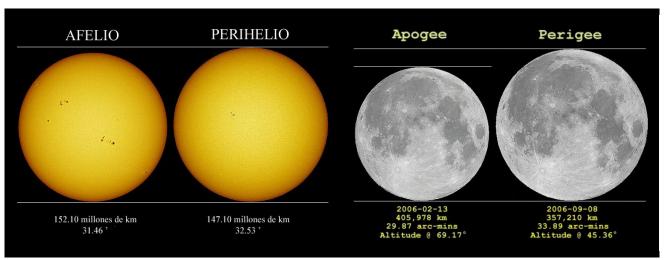
# ¿QUÉ PARTICULARIDADES TIENE UN ECLIPSE ANULAR?

Un eclipse anular de Sol es "casi un eclipse total de Sol". El "casi" remite a que si bien la Luna se ubica completamente enfrente del Sol, sus tamaños relativos (los que vemos desde la Tierra, no obviamente los reales que no cambian nunca) generan que el disco lunar no llegue a ser lo suficientemente grande como para tapar por completo al disco solar.

¿Por qué varían los tamaños observados de la Luna y del Sol? Nuevamente, la respuesta la da la geometría del sistema Tierra-Luna-Sol: las órbitas de la Tierra en torno al Sol y de la Luna en torno a la Tierra no son circunferencias perfectas sino que son elipses, que si bien son muy parecidas a circunferencias, en definitiva no lo son.

Por esto, en algún momento de su traslación en torno al Sol, la Tierra ocupa la posición más cercana al Sol, denominada "perihelio", cuando se ve el Sol un poco más grande. El perihelio sucederá el 4 de enero de 2017 (la posición más lejana al Sol, denominada "afelio", cuando se ve el Sol un poco más pequeño, sucederá el 3 de julio de 2017). Debido al período de traslación terrestre, hay un perihelio y un afelio por año.

Con respecto a la Luna, dado que el período de traslación lunar dura 27,5 días, habrá aproximadamente un perigeo y un apogeo por mes. Cada mes entonces, la Luna se verá un poco más grande (perigeo) y un poco más pequeña (apogeo), y así sucesivamente. El apogeo más cercano a la fecha del eclipse anular sucederá el 18 de febrero de 2017.

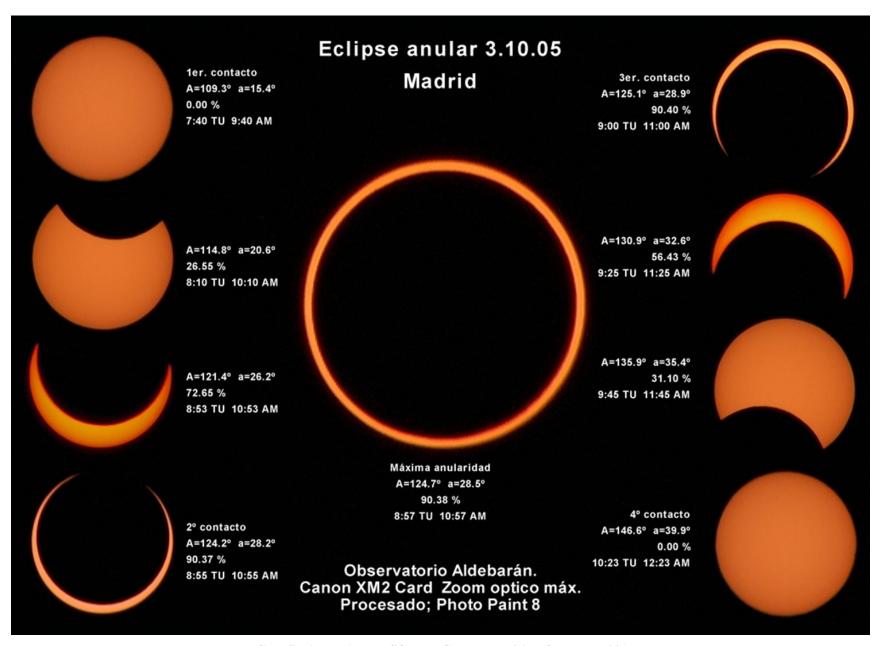


Ambas imágenes son comparaciones del Sol y de la Luna en sus respectivas distancias más cercana y más lejanas a la Tierra. Se indican las distancias y los diámetros angulares (el tamaño bajo el cual los vemos).

Imágenes: Anthony Ayiomamitis <a href="http://www.perseus.gr/">http://www.perseus.gr/</a>

Para comprender entonces un poco mejor lo que veremos en febrero, imaginemos que en esa época estaremos sobre la superficie terrestre (en el sur del Chubut), moviéndonos alrededor del Sol a poco más de mes y medio del perihelio, por lo que al mirar hacia el Sol lo veremos levemente más grande que durante el resto del año, y la Luna, moviéndose por el cielo en su órbita alrededor de la Tierra, se interpone entre nosotros y el Sol, a menos de diez días del apogeo, por lo que la estaremos viendo levemente más pequeña que durante el resto del mes (las dos fotos del centro de la imagen).

Si unimos ambas situaciones, podemos comprender por qué a pesar de que el 26 de febrero veremos desde nuestra región a la Luna cruzarse directamente frente al Sol, por ser aquella más pequeña y éste más grande que lo habitual, el eclipse que veremos será anular (y no total).



#### HISTORIAS SOBRE LOS ECLIPSES 1

La Luna y el Sol son las dos fuentes de luz dominantes en el cielo y en toda la naturaleza: la vida depende de ellas. Quizás por esto la gran mayoría de las historias, mitos y leyendas relacionadas con los eclipses en todo el mundo a través de los tiempos están asociadas al miedo a su desaparición, a la incertidumbre que tal situación genera, a la expectativa de cuándo ocurrirá otra vez, y mucho tiempo después en la evolución de las culturas, a disfrutar de su belleza y a su estudio.

La palabra "eclipse" proviene del griego *ekleipsis*, que significa "abandono", "omisión", "desaparición". Tal etimología está vinculada a una leyenda, común en muchos pueblos, sobre el Sol siendo devorado por una criatura sobrenatural: un dragón en China, India y Mesopotamia, un vampiro en Siberia, una rana en Vietnam, un jaguar en Paraguay y norte de Argentina, un perro en Bolivia. Seguramente no por casualidad, en China, "eclipsar" se dice *shih*, que significa "comer".



"En el cielo vivía un mítico animal, el Jaguá Jhovy (tigre azul). En ciertas oportunidades se tragaba a la Luna o al Sol. Al ver este fenómeno gritaban ¡Jaguá Jhou Yasy! (el tigre se comió a la Luna) o ¡Jaguá Jhou Kuarajhy! (el tigre se comió al Sol), y lanzaban al espacio flechas y piedras para que así el Jaguá Jhovy asustado escupiera a la Luna o al Sol y así regresara la luz".

Historia guaraní, recogida por el Prof. Blas Servín, Sociedad Interamericana de Astronomía en la Cultura. Ilustración de Griselda Servín. 2016.

En el Ártico, los esquimales creían que la ausencia del Sol o de la Luna se debía a la curiosidad de estos, por lo que se habían ido a recorrer la Tierra para ver cómo andaba todo por aquí. En Tahití, los eclipses eran interpretados como la unión amorosa entre el Sol y la Luna, aunque otros mitos refieren a una pelea entre ambos enamorados.

El miedo al cambio, la pérdida de la luz física y espiritual, caracterizaron fuertemente las primeras observaciones de estos fenómenos, principalmente en India, Babilonia y China, y la búsqueda por comprender su regularidad y predecirlos adecuadamente. Los testimonios más antiguos conocidos están en una crónica de India que relata el eclipse del 21 de octubre de 3784 antes de Cristo, pero será recién a partir de Tolomeo, hacia el siglo II después de Cristo, cuando el arte de la predicción de los eclipses se torna realmente confiable.

En muchas culturas, existieron rituales para protegerse de los eclipses, ya sea a través de la realización de sacrificios, de sumergirse en aguas sagradas, de resguardarse de la luz del Sol eclipsado, o bien gritando, golpeando objetos y danzando. Aún hoy se dan tales rituales.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> En la elaboración de este apartado nos hemos basado principalmente en dos publicaciones:

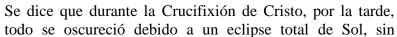
<sup>•</sup> Littmann, Mark, Espenak, Fred y Willcox, Ken. (2009). <u>Totality. Eclipses of the Sun</u>. Third Edition. Oxford University Press.

<sup>•</sup> Lanciano, Nicoletta, Berardo, Mariangela, De Sanctis, Elisa, Fucili, Leonarda y Tutino, Marina. (2007). L'eclisse di Sole in miniatura. Esperienze didattiche. Edizione Nuova Cultura, Roma, Italia.

Las predicciones sobre la ocurrencia de eclipses tenían un valor político, en especial para reyes y emperadores. En China, hacia el año 120 después de Cristo, un registro indica que la ocurrencia de un eclipse solar se vinculó a la muerte de un miembro de la familia real poco tiempo después.

La ocurrencia de eclipses ha influenciado muchas veces la toma de decisiones militares. Heródoto escribe que durante el eclipse del 28 de mayo de 585 antes de Cristo, predicho originalmente por Tales de Mileto, se suspendió una gran batalla entre los Lidios y los Medos, pactándose la paz entre los contendientes. Similares situaciones han ocurrido con eclipses de Luna (Imagen tomada de: http://eclipsewise.com/extra/SEhistoryReis.html#ancient).

Un famoso ejemplo es el de Cristóbal Colón, en el 1503, cuando anuncia la ocurrencia de un eclipse a los pobladores de la actual Jamaica, diciendo que tal suceso era una muestra de la ira de Dios, sumiéndolos en terror y ganando por consiguiente una imagen de poderío que realmente no tenía.





embargo, la Pasión sucedió durante una Luna Llena (quizás ocurrió además un eclipse total de Luna). Al respecto, Sacrobosco, hacia el 1200, escribe que "...el eclipse no fue natural, fue milagroso y contra la naturaleza...", y se indica que Dionisio el Areopagita, hacia el Siglo I, dijo que "...o el Dios de la naturaleza está sufriendo o el mecanismo del Universo se ha roto".

En lo que respecta a observaciones con registro escrito, los astrónomos babilonios y los chinos ya habían observado eclipses tan atrás en la Historia como desde el año 2000 antes de Cristo, aunque de todos modos el estudio sistemático de los eclipses era desarrollado por una muy pequeña minoría de especialistas, y por muchos siglos la gente común continuó asociando a estos fenómenos con la idea de desastre y muerte, sintiendo en general miedo y angustia ante su ocurrencia.

Tolomeo, en su obra Almagesto, en el Siglo II de nuestra Era, presenta tablas para el cálculo de eclipses de Sol para un determinado lugar de la Tierra, en cuanto al instante de tiempo, duración y magnitud, discutiendo la periodicidad de los eclipses lunares y solares a lo largo de los años.

Varios siglos antes de Cristo, los griegos sabían que la Tierra era esférica por observar la sombra que ésta proyectaba sobre la Luna. Los trabajos de Aristarco, en el Siglo IV antes de Cristo, y de Hiparco, en el Siglo II antes de Cristo, sentaron las bases para comenzar a comprender las dimensiones (tamaños y distancias) del sistema Tierra-Luna-Sol. Hiparco también había desarrollado un método para derivar la diferencia en longitud geográfica entre dos lugares sobre la superficie terrestre, algo esencial para la navegación en alta mar; siguiendo ese método en 1634, se observó un eclipse total de Luna desde los extremos este y oeste del Mar Mediterráneo, midiéndose así por vez primera su longitud con gran exactitud.

El estudio de los eclipses y su cálculo hacia el pasado permite hoy día, entre otras cosas, fechar sucesos históricos con una precisión mayor que la que dan los registros de época. Asimismo, a través de su observación se ha podido poner a prueba teorías científicas, de lo cual el ejemplo quizás más conocido sea la observación del eclipse total de Sol de 1919 por Arthur Eddington, buscando corroborar predicciones de la Teoría de la Relatividad General de Albert Einstein.



Imagen: Colleen Pinski

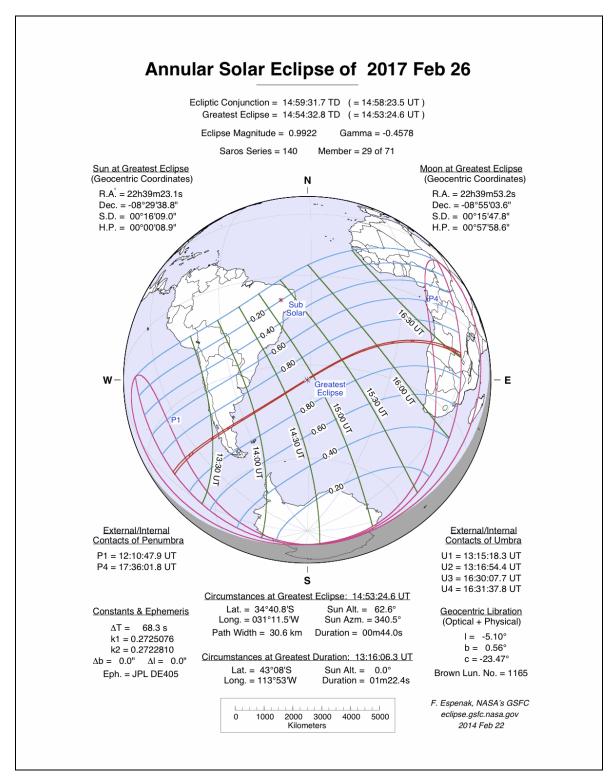


Imagen: Fred Espenak

ECLIPSE ANULAR DE SOL EN CHUBUT – 26 de febrero de 2017 Néstor Camino - Complejo Plaza del Cielo – CONICET-FHCS UNPSJB

#### EL ECLIPSE ANULAR DE FEBRERO DE 2017

El eclipse anular de Sol del 26 de febrero de 2017 será visible en una franja que se inicia en el Oeste, en el océano Pacífico, pasa por Chile muy cerca de Coyhaique, cruza luego completamente la zona sur del Chubut, pasando por Facundo, por el norte de Sarmiento, y por el sur de Camarones, para luego ingresar al océano Atlántico y finalizar en la zona Sur del África (Figura 3).



<u>Figura 3</u>: Diagrama que muestra las características del eclipse anular del 26 de febrero de 2017 Imagen: Fred Espenak, NASA's GSFC <a href="https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEplot/SEplot2001/SE2017Feb26A.GIF">https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEplot/SEplot2001/SE2017Feb26A.GIF</a>

En el Chubut el eclipse podrá verse, aproximadamente, entre las 09 horas 23 minutos, cuando comienza la fase parcial, hasta que la misma finalice a eso de las 12 horas 07 minutos (vale decir que cada lugar de observación tiene sus propios instantes de tiempo, los cuales varían levemente entre sí). La fase de anularidad dura nada más que un minuto (1 min) y ocurre en la mitad del intervalo de tiempo antes indicado (Figura 4).

Las líneas extremas norte y sur definen la zona de anularidad (entre estas dos líneas el eclipse se verá como anular). La línea central define la zona de centralidad del eclipse: durante la anularidad, la Luna se ve centrada contra el disco solar.

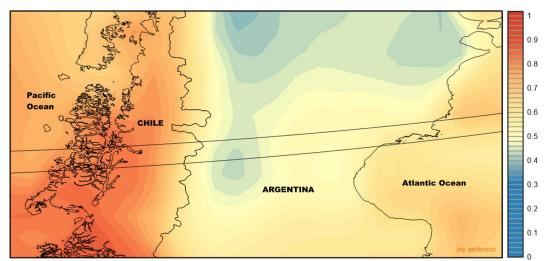


Figura 4: Banda de visibilidad chubutense del eclipse anular de febrero de 2017

Imagen: NASA Eclipse <a href="http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEgoogle/SEgoogle2001/SE2017Feb26Agoogle.html">http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEgoogle/SEgoogle2001/SE2017Feb26Agoogle.html</a>
Otra fuente: EclipseWise <a href="http://eclipsewise.com/solar/SEprime/2001-2100/SE2017Feb26Aprime.html">http://eclipsewise.com/solar/SEprime/2001-2100/SE2017Feb26Aprime.html</a> y

#### EL CLIMA ESPERADO PARA FEBRERO DE 2017 EN EL SUR DEL CHUBUT

Es de esperar que en la zona de visibilidad del eclipse anular en nuestra zona las condiciones del clima sean muy favorables para la observación del cielo. En la Figura 5 puede verse una proyección de nubosidad realizada a partir de imágenes satelitales. La zona cercana a Facundo y Río Mayo es la que menor cobertura de nubes tendría para febrero.



<u>Figura 5</u>: Nubosidad promedio para febrero, a partir de imágenes satelitales en el período 1989-2009. Imagen: <a href="http://xjubier.free.fr/en/site">http://xjubier.free.fr/en/site</a> pages/solar eclipses/ASE 20170226 pg01.html
<a href="http://eclipsophile.com/2017-annular-solar-eclipse/">http://eclipsophile.com/2017-annular-solar-eclipse/</a>

#### LUGARES DE OBSERVACIÓN EN EL SUR DEL CHUBUT

Si bien es cierto que la región del Chubut en la que podrá verse el eclipse anular es enorme, sugerimos tres puntos para organizar la asistencia y participación de la mayor cantidad de gente posible. Estos lugares satisfacen varios criterios: accesibilidad (sobre rutas en buen estado), cercanía a lugares poblados (sean pequeñas o grandes ciudades), visibilidad (no hay obstáculos naturales), comunicación (conectividad, en lo posible), vinculación con centros de salud (ante una emergencia). Los lugares sugeridos son los siguientes (Figura 6):

• <u>Facundo</u>: a unos 20 km al norte de esta ciudad, sobre la Ruta Nacional N°40, es el lugar elegido por el Complejo Plaza del Cielo.

Inicio del eclipse parcial: 09 horas 24 minutos.
Inicio del eclipse anular: 10 horas 38 minutos.
Duración del eclipse anular: 1 minuto
Finalización del eclipse parcial: 12 horas 00 minutos.
Máximo porcentaje de cobertura del Sol: 97%

• Norte de Sarmiento: a unos 40 km al norte de esta ciudad, sobre la Ruta Provincial N°26, poco después de los extremos norte de los lagos Colhué Huapí y Musters.

Inicio del eclipse parcial: 09 horas 25 minutos.
Inicio del eclipse anular: 10 horas 39 minutos.
Duración del eclipse anular: 1 minuto
Finalización del eclipse parcial: 12 horas 01 minutos.
Máximo porcentaje de cobertura del Sol: 97%

• <u>Camarones</u>: ya sea sobre la misma ciudad (se verá anular pero no central), o poco al sur en el Área Natural Protegida "Cabo Dos Bahías".

Inicio del eclipse parcial: 09 horas 27 minutos.
Inicio del eclipse anular: 10 horas 43 minutos.
Duración del eclipse anular: 1 minuto
Finalización del eclipse parcial: 12 horas 07 minutos.
Máximo porcentaje de cobertura del Sol: 97%



Figura 6: Puntos de observación sugeridos al sur del Chubut

#### EL LUGAR DE OBSERVACIÓN ELEGIDO POR EL COMPLEJO PLAZA DEL CIELO

Desde Esquel, a través del Complejo Plaza del Cielo, hemos organizado la observación del eclipse anular de Sol del 26 de febrero de 2017 en el primero de los lugares antes indicados. Específicamente, nuestro lugar de observación será el punto indicado en la Figura 7:



<u>Figura 7</u>: Lugar de observación sobre la Ruta Nacional N°40, cerca de Facundo. Fuente: NASA Eclipse http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEgoogle/SEgoogle2001/SE2017Feb26Agoogle.html



Vista hacia el Sur (arriba) y vista hacia el Norte (abajo). Imágenes: Complejo Plaza del Cielo

# ¿QUÉ SE VERÁ AL NORTE Y AL SUR DE LA ZONA DE ANULARIDAD?

El próximo eclipse de Sol de febrero de 2017 no sólo será visible desde la franja de anularidad al sur del Chubut, sino desde una muy amplia región que cubre las dos terceras partes de América del Sur.

Desde cualquier lugar ubicado más al norte de la franja de anularidad se podrá ver un eclipse PARCIAL, con diferente grado de cobertura: cuanto más cerca de la zona de anularidad, más cubierto el Sol, y viceversa. Algunos ejemplos: Trelew (93%), Puerto Madryn (91%), Esquel (90%), Bariloche y Las Grutas (83%), Mar del Plata (78%), Zapala y Neuquén (75%), Mendoza y Santa Fe (54%), Posadas (42%), Tucumán (34%), La Quiaca (19%).

De modo similar, desde cualquier lugar ubicado más al sur de la franja de anularidad también se podrá ver un eclipse PARCIAL, con diferente grado de cobertura: cuanto más cerca de la zona de anularidad, más cubierto el Sol, y viceversa. Algunos ejemplos: Río Mayo y Sarmiento (97%), Comodoro Rivadavia (96%), Perito Moreno y Caleta Olivia (94%), Puerto Deseado (89%), El Chaltén (85%), El Calafate (82%), Río Gallegos y Río Turbio (77%), Puerto Argentino (72%), Río Grande (69%), Ushuaia (66%), Base Marambio (37%).

Para la mucha gente que estará en la región en la que sólo podrá verse este eclipse como parcial, vale decir que de todos modos éste será un muy importante eclipse, hermoso y de gran cobertura, por lo que es muy importante que no dejen de observarlo. Ver <a href="http://shadowandsubstance.com/">http://shadowandsubstance.com/</a>

#### LOS CUIDADOS QUE DEBEMOS TENER PARA OBSERVAR ESTE ECLIPSE

Es <u>MUY IMPORTANTE</u> recordar que <u>NUNCA</u> debemos <u>MIRAR DIRECTAMENTE AL SOL</u>, y mucho menos durante un eclipse, ya que por más que la Luna tape una porción del disco solar la energía lumínica que llega del Sol alcanza de todos modos para lastimar gravemente nuestros ojos.

Por esta razón, los eclipses solares pueden ser **observados con seguridad** únicamente mediante la utilización de alguno de estos tres métodos:

- con filtros especiales, que no se consiguen habitualmente en nuestra zona; es decir, excepto esos filtros (Mylar, por ejemplo). Ningún otro sistema de filtrado de la luz solar es seguro: vidrios ahumados, negativos de fotografía, diskettes, envoltorios aluminizados, etc., no son filtros seguros ya que permiten el paso de suficiente luz como para llegar a dañar nuestra retina seriamente;
- otra forma segura de observar un eclipse es mediante una **proyección** a través de un telescopio o largavistas: la luz que pasa por el instrumento se proyecta sobre una hoja blanca ubicada cerca del ocular del mismo; de esta manera, la imagen es mayor y con mejor resolución que la que se obtiene mediante una cámara oscura.
- y si no se dispone de filtros especiales ni telescopios para proyectar, la forma más segura de ver un eclipse de Sol es mediante una "**cámara oscura**": un tubo de cartón o de plástico opaco, con papel aluminio cerrando uno de sus extremos, al cual se le hace un pequeño agujerito con un alfiler, proyectándose la luz que pasa por el mismo sobre un papel manteca cubriendo el otro extremo del tubo. Sobre el papel manteca se proyectará la imagen del Sol, que puede ser observada sin ningún riesgo, y cuyo tamaño dependerá únicamente del largo del tubo utilizado.

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS FILTROS SOLARES PARA TELESCOPIOS

Los filtros para observar el Sol vienen en medidas especiales, acordes a cada instrumento óptico específico, en tipo y medida de la apertura del instrumento.

Además, existen diversos tipos de filtros respecto del tipo de luz que dejan pasar a través de ellos: los más clásicos son los que producen una imagen del Sol de color amarillo-anaranjado.

Los filtros solares son en general "tapas" que se aplican en el extremo del instrumento que da al cielo (el objetivo), de modo que la luz del Sol pasa primero por el filtro, luego entra al dispositivo óptico, y recién después llega al ocular, donde ubicamos el ojo o una cámara.

No hay filtros genéricos, es decir: para cada tipo de telescopio, largavistas e inclusive cámaras fotográficas existe una medida de filtro, dada por el diámetro del objetivo del dispositivo (consultar <a href="http://www.thousandoaksoptical.com/solar.html">http://www.thousandoaksoptical.com/solar.html</a> y <a href="http://www.duoptic.com.ar/accesorios/filtros-solares-baader.html">http://www.duoptic.com.ar/accesorios/filtros-solares-baader.html</a> ).

**NOTA IMPORTANTE 1**: Existen algunos telescopios, modelos antiguos y pequeños, que traían un filtro solar para aplicarlo al ocular (donde ponemos el ojo). JAMÁS utilicen este tipo de filtro, ya que la luz del Sol pasa primero por el instrumento, el cual concentra toda la energía que transfiere la luz solar en un pequeño punto, el filtro ocular, aumentando enormemente su temperatura con riesgo de que el vidrio que lo forma se rompa, y entonces la luz concentrada incidiría directamente sobre nuestro ojo, quemándolo. Sugerimos directamente eliminar ese tipo de filtro, en caso de que tuvieran uno.

**NOTA IMPORTANTE 2**: Los telescopios en general tienen un pequeño telescopio adosado el cual se denomina "buscador", ya que se utiliza para ubicar rápidamente el objeto a observar. En caso de utilizar un filtro solar para el telescopio, es fundamental tapar muy bien el buscador de modo que no pase luz solar por él y que accidentalmente pueda incidir sobre los ojos. Del mismo modo, si se utiliza un largavistas, debe taparse uno de los dos objetivos y filtrar el otro.





Filtro solar de Mylar ubicado delante del objetivo de un telescopio reflector, y la imagen del Sol que producen. Imágenes: Complejo Plaza del Cielo

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS FILTROS SOLARES PARA USAR COMO ANTEOJOS

El filtro propiamente dicho de estos visores es un material plástico denominado "polímero negro" (también pueden ser con Mylar, cuya apariencia es parecida al papel aluminio). El color del Sol visto a través de estos visores tiene una tonalidad amarillo-anaranjado. Si bien su costo es muy bajo (en EEUU cuestan unos 0,45 U\$S), en Argentina no es sencillo conseguirlos.



Filtro solar de polímero negro montados en forma de anteojo para uso individual y la imagen que producen. Imágenes: Charlie Bates Solar Project <a href="http://www.charliebates.org/">http://www.charliebates.org/</a>

De todos modos, la diversidad de filtros solares es muy grande, aunque en todos los casos los costos son en general elevados y no es fácil conseguirlos en Argentina (existen asimismo filtros de estos mismos materiales para acoplarlos a cámaras fotográficas réflex, cuyo factor de transmisión debe ser al menos de 0,000001 (ND, Densidad Óptica 5).

**NOTA IMPORTANTE 3**: No utilizar para ver el eclipse vidrios ahumados, negativos velados, radiografías, diskettes, CDs, DVDs, envoltorios aluminizados,o anteojos de sol, ya que ninguno de estos elementos filtran realmente la luz del Sol en cantidad adecuada para la visualización directa del Sol. Una prueba sencilla para asegurarnos: si a través de un supuesto filtro es posible ver algo de luz proveniente de un foco de iluminación de nuestro hogar, éste NO es un buen filtro solar.

**NOTA IMPORTANTE 4**: Aun cuando observemos el Sol a través de filtros especiales, recomendamos no observar durante largos períodos, sino que es conveniente dejar "descansar" los ojos, mirar hacia otro lado por unos segundos, y volver a mirar el eclipse, y así sucesivamente.

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS VIDRIOS DE SOLDADOR USADOS PARA VER EL SOL

Un elemento no diseñado específicamente para observar el Sol, pero confiable a este fin de todos modos, son los "vidrios de soldador", pero únicamente los que más filtran la luz visible, infrarroja y ultravioleta: los número DIN 14. Estos filtros producen una imagen del Sol de color verde.

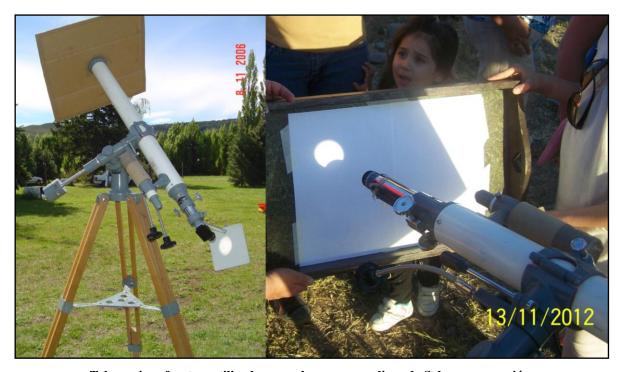


Vidrios de soldador DIN 14. (pueden conseguirse en algunas ferreterías, a pedido) Imágenes: Complejo Plaza del Cielo.

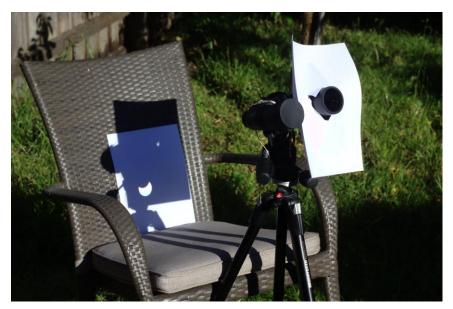


#### CARACTERÍSTICAS DE LA PROYECCIÓN A TRAVÉS DE DISPOSITIVOS ÓPTICOS

Cualquier dispositivo óptico (telescopios y largavistas, principalmente) pueden ser utilizados para observar el Sol, aunque no en forma directa (con el ojo en el ocular) sino en forma indirecta, proyectando la imagen que forman sobre una pantalla, y recién entonces mirar esa imagen proyectada con nuestros ojos. Esta es la única forma segura de utilizar un telescopio sin filtro especial para la visualización del Sol, tanto durante un eclipse como durante un día cualquiera.



Telescopio refractor, utilizado para observar un eclipse de Sol por proyección. Nótese que se dispone un gran cartón rodeando al objetivo del telescopio, de modo de bloquear la luz del Sol en la zona donde se ubican los observadores, y que el pequeño telescopio "buscador" está completamente tapado. Imágenes: Complejo Plaza del Cielo



Largavistas utilizado para observar un eclipse por proyección. Nótese la hoja de papel bloqueando la luz solar por fuera del objetivo utilizado, y que el otro visor del largavistas está completamente tapado. Imagen tomada de https://wirralweather.com

# CONSTRUCCIÓN DE CÁMARAS OSCURAS PARA OBSERVAR EL SOL

Sin dudas, la forma más segura, barata y accesible de todas, para observar el Sol y en particular un eclipse de Sol, es construir una "cámara oscura". Una cámara oscura es un dispositivo tecnológico muy sencillo, basado en el principio físico de la propagación rectilínea de la luz. De bajo costo (casi nulo, en realidad), posibilita observar el Sol sin ningún riesgo para la vista, por tiempos largos, y con total confiabilidad en el sentido de la calidad de la imagen producida.

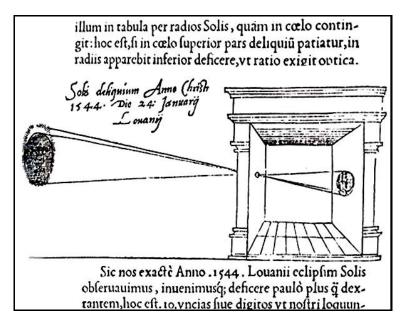
Existen registros de observaciones de eclipses de Sol utilizando cámaras oscuras desde el Siglo XVI, y sin dudas fueron un instrumento de gran utilidad y confiabilidad en los primeros tiempos de la Astronomía (así como también lo fueron para las otras Ciencias Naturales y para el Arte).

Los chinos utilizaban cámaras oscuras hacia el Siglo IV antes de Cristo, también para visualizar el Sol, pero quien trabajó en aquella época fundamentando sus principios físicos fue Euclides, en el Siglo III antes de Cristo, en su trascendental libro "Óptica".

Varios siglos después de Euclides, Ibn al-Haytham (Alhazen) realizó un gran tratado de Óptica el cual fue publicado en 1015. En esta obra, Alhazen sistematiza todo lo conocido en la época sobre la luz y las tecnologías asociadas a la luz, en especial la cámara oscura, sus principios y aplicaciones.

Leonardo Da Vinci (1452-1519) y Johannes Vermeer (1632-1675), entre muchos otros, utilizaron la cámara oscura tanto para estudios naturales como para obras de arte, en especial durante la época del Renacimiento. Algunos sitios web interesantes para aprender más sobre la cámara oscura son los siguientes: Cámara oscura de Torre Tavira: <a href="http://www.torretavira.com/">http://www.torretavira.com/</a>; Cámara Oscura de Greenwich: <a href="http://brightbytes.com/cosite/2green.html">http://brightbytes.com/cosite/2green.html</a>; La cámara oscura en la enseñanza: <a href="http://www.oei.es/salactsi/eureka07.htm">http://www.oei.es/salactsi/eureka07.htm</a>; Sobre Vermeer: <a href="http://www.escuelacima.com/camaraoscura.html">http://www.ibnalhaytham.com/discover/ibn-al-haytham/who-was-ibn-al-haytham/</a>

Aparentemente fue Johannes Kepler (1571-1630) quien denominó por primera vez "cámara oscura" a este dispositivo, a partir del uso que principalmente le daban los artistas: una carpa o habitación en total oscuridad, con un pequeño agujero en un lado y una pantalla o la pared del otro, sobre la cual se formaban las imágenes invertidas del mundo exterior.

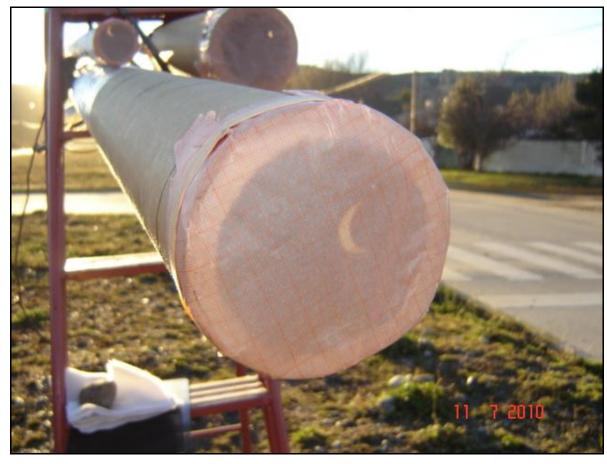


Esquema realizado por Gemma Frisius, quien observó un eclipse solar mediante una cámara oscura en 1544. Imagen tomada de: <a href="http://www.aditisingh.in/the-history-of-obscura/">http://www.aditisingh.in/the-history-of-obscura/</a>

El proceso de construcción de una cámara oscura para visualizar el próximo eclipse anular de Sol es realmente muy sencillo; daremos a continuación una secuencia de pasos a tal fin.

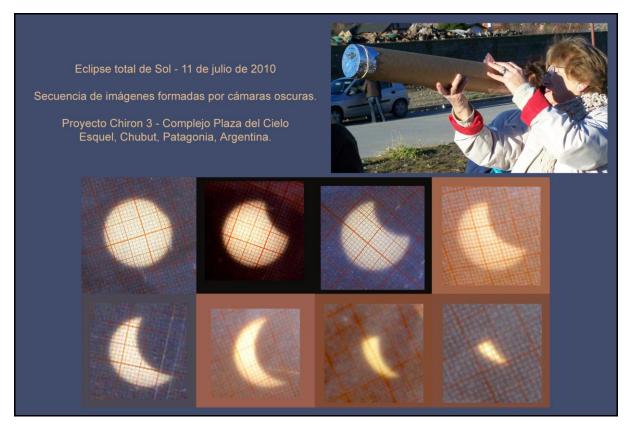
Es importante tener en cuenta que esta secuencia de construcción está pensada sólo para la visualización del eclipse y no para realizar mediciones indirectas, como por ejemplo el diámetro del Sol u otras, o para utilizar una cámara oscura para visualizar el paisaje o tomar fotografías "como antes", utilizaciones didácticas habituales de este dispositivo tan importante para la Enseñanza de la Astronomía y de la Luz, y de muy ricos nexos con la Matemática y con el Arte en la escuela.

- 1. A un tubo de cualquier material (cartón, PVC, etc.), tápenle un extremo con papel aluminio en el que deberán hacer un muy pequeño agujero con una aguja. El papel aluminio tiene la función de bloquear casi toda la luz solar que llega a la cámara oscura, y el agujerito tiene la función de "pupila de entrada" (como la de nuestros ojos), por lo que su tamaño debe ser pequeño para que la luz entrante a la cámara oscura sea la suficiente para formar una imagen, aunque sin riesgos.
- 2. Al otro extremo del tubo tápenlo con un papel milimetrado transparente o con un papel manteca muy fino. Esta parte será la pantalla de la cámara oscura, sobre la que veremos la imagen del Sol.
- 3. Apuntando con el tubo al Sol (TRATANDO DE MIRARLO LO MENOS POSIBLE EN FORMA DIRECTA), muevan el tubo hasta que aparezca en la pantalla (el papel milimetrado o manteca) un disco brillante: la imagen del Sol producida por esta cámara oscura.



Varias cámaras oscuras dispuestas para la observación de un eclipse de Sol Imagen: Complejo Plaza del Cielo

- 4. Una forma de seguir el eclipse es simplemente mirando la imagen producida por la cámara oscura sobre la pantalla. La otra forma, de gran utilidad didáctica y afectiva ya que quedará registro permanente, es que vayan tomando fotografías (con una cámara fotográfica, con el celular), de las imágenes que se van produciendo en la pantalla a medida que el eclipse anular evoluciona, anotando el instante de tiempo en que tomaron cada foto.
- 5. Realicen una memoria descriptiva de lo que vivieron mientras observaron el eclipse anular, incorporando las fotos obtenidas, y resaltando en especial lo que sintieron, los comentarios de la gente con quienes compartieron el eclipse, cambios en el color y apariencia del cielo, etc.



Secuencia fotográfica del eclipse de Sol del 11 de julio de 2010 a partir de las imágenes producidas por una cámara oscura.

Imagen: Complejo Plaza del Cielo

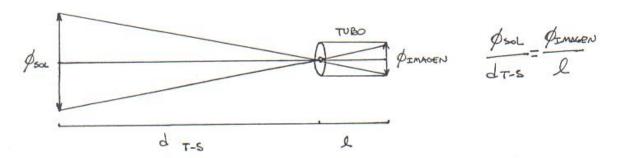


Diagrama que muestra el principio de funcionamiento de la cámara oscura: la propagación rectilínea de la luz.

Diámetro del Sol y Distancia Tierra-Sol (lo observado, a la izquierda del agujerito). Largo del tubo y Diámetro de la imagen del Sol (lo registrado, a la derecha del agujerito). Lo observado y lo registrado guardan la relación de proporcionalidad indicada a la derecha.

Imagen: Complejo Plaza del Cielo
ECLIPSE ANULAR DE SOL EN CHUBUT – 26 de febrero de 2017
Néstor Camino - Complejo Plaza del Cielo – CONICET-FHCS UNPSJB

11/09



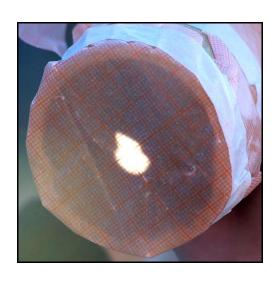


Un equipo de entusiastas con una gran cámara oscura.

La imagen del Sol eclipsado producida por nuestra cámara oscura.

Imágenes: Complejo Plaza del Cielo

- 6. Discutan algunas de las siguientes cuestiones:
  - a) ¿Qué sucedería con la imagen (tamaño, nitidez, iluminación, colores) que produce la cámara oscura si variara el largo del tubo con la que la hemos construido?
  - b) ¿Influirá en algo el diámetro del tubo utilizado?
  - c) ¿Qué sucedería con la imagen si variara el diámetro del agujero?
  - d) Si el agujero fuera irregular y grande, ¿la imagen que produce la cámara estaría aún relacionada con el objeto (el Sol en este caso)?



Si el agujero es muy grande, la luz pasa por él pero no forma la imagen del Sol: el dispositivo ya no es una cámara oscura.



Variación de la imagen con el largo del tubo.

Imágenes: Complejo Plaza del Cielo

# REPRESENTACIÓN A ESCALA DEL SISTEMA TIERRA-LUNA-SOL (a los fines de imaginar los eclipses de Sol)

Imaginar los objetos del cielo, sus tamaños y movimientos, y las relaciones geométricas que se van configurando instante tras instante, en un contexto espacial tridimensional de gran escala, es una de las mayores dificultades para comprender muchos fenómenos astronómicos cotidianos, en particular los eclipses de Sol y de Luna.

Una forma de ayudar a nuestra imaginación espacial es la construcción de modelos concretos (maquetas) que guarden rigurosa relación de tamaños y distancias con lo que queremos representar.

Tal condición se satisface si la representación (el modelo) mantiene una relación de proporcionalidad con lo real a representar (el sistema Tierra-Luna-Sol, en este caso).

Para esto se elige un "factor de escala", que surge de una condición elegida por nosotros, arbitraria, conveniente a nuestros fines didácticos. Tal condición podría ser, por ejemplo: "que la distancia Tierra-Luna esté representada en el largo del aula", o "que la Tierra esté representada por una pelota de fútbol", y muchas otras posibilidades, cualquiera es válida.

Lo fundamental aquí, para todo el proceso de construcción del modelo a escala, es que luego de elegida la condición (el factor de escala) todas las distancias y tamaños deberán respetar tal condición. Es decir, el factor de escala de un cierto modelo concreto es único, no debe cambiarse.

Para esta oportunidad, elegiremos como condición la siguiente: "que el Sol esté representado por un globo de piñata bien inflado".

Así, considerando que un globo de piñata bien inflado tiene un diámetro de unos 60 cm, y que el diámetro del Sol es de 1.391.400 km, el factor de escala para las longitudes (distancias, diámetros) será el siguiente:

$$f_{espacial} = \frac{60 \text{ cm}}{1.391.400 \text{ km}} = 4,3.10^{-5} \frac{\text{cm}}{\text{km}}$$

A partir de este factor de escala para la representación del sistema Tierra-Luna-Sol, el resto de las dimensiones espaciales se obtiene a través de una "regla de tres simple". Tomemos como ejemplo el cálculo de la representación de la Tierra, cuyo diámetro es de 12.742 km:

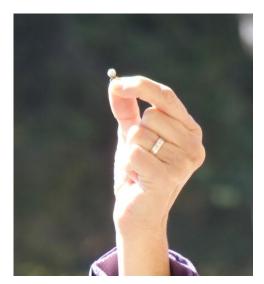
Si: 
$$D_{Sol} = 1.391.400 \text{ km} \xrightarrow{\text{est\'a representado por}} d_{Sol} = 60 \text{ cm}$$
 entonces:  $D_{Tierra} = 12.742 \text{ km} \xrightarrow{\text{esta\'a representado por}} d_{Tierra} = \frac{60 \text{ cm}}{1.391.400 \text{ km}} \times 12.742 \text{ km}$ 

$$d_{Tierra} = f_{espacial} \times 12.742 \text{ km} = 0,55 \text{ cm}$$

Es decir, para un Sol representado por una "esfera" de 60 cm de diámetro, tendremos una Tierra de 0,55 cm de diámetro. ¡¡ Muy pequeña, comparativamente !! (ver Imagen en la página siguiente).

Nótese la utilidad del factor de escala: a partir de ahora, cada distancia o tamaño que queramos representar, sólo deberemos multiplicarlo por  $f_{espacial}$  y el resultado será directamente la medida de la representación expresada en centímetros (cm).





Un Sol de 60 cm (un globo de piñata bien inflado) y una Tierra de 0,55 cm (un arito). El Sol es aproximadamente 1.300.000 veces más grande que la Tierra (en volumen). Imágenes: Complejo Plaza del Cielo

De acuerdo con el factor de escala antes elegido, los distintos valores del sistema Tierra-Luna-Sol para esta representación espacial (modelo concreto) quedarán de la siguiente manera:

$f_{\rm esp} = 4,3.10^{-5} \text{ cm/km}$	Valores medios reales	Valores para la
Diámetro del Sol	1.391.400 km	60,0 cm
Diámetro de la Tierra	12.742 km	0,6 cm
Diámetro de la Luna	3.474 km	0,2 cm

Distancia Tierra-Sol	149.597.871 km	64,5 m
Distancia Tierra-Luna	384.400 km	16,6 cm

Con estos valores, prueben ahora ubicar a cada cuerpo en el espacio tridimensional real: el globo para piñata (el Sol), ubicado a 64,5 metros de ustedes, con el arito de 0,6 centímetros en la mano (la Tierra), y una muy pequeñita Luna de 0,2 centímetros, ubicada a unos 16,6 cm de la Tierra.

Cuando esté armado el sistema (modelo), cierren un ojo (ustedes son el observador sobre la Tierra) y traten de ubicar a la Luna de modo que tape por completo al lejano Sol: eso será un eclipse total de Sol, representado por el modelo a escala espacial recién construido.

Prueben, y tengan mucha paciencia. ¡Mucha suerte!



Allá lejos, a casi 65 metros, está un docente sosteniendo el globo de piñata bien inflado, para que el observador pueda imaginar la escala del sistema Tierra-Luna-Sol. Imagen: Complejo Plaza del Cielo

#### UN ENCUENTRO PENSADO PARA ACOMPAÑAR EL ECLIPSE ANULAR DE SOL

A partir de la posibilidad que tendremos en febrero de 2017 de visualizar el eclipse anular de Sol en la Patagonia, decidimos realizar en nuestra zona un encuentro previo para llegar a toda la gente con los temas propios de la Astronomía, la Cultura y la Educación, en especial aquellos relacionados con los eclipses, su estudio científico, su integración con las cosmovisiones de los distintos pueblos y su potencialidad como motivadores para la generación de nuevas estrategias didácticas.

Así fue que organizamos el Segundo Workshop de Difusión y Enseñanza de la Astronomía (WDEA II), dando continuidad al Primer WDEA realizado en la ciudad de Córdoba en 2009, en oportunidad del Año Internacional de la Astronomía (el cual honraba a la figura de Galileo Galilei, quien en 1609 utilizó por primera vez un telescopio para estudiar el cielo).



El WDEA II se desarrollará en Esquel, durante los días 22, 23 y 24 de febrero de 2017, la participación en el Workshop es libre y gratuita, y está destinado para todo público, sin excepción.

Se realizarán distintas charlas de especialistas de nuestro país y el extranjero, sobre temáticas diversas, se expondrán trabajos en formato de poster, habrá exposición de imágenes astronómicas e históricas, se realizarán talleres para docentes, y habrá también espacios para el intercambio y la discusión partiendo de los intereses de quienes asistan y participen en el Workshop.

Toda la información referida al WDEA II y a la observación del eclipse anular, así como noticias, inscripciones, y demás, pueden consultarse en el sitio web oficial del Segundo Workshop de Difusión y Enseñanza de la Astronomía (WDEA II):

### http://sion.frm.utn.edu.ar/WDEAII/

Para comunicarse con la organización del WDEA II, los invitamos a escribirnos a través del correo electrónico oficial:

wdea2.esquel2017@gmail.com

Les deseamos que disfruten y aprendan mucho con la observación de "nuestro" eclipse anular de Sol del 26 de febrero de 2017 !!!

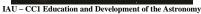
#### WDEA II Esquel 2017 – Instituciones Organizadoras

- Unión Astronómica Internacional Comisión CC1: Educación y Desarrollo de la Astronomía.
- Instituto en Tecnologías de Detección y Astropartículas ITeDA (CNEA, CONICET, UNSAM).
- Complejo Plaza del Cielo (Esquel).
- Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (Res. CD FHCSCR-SJB 285/16).
- Universidad Nacional de Río Negro (Res. Rectoral UNRN 244/16).
- Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata.















# **WDEA II Esquel 2017 – Instituciones Auspiciantes**

- Unión Astronómica Internacional
- Asociación Argentina de Astronomía
- CONICET (Res. 2040/2016)
- Observatorio Astronómico de Córdoba
- Programa de Promoción de Vocaciones Científicas del CONICET (VocAr)











- Municipalidad de Esquel (Ordenanza HCD N°149/16)
- Provincia del Chubut (Decreto PE N°1219/16)
- Ministerio de Turismo Chubut (Res. N°24-MT/16)





- Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Provincia del Chubut.
- Consejo Federal de Inversiones (CFI).

SECRETARÍA de CIENCIA TECNOLOGÍA e INNOVACIÓN PRODUCTIVA de la PROVINCIA de CHUBUT





# Segundo Workshop de Difusión y Enseñanza de la Astronomía

22, 23 y 24 de febrero de 2017 Esquel, Chubut, Patagonia

# Comité Organizador Científico

Dr. Jay Pasachoff (Williams College Hopkins Observatory - USA) Dr. Néstor Camino

(Complejo Plaza del Cielo - CONICET-FHCS UNPSJB)

Dra. Beatriz García (ITeDAM, UTN Mendoza) Dr. Guillermo Bosch (FCAGLP - UNLP)

Mag. Santiago Paolantonio (OAC)

## Comité Organizador Local

Dr. Néstor Camino
(Complejo Plaza del Cielo - CONICET-FHCS UNPSJB)
Dra. Mariana Orellana
(UNRN)
Dr. Sebastián Gurovich
(UNC - IATE CONICET)
Prof. José Luis Hormaechea
(EARG - UNLP)
Prof. Cristina Terminiello
(Complejo Plaza del Cielo)
Prof. Marianela Zaninetti

(Complejo Plaza del Cielo)

ESUEL
WDEAII 2017

# Observación del Eclipse Anular de Sol

26 de febrero, 2017 - Sur de Chubut, Patagonia, Argentina

Contacto: wdea2.esquel2017@gmail.com



















