

1084

SUPLEMENTO CULTURAL  
**el tlacuache**

CENTRO  INAH MORELOS

Viernes 30 de junio, 2023

N° 2.

# LOS ERRANTES DEL CIELO

entre constelaciones y eclipses

Edna Galindo Dellavalle



# LOS ERRANTES DEL CIELO

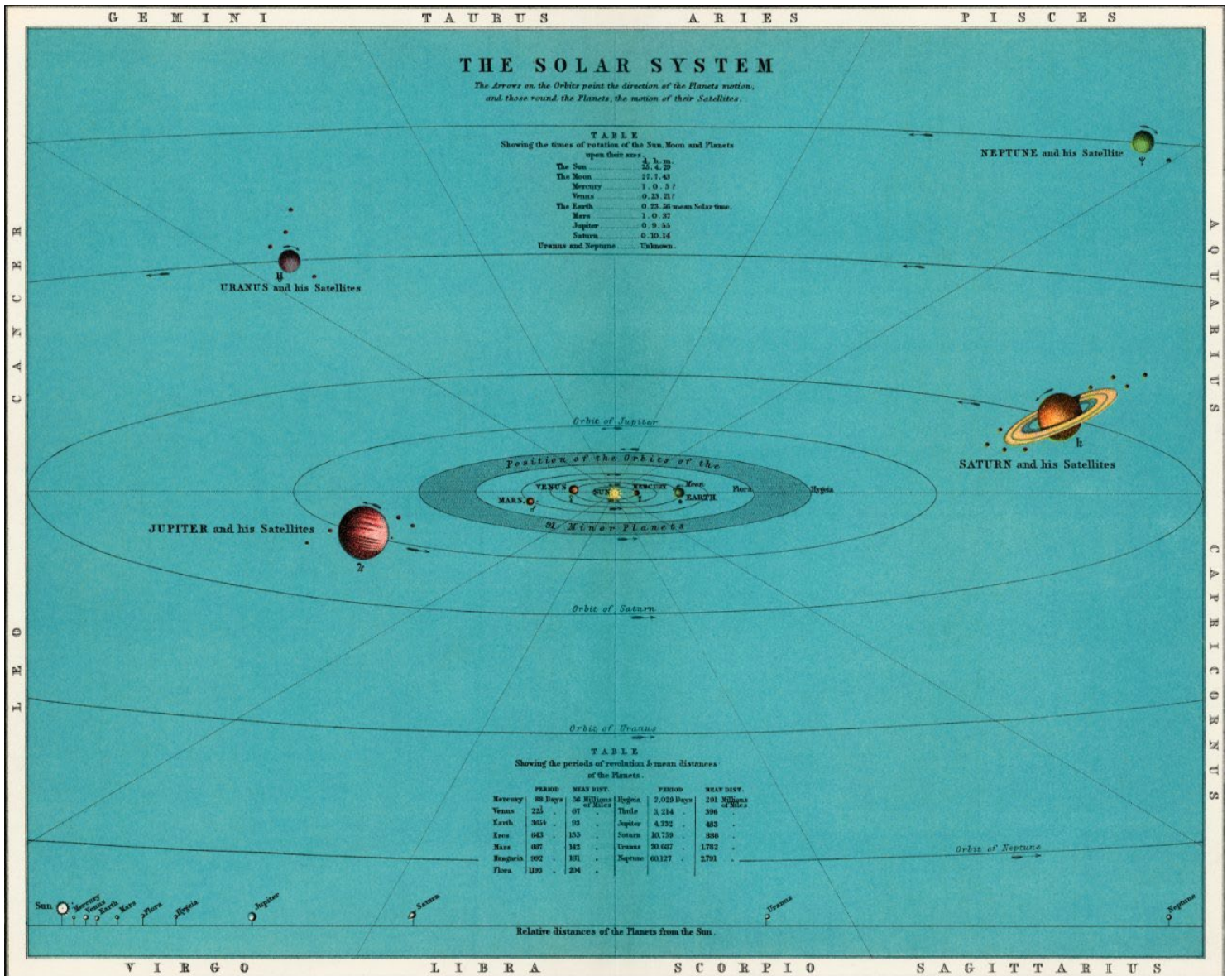
entre constelaciones y eclipses

Edna Galindo Dellavalle  
Directora de Noche Estelar

*La cosa más incomprensible acerca del Universo  
es que es comprensible*

Albert Einstein

**A**ntes, cuando la gente miraba al cielo, no tenía detalles de qué eran esas luces que cruzaban la bóveda celeste. Con la observación sistemática, descubrieron que en el cielo nocturno había unas luces que casi no cambiaban su posición a lo largo de la noche, mientras que había otros objetos mucho más brillantes y grandes que se movían de un lado a otro más rápidamente. La palabra **planeta** proviene del griego *planētēs* que quiere decir errante o vagabundo. Lo que veían antes es igual a lo que vemos hoy en día, Venus, Júpiter o cualquier planeta, la Luna y el Sol siempre salen por el Este y al cabo de algunas horas se encuentran en el cenit para después de otro periodo igual van hacia el Oeste para despedirse en el horizonte y repetir de nuevo el ciclo.



Carta del sistema solar del Atlas de Astronomía Popular del siglo XX (1908), por Thomas Heath BA (1861-1940).

## Un sistema solar exótico

El Sistema Solar donde habitamos está conformado por una estrella tipo G2, es decir, una estrella de tipo estándar no muy grande, no muy chica, no muy fría, no muy caliente, no muy joven, no muy vieja. Se calcula que debe tener una edad promedio de 5 mil millones de años y le queda un tanto igual en su evolución estelar, momento en el cual esta estrella, que ya habrá quemado todo su hidrógeno, se expandirá hasta posiblemente la órbita de Venus para después de algunos de miles de años y una vez que haya expulsado todo el gas remanente, quede una enana café, una roca que girará sobre su propio eje y ya no producirá luz.

Alrededor del Sol giran, en órbitas elípticas, 4 planetas rocosos, un cinturón de asteroides, 4 planetas gigantes gaseosos y algunos planetoides como Plutón y Sedná. En los confines del sistema solar se encuentra la nube de Oort, lugar de donde provienen los cometas y hacia donde se dirigen las sondas Voyager I y II que salieron de la Tierra a mediados de los años 70's.



Eclipse de luna. Archivo Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya. Ciudad de México, noviembre 16, 1910. Fototeca Nacional INAH.

Nuestro Sistema Solar es muy peculiar, la mayoría de los sistemas que conocemos son sistemas binarios o ternarios, es decir, que tienen dos o más estrellas. El nuestro es exótico. Se piensa que Júpiter estuvo muy cerca de ser una estrella, sin embargo, cuando se formó el Sistema Solar, no alcanzó a acretar (acumular) suficiente masa para iniciar la fusión de átomos, que es el mecanismo que permite que el Sol queme hidrógeno.

La Tierra es el tercer planeta de este sistema, tiene un satélite natural, se encuentra a 150 mil millones de kilómetros del

Sol (a esta unidad de medida le llamamos Unidad Astronómica UA), se infiere que, debajo de la corteza y la capa de silicatos, posee un núcleo plasmático que genera el campo magnético que nos protege de las partículas cargadas que emite el Sol y que llegan todos los días a todas horas a través del viento solar. Los demás planetas también tienen sus propios satélites naturales, sus campos magnéticos, sus vistosos anillos, sus colores azules, rojos, naranjas, capas de hielo, volcanes activos, campos magnéticos intensísimos y una cantidad de misterios que poco a poco la humanidad ha ido resolviendo.



Recreación de la Vía Láctea, nuestra galaxia. Crédito: Pablo Carlos Budassi.

## Una espiral llamada Vía Láctea

**N**osotros vivimos en uno de los brazos de nuestra galaxia que se llama Vía Láctea. Una galaxia espiral que forma parte de un cúmulo de galaxias, una de ellas también espiral y las otras irregulares o elípticas. Nombres que les damos de acuerdo a su forma. El cúmulo local del que formamos parte, es a su vez parte de otro cúmulo de galaxias más grande, que a su vez forma parte de un cúmulo mayor y así sucesivamente. Los cúmulos de cúmulos de cúmulos de galaxias conforman al Universo, nuestro universo observable. Ese que vemos con los poderosos telescopios espaciales y que desde 1929 sabemos que se encuentra en expansión y desde 1990 sabemos que esa expansión es acelerada gracias a Saul Perlmutter y equipo, es decir, los objetos se alejan unos de otros cada vez con una velocidad más grande.



## El universo se expande

**E**l descubrimiento de un universo en expansión hecho por el astrónomo estadounidense Edwin Hubble, a partir de la observación, permitió encajar las predicciones de la Teoría de la Relatividad General de Einstein, con esto el modelo matemático propuesto cobró sentido para describir al Universo. Este modelo consta de dos partes, la parte que contiene a la materia y la parte geométrica. En la parte de materia sabemos que existe la materia bariónica, nosotros, lo que tocamos, lo que vemos, la luz, de lo que estamos hechos. Hay otros tipos de materia que no interactúan como la bariónica, y por lo tanto no podemos verlas, ni tocarlas, pero para que las observaciones y las teorías estén de acuerdo, se necesita esta materia, se le llama oscura. Este universo observable y conformado de materia, tiene una geometría específica, las observaciones hasta hoy indican que es plano. Podría ser cerrado o podría ser abierto. Así, sabiendo que tiene materia y que es plano, se completan las dos partes del modelo y podemos tener una representación matemática para decirnos qué hay y cómo se mueve.



Einstein, propuso que este universo tuviera cuatro coordenadas que lo describieran: tres espaciales y una temporal. Por eso le decimos espacio-tiempo. El espacio tiempo se va creando conforme el universo se va expandiendo, una imagen muy onírica: conforme más lejos veamos con un instrumento, estamos viendo mucho más al pasado, cuando el Universo era muy joven. Este espacio tiempo en el que se encuentra la materia es como una sábana extendida que cuando le tiras un peso se deforma. Si tiras una bola de boliche se deformará más que si tiras una canica. Una vez que ya tienes esa sábana deformada, si le tiras otro objeto, lo que hará será irse hacia el objeto más pesado.

Páginas 6 y 7. El 21 de agosto de 2017 un eclipse total de Sol se vio en Estados Unidos. Esta imagen muestra el momento de la totalidad en el que queda expuesta la corona solar. La imagen fue tomada en Madras, Oregon. La totalidad de este eclipse duró 2 minutos y 40 segundos. Crédito: NASA/Aubrey Gemignani.

Con esta analogía es como entendemos actualmente el campo gravitacional. Un objeto de masa  $m$  deforma el espacio tiempo y cualquier otra cosa que esté cerca de ese campo quedará atrapado inevitablemente. Cuando digo cualquier otra cosa, me refiero a todo, hasta a la luz. La luz está formada por unas partículas llamadas fotones, en realidad su naturaleza es más compleja, porque a veces se comporta corpuscularmente y otras veces ondulatoriamente. Así que, cuando la luz emitida por algún objeto pasa cerca de un objeto masivo se desviará su trayectoria. Esta es una de las primeras hipótesis de la Teoría de la Relatividad General que fueron probadas. En principio suponemos que la luz viaja en línea recta, la pensamos como rayos, entonces ¿cómo podríamos probar que se curva en presencia de un campo gravitacional intenso? La respuesta fue usar a nuestro propio universo como laboratorio.

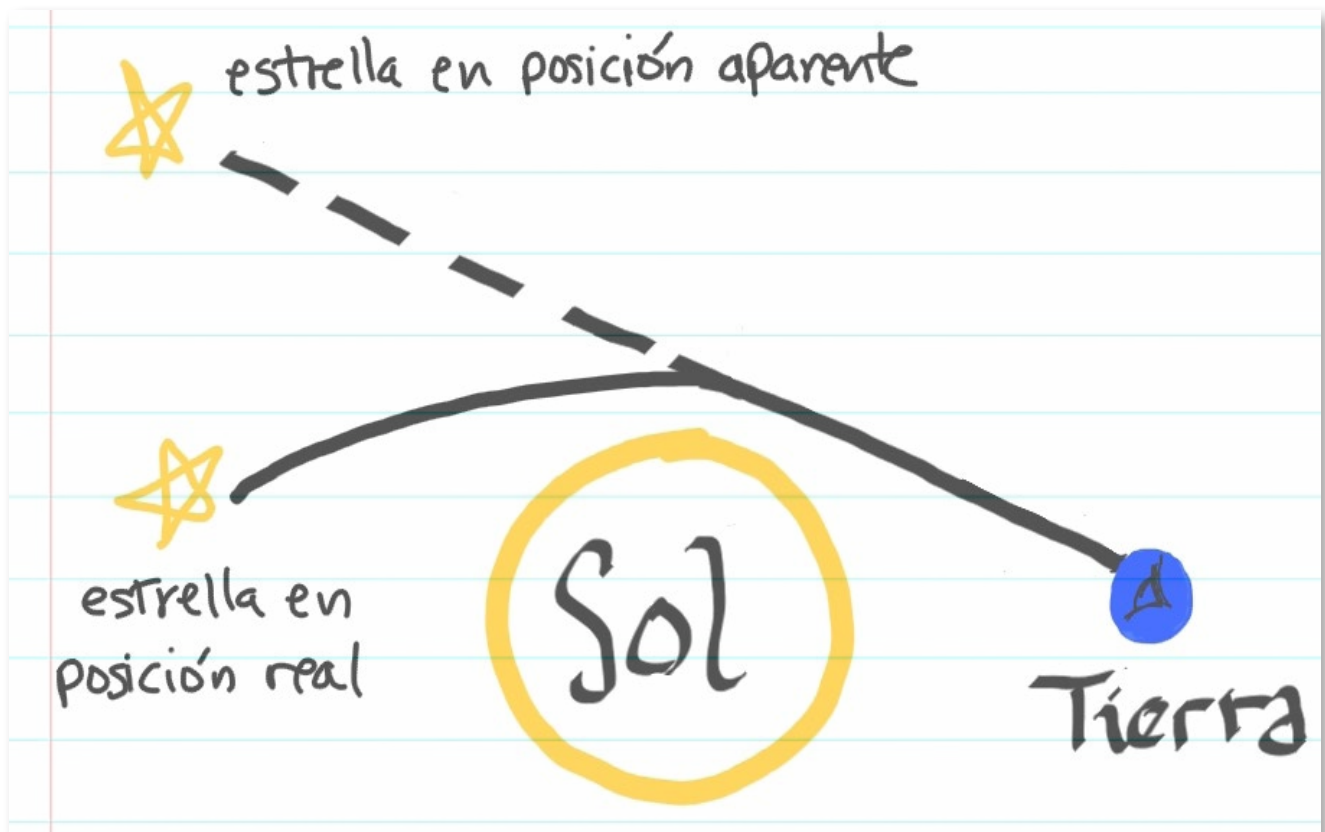
## Las constelaciones y los eclipses

La bóveda celeste se divide en 88 secciones. Cada sección se llama constelación y sirven como una herramienta para localizar a los objetos y conocer su configuración celeste. Las doce constelaciones zodiacales son las que se encuentran sobre la línea imaginaria llamada eclíptica que cruza el cielo de Este a Oeste. Notemos que estas constelaciones están siempre ahí, en la noche vemos las estrellas que las conforman y en el día sólo vemos al Sol, que cruza por esas constelaciones zodiacales. No ver las constelaciones no significa que no haya estrellas en el cielo todo el tiempo.

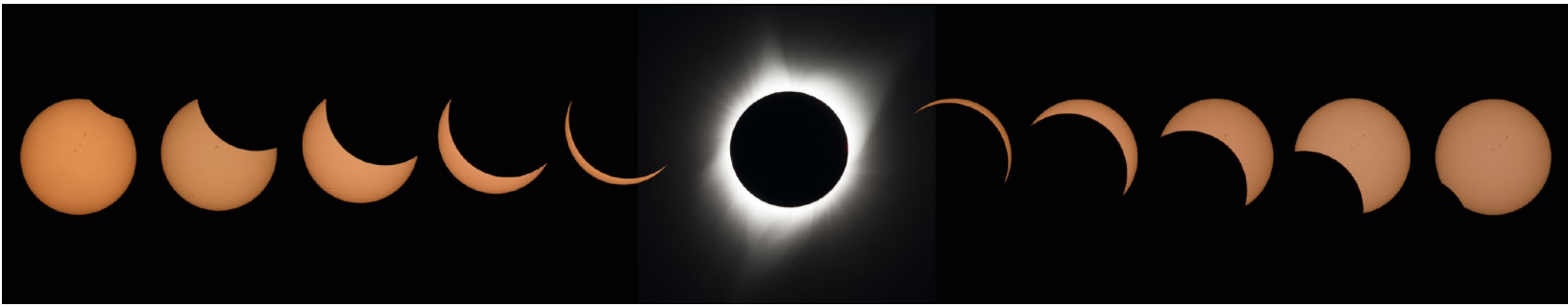
Si pudiéramos tapar el Sol, podríamos ver las estrellas diurnas y medir el desplazamiento que según Einstein debiera ocurrir, ya que, en principio, el lugar desde donde aparentemente se emite la luz de la estrella no es ahí, sino que ese rayo de luz está curvado (Ver Figura 1). La única manera en la que se puede tapar al Sol de día es durante un eclipse.

Un eclipse es un fenómeno astronómico en el que la Luna se interpone entre la Tierra y el Sol. Hay distintos tipos de eclipses lunares y solares. Los eclipses solares pueden ser totales, parciales, anulares o híbridos. En total, siempre hay cinco eclipses al año que son visibles desde alguna región del globo terráqueo. La superficie de la Tierra cubierta por agua es de aproximadamente un 70%, por lo tanto, la mayoría de las veces en que ocurre un eclipse es muy probable que se vea desde el mar y en el mar casi no hay nadie entonces no lo vemos. La parte interesante es cuando estos eclipses se ven en alguna parte continental.

Representación esquemática de cómo una persona en la Tierra vería la posición aparente de una estrella y cuál es su posición real. El trazo continuo representa el haz de luz emitido por la estrella en su posición real. Este haz de luz está curvado puesto que está bajo los efectos del campo gravitacional del Sol, ya que está sujeto a las leyes de la Relatividad General. Crédito: Elaboración autora.







Fases de un eclipse total de Sol, visto en Estados Unidos el 21 de agosto de 2017. Cuando la Luna se interpone entre la Tierra y el Sol, puede ocurrir un eclipse total. Esta serie de 11 fotografías superpuestas ilustra el 1er contacto a la extrema izquierda, el 2o contacto antes de comenzar la totalidad, la fase total al centro, el 3er contacto cuando termina la totalidad y el 4o contacto a la extrema derecha. Crédito: NASA/Aubrey Gemignani.

Los eclipses solares totales son una coincidencia magnífica. Hay muchas condiciones que deben cumplirse en un momento muy específico. Primero, en la zona donde queremos ver un eclipse la Luna debe de ser diurna y nueva, en el lado opuesto de la Tierra será llena; segundo, debe estar alineada con la eclíptica, que es el plano ecuatorial que corta por el centro al Sol, la Luna y la Tierra; tercero, debe de estar en un momento de su órbita de traslación tal que la distancia entre la Tierra y la Luna sea tal, que guarde una proporción con los diámetros de la Luna y el Sol, en este caso es de 400 veces. Cuando todas estas condiciones se cumplen entonces durante un eclipse total de sol veremos cómo durante el día la Luna empieza poco a poco a bloquear el disco solar hasta que lo cubre completamente, como si la Luna y el Sol fuesen del mismo tamaño. Cuando alguna de estas condiciones no se cumple, entonces veremos un eclipse parcial, que es cuando sólo una sección del disco solar es bloqueada por la Luna; o un eclipse anular que es cuando la Luna sólo bloquea la parte central del Sol dejando un anillo descubierto; o un eclipse híbrido que es un rarísimo momento en el que en un lugar se ve un eclipse total y en otro lugar uno anular. El último ocurrió en el hemisferio sur el 20 de abril de 2023 y fue visible desde Australia.

Los eclipses totales de sol dejan al descubierto la corona del Sol, se pueden ver a simple vista mientras dura la totalidad que es del orden de los 3-8 minutos, ocurren en una misma región aproximadamente cada 375 años, el cielo se oscurece y por unos minutos se pueden ver las estrellas.

Hombres observando un eclipse desde la entrada de una casa. Ciudad de México, Distrito Federal, México, ca. 1945. Archivo Casasola, Fototeca Nacional, INAH.



## Los eventos astronómicos y la predicción

Los eclipses y otros fenómenos astronómicos son predecibles desde hace muchos siglos. Los habitantes de Mesoamérica fueron grandes observadores del movimiento del Sol, la Luna y algunos planetas. A través de la periodicidad de ciertos eventos como los equinoccios, pasos cenitales, solsticios, los cambios en las fases de la Luna, es que construyeron un sistema de conteo del tiempo y llegaron a predecir los mismos eventos que observaban. Es notable también, que lo hicieron sin el uso de matemáticas sofisticadas.

En 1686, Edmond Halley, quien también descubrió el cometa que lleva su nombre, fue el primero que le llamó Ciclos de Saros a los periodos de aproximadamente 6585 días entre eclipses similares. El nombre lo tomó de una antigua enciclopedia bizantina donde al parecer 1 saros era una unidad de medida muy antigua usada por los caldeos, hay un registro de esta medición en el famoso mecanismo de Anticitera.

Gente observando un eclipse desde un parque. Charcas, San Luis Potosí, México. 1923-09-10. Archivo Casasola, Fototeca Nacional, INAH.





Anillo de fuego. Eclipse anular de Sol visto en Albuquerque, Nuevo México el 20 de mayo de 2012. "Un anillo de fuego: un hombre, parado en una colina a 2.4 km de la fotógrafa Colleen Pinski, está completamente rodeado por el contorno del Sol". Crédito: Colleen Pinski / Caters News / National Geographic

La Teoría de la Relatividad General fue publicada en 1915 y la comunidad quería pruebas lo más rápido posible. Sir Arthur Eddington, astrónomo británico, encontró que el siguiente eclipse total solar con posibilidades de verse ocurriría el 19 de mayo de 1919 en el hemisferio sur. Él y su equipo organizaron una expedición hacia Isla de Príncipe frente a la costa africana, corrieron con suerte, hubo buen clima y pudieron observar el eclipse, logrando medir con precisión el desplazamiento que los rayos de luz sufren en presencia de un campo gravitacional intenso como el que produce el Sol, que en ese

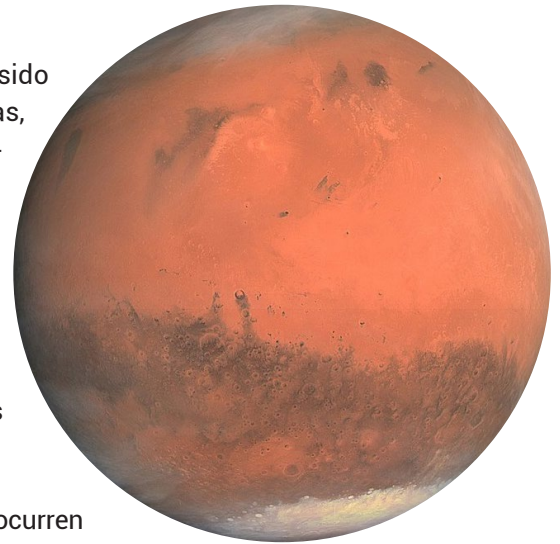
momento estaba cruzando por la constelación de Tauro. Se había probado por primera vez la Teoría de la Relatividad General de Einstein. A esta prueba han seguido muchas más. La más reciente fue la detección y medición de las ondas gravitacionales en 2015 por el detector LIGO en Estados Unidos.

La historia de la ciencia cuenta que Eddington no fue el único que vio el eclipse, también se dice que no lo vio, que estaba nublado, en fin, circulan historias alrededor que hacen que este viaje de la ciencia tenga sal y pimienta.



## Los eclipses no son exclusivos de la Tierra

Los eclipses de Sol han sido objeto de mitos y leyendas, pero también han detenido guerras, probado teorías, pero, sobre todo, siempre nos han asombrado y nos han dado la perspectiva de quiénes somos y dónde estamos. El tamaño de los objetos celestes es relativo y está constreñido a los observadores, los terrícolas.

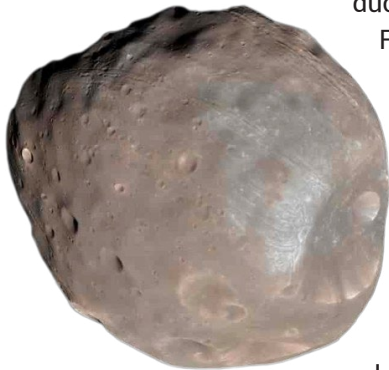


Marte, tomada en febrero de 2007 por el instrumento OSIRIS de la sonda espacial Rosetta. Crédito: NASA.

En otros planetas también ocurren eclipses, no somos tan especiales. Cuando ocurre que un objeto aparentemente grande como la Luna pasa entre uno aparentemente chiquito como Saturno, se llama ocultación. Recientemente el robot Curiosity, que se encuentra en Marte, tuvo a bien presenciar un eclipse producido por Fobos, el satélite natural marciano.

Fobos es de forma irregular y chiquito, cuando cruza entre Marte y el Sol, lo que se ve es cómo una piedra amorfa pasa por el disco solar. A estos cruces les llamamos tránsitos. En junio de 2012 tuvimos la oportunidad de ver desde la Tierra el tránsito de Venus, por 6 horas y 4 minutos vimos como un disco pequeñito cruzaba el inmenso disco solar. La siguiente oportunidad será en diciembre de 2117.

Luna Pobos, satélite natural marciano. Marzo 2008. Crédito: NASA.



Tres fases del eclipse solar en Marte captado por el Curiosity en el momento en que la mayor de las dos lunas del planeta, Phobos, orbitaba alrededor del planeta interponiéndose entre él y el Sol. Crédito: NASA.

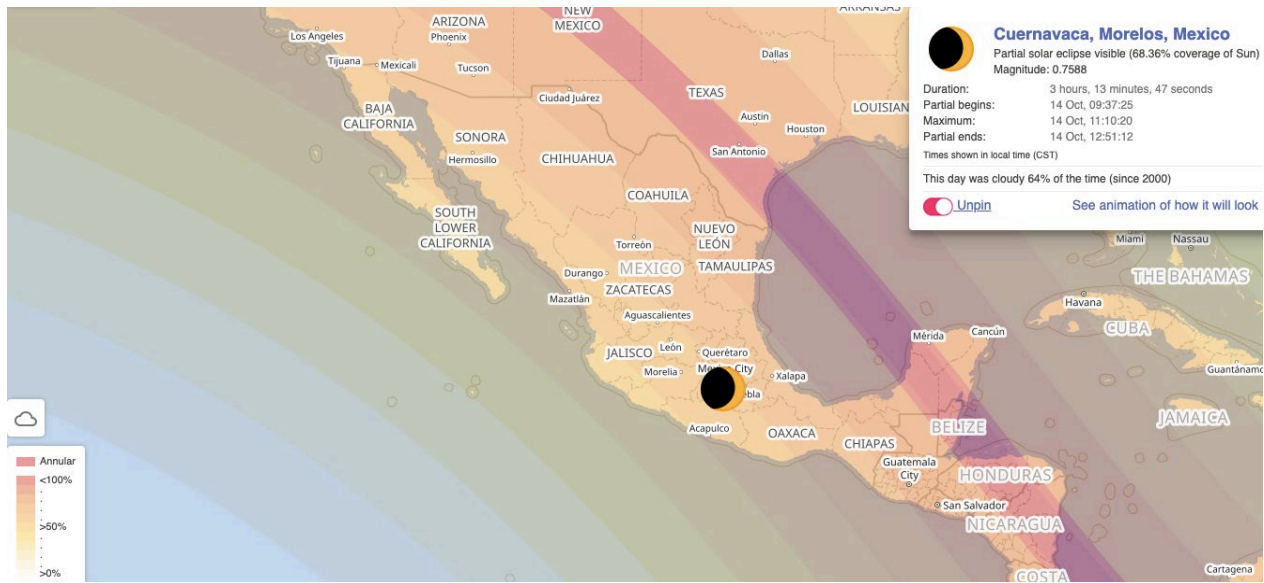




La última vez que se vió un eclipse total de Sol en México fue el 11 de julio de 1991. En la imagen se muestra al público viendo la totalidad, sin protección, único momento en el que se pueden quitar los visores que bloquean los rayos ultravioleta. Durante las fases parciales siempre se deben usar visores certificados o métodos indirectos para ver al Sol. Este eclipse tuvo una duración de 6 minutos y 53 segundos. Crédito: El Universal.

## ¡Vamos a ver los próximos eclipses!

**P**or la importancia científica, por el gusto de cultivar el asombro, por ser la primera o la segunda vez, por maravillarnos con la mecánica celeste y más, es relevante el paso de la Luna entre la Tierra y el Sol. Dos eclipses solares tendrán lugar los próximos 14 de octubre de 2023 y 8 de abril de 2024. Desde México podremos verlos, uno anular y otro total, nos darán la oportunidad perfecta de mirar detrás del Sol, observar y estudiar la corona solar, quizá se pueda registrar alguna protuberancia solar o ver las perlas de Baily. Un espectáculo astronómico que nos revela que las coincidencias son posibles.



Los eclipses se verán en muy buena parte de la República Mexicana. La anularidad del eclipse de octubre de 2023 se verá en Campeche y la Península de Yucatán (Figura 2). La totalidad del eclipse de abril 2024 será visible en Sinaloa, Durango y Coahuila (Figura 3). En el resto del país, ambos eclipses se verán como eclipses parciales. El porcentaje de eclipsamiento depende de la zona geográfica, entre más cerca se encuentre de la franja de anularidad o totalidad mayor porcentaje del disco solar estará oculto. En Morelos tendremos un porcentaje del 68% para 2023 y de 74% para 2024.

Figura 2. En este mapa se muestran los datos del eclipse parcial de Sol que se verá en Cuernavaca el 14 de octubre de 2023. La franja roja es el cinturón en el que se podrá apreciar la anularidad. Los colores indican el porcentaje de eclipsamiento que tendrá esa región. Crédito: mapa tomado del sitio (<https://shorturl.at/kIB04>)

En agosto de 2017 hubo un eclipse parcial de Sol y para quienes lo recuerden el porcentaje de eclipsamiento fue de 25%. También serán visibles en casi todos los países de nuestro continente. Por esto, a este par de eclipses se les llama Los Grandes Eclipses de América. El siguiente eclipse total de Sol que pasará por el centro norte de la República Mexicana será el 30 de marzo de 2052.

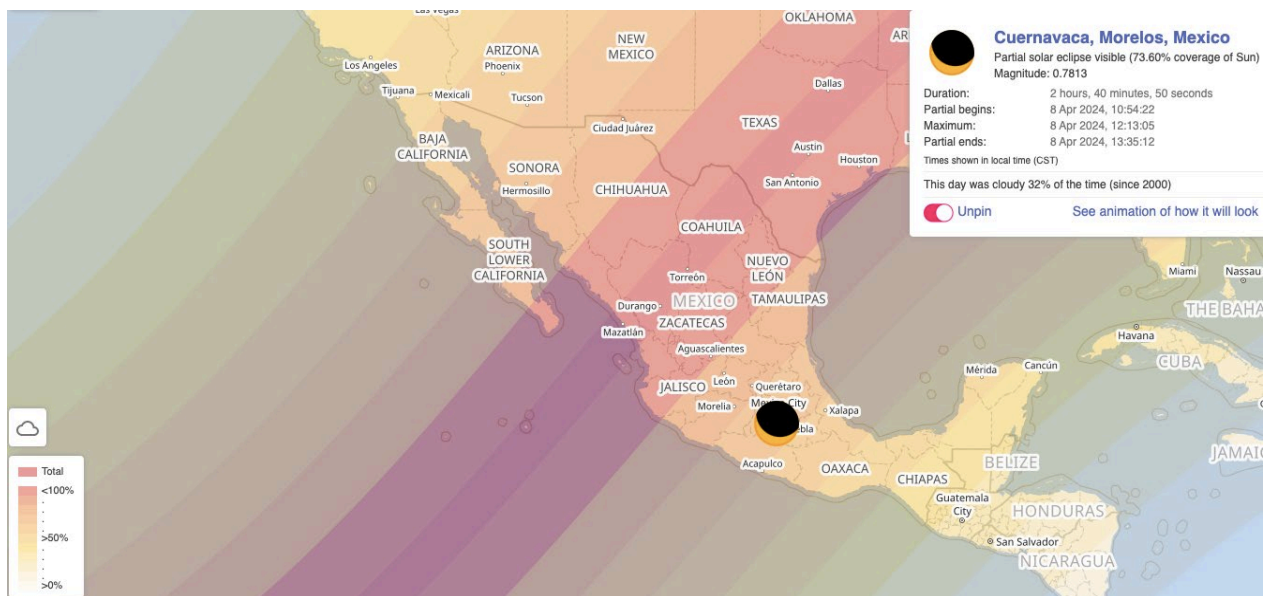


Figura 3: Totalidad Cuernavaca, 2024.

Es importante mencionar que para ver un eclipse solar se requiere usar visores certificados y en excelentes condiciones para proteger la retina de los rayos UV que siempre emite el Sol. Existen métodos indirectos para ver el Sol, es decir formas en las que el ojo no está expuesto directamente a los rayos solares. Incluso una cámara, un telescopio, unos binoculares o cualquier otro instrumento debe contar con un filtro solar que resguarde tanto al ojo del observador como los sensores que capturan las imágenes.

En nuestro país se están desarrollando esfuerzos importantes desde el Comité Nacional Eclipses México para transmitir información veraz, oportuna y certera sobre la importancia de ver y disfrutar los eclipses de forma completamente segura. El Comité está conformado por el Instituto de Astronomía (IA), el Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA) y la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Mérida (ENES) de la UNAM, el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), la Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología, A.C., (REDNACECYT), la Red de Planetarios de Quintana Roo, el Planetarium Torreón, Noche Estelar, la Coordinación Nacional de Educación en Astronomía (NAEC) de la International Astronomical Union (IAU), la Noche de las Estrellas (NdE) y Kosmos Scientific de México, con el apoyo de agrupaciones de astrónomos aficionados y otras organizaciones de la sociedad civil.

Sin duda tenemos muchísimo de que platicarles, mitos, leyendas, métodos seguros para ver el Sol, detalles históricos; por esta razón, en el marco de Rumbo a los Eclipses México, con este artículo inauguramos una serie de textos que profundizarán en temas alrededor de estos espectaculares eventos astronómicos y las formas seguras de disfrutarlos.

## Para leer más:

BOLETÍN Rumbo a los eclipses

Suscripciones: <https://shorturl.at/lpsMQ>

Números anteriores: <https://shorturl.at/afO15>

KOENISBERGER, Gloria. 2014. Los inicios del internet en México. DGDC-CIC-IA-DGTIC, UNAM.

MORENO CORRAL, Marco Arturo. 1986. Historia de la astronomía en México. Fondo de Cultura Económica.

PEIMBERT, Manuel; FIERRO, Julieta, 2018. Fronteras del universo. Fondo de Cultura Económica.

Eclipse total de sol en Charcas San Luis Potosí el 10 de septiembre de 1923. Archivo Casasola, Fototeca Nacional, INAH.



Coordinador editorial:  
**Eduardo Corona Martínez**

Nuestras redes sociales:



/Centro INAH Morelos

SUPLEMENTO CULTURAL  
**el tlacuache**  
CENTRO  INAH MORELOS

**Órgano de difusión de la  
comunidad del INAH Morelos**

**Consejo Editorial**

Erick Alvarado Tenorio

Giselle Canto Aguilar

Eduardo Corona Martínez

Raúl Francisco González Quezada

Mitzi de Lara Duarte

Luis Miguel Morayta Mendoza

Tania Alejandra Ramírez Rocha

*El contenido es responsabilidad  
de sus autores.*

Karina Morales Loza  
Coordinación de difusión

Emilio Baruch Quiroz Tellez  
Formación y diseño

Apoyo operativo y tecnológico  
**Centro de Información  
y Documentación (CID)**

Sugerencias y comentarios:  
**[difusion.mor@inah.gob.mx](mailto:difusion.mor@inah.gob.mx)**

Crédito portada:  
Eclipse de luna. Archivo Observatorio  
Astronómico Nacional de Tacubaya. Ciudad  
de México, noviembre 16, 1910. Fototeca  
Nacional INAH.

Crédito contraportada:  
Las perlas de Baily deben su nombre al  
astrónomo británico Francis Baily quien las  
describió por primera vez en el eclipse de  
1836. Cuando ocurren el 2o y el 3er contacto  
aparecen estos destellos justo segundos  
antes de que la Luna cubra por completo al  
Sol, es decir, marcan los momentos antes y  
después de la totalidad de un eclipse solar.  
Autor: NASA/Aubrey Gemignani

**Centro INAH Morelos**  
Mariano Matamoros 14,  
Acapantzingo, Cuernavaca,  
Morelos.

**CULTURA**  
SECRETARÍA DE CULTURA

